

Työmääräarviointi ja aikataulusuunnittelu IT-projekteissa

Heli Helminen

Tietojenkäsittelytieteiden laitos

Tietojenkäsittelyoppi

Pro gradu -tutkielma

Ohjaaja: Pirkko Nykänen

Kesäkuu 2008

Tampereen yliopisto
Tietojenkäsittelytieteiden laitos
Tietojenkäsittelyoppi
HELMINEN, HELI: Työmääräarviointi ja aikataulusuunnittelu IT-projekteissa
Pro gradu -tutkielma, 115 sivua, 11 liitesivua
Kesäkuu 2008

Tutkielma käsittelee IT-projektien työmääräarviointia ja aikataulusuunnittelua, suunnittelumenetelmien käyttöä sekä arvioiden toteutumaa. Nämä ovat projektinhallinnan keskeisiä ongelma-alueita ja niiden onnistumisella on merkittävä vaikutus projektin onnistumiseen.

Tutkielma perustuu alan kirjallisuuteen sekä työmääräarviointiin ja aikataulusuunnitteluun liittyvään empiiriseen tutkimukseen. Empiirinen kyselytutkimus vahvistaa kirjallisuuden tarjoaman teoretiedon aikataulusuunnittelun ja työmääräarvioinnin ongelmakentästä ja ratkaisumenetelmistä. Kirjallisuuden ja empiirisen tutkimuksen perusteella tutkielmassa kootaan yhteen käytännönläheisiä suunnittelu-, dokumentointi- ja seurantamenetelmiä. Tutkimus on keskittynyt menetelmien käytettävyyteen ja joustavuuteen. Tulokset olisivat siten helposti hyödynnettävissä missä tahansa projektiorganisaatiossa.

Avainsanat ja -sanonnat: Aikataulusuunnittelu, työmääräarviointi, aikalaskenta, riippuvuussuhteet, kriittinen polku, riskinhallinta.

CR-luokat: K.6.1

Sisältö

1.	JOHDANTO	7
2.	PROJEKTI	9
2.1.	IT-projekti.....	9
2.2.	Projektiorganisaatio	10
2.3.	Projektisopimus.....	10
3.	PROJEKTITYÖMALLIT JA SUUNNITTELUMETODIT.....	12
3.1.	Projektityömalleja	12
3.1.1.	Vesiputousmalli.....	13
3.1.2.	Prototyypointi	14
3.1.3.	Spiraalimalli.....	15
3.2.	Ohjelmistojen suunnittelumetodeita.....	16
3.2.1.	Olioperusteinen ohjelmistokehitys.....	17
3.2.2.	Käyttäjäkeskeinen suunnittelu.....	17
3.2.3.	Prosessikeskeinen suunnittelu	18
3.2.4.	Ketterä ohjelmistokehitys	18
3.3.	Projektien luokittelu	19
3.4.	Projektin rajaus.....	20
3.5.	Projektin vaiheet	21
3.5.1.	Projektin perustaminen ja esitutkimusvaihe	21
3.5.2.	Suunnitteluvaihe	22
3.5.3.	Toteutusvaihe.....	22
3.5.4.	Käyttöönottovaihe	23
3.5.5.	Päätämisenvaihe.....	23
3.6.	Elinkaari-ajattelu	24
4.	SUUNNITTELUN ONGELMIA JA HEIKKOUKSIA.....	25
5.	AIKATAULUSUUNNITTELU.....	28
6.	TÖIDEN OSITTELU JA TYÖMÄÄRÄARVIOINTI.....	34

6.1.	Projektin osittaminen	35
6.2.	Töiden osittelu	36
6.3.	Sopivan henkilön valinta.....	38
6.4.	Työmäärien arviointimenetelmiä	38
6.4.1.	SLOC-koodirivilaskentamenetelmä	39
6.4.2.	COCOMO-malli	41
6.4.3.	Toimintopistemalli.....	43
7.	RIIPPUVUUDET JA KRIITTISET POLUT.....	47
7.1.	Lohkoverkkotekniikat yleensä	47
7.2.	Ganttin kaavio.....	49
7.3.	PERT-menetelmä	50
7.4.	CPM – kriittisen polun menetelmä.....	52
8.	INTUITIIVISET AIKATAULUSUUNNITTELUMENETELMÄT ..	57
9.	RESURSSIEN ARVIOINTI	58
9.1.	Henkilöresurssit.....	59
9.2.	Hankinta-aikataulut	63
9.3.	Kustannusten aikatauluttaminen	63
9.4.	Suunnitelmien analysointi ja päivittäminen.....	64
10.	RISKINHALLINTA JA EPÄVARMUUSTEKIJÄT	65
10.1.	Riskianalyysi ja riskinhallintasuunnitelma.....	65
10.2.	Epävarmuustekijöihin varautuminen.....	67
10.2.1.	Reaktiivinen aikataulusuunnittelu	68
10.2.2.	Todennäköisyyteen perustuva projektisuunnittelu	68
10.2.3.	Sumean logiikan aikataulusuunnittelu	69
10.2.4.	Ennakoiva aikataulusuunnittelu	69
10.2.5.	Herkkyysanalyysi.....	70
11.	PROJEKTINHALLINTA JA SEURANTA.....	71

11.1.	Projektiaikataulun hallinnan työvälineet ja tuotokset eri vaiheissa	71
11.2.	Poikkeusten käsittely	72
12.	ONNISTUNUT PROJEKTI	73
13.	TUTKIMUS TYÖMÄÄRIEN ARVIOINNISTA JA AIKATAULUJEN SUUNNITTELUSTA	74
13.1.	Tutkimuksen taustaa	74
13.2.	Vastaajien taustatiedot	75
13.3.	Projektisuunnittelu	75
13.3.1.	Projektin tilaaja	76
13.3.2.	Projektisuunnittelumallin käyttö	76
13.3.3.	Projektinhallinnan ulkoistaminen	77
13.3.4.	Riskikartoitus ja riskinhallintasuunnitelma	77
13.3.5.	Projektisuunnittelun merkitys	77
13.3.6.	Töiden osittelu ja riippuvuudet	78
13.3.7.	Henkilöresurssien valinta	80
13.3.8.	Epävarmuustekijöiden huomiointi projektisuunnittelussa	80
13.3.9.	Projektien taustatiedot	81
13.3.10.	Projektisuunnittelun apuvälineet	82
13.4.	Aikataulusuunnittelu	83
13.4.1.	Aikataulusuunnitelman tekeminen ja tekijät	83
13.4.2.	Käytetyt aikataulusuunnittelumallit	84
13.4.3.	Käytetyn suunnittelumetodin valintakriteerit ja hyödyt	85
13.4.4.	Aikataulusuunnittelun tarkkuus	86
13.4.5.	Aikataulusuunnittelun laatimisvaihe ja dokumentointi	86
13.4.6.	Ulkoisten tekijöiden vaikutus projektiaikatauluun	87
13.4.7.	Aikataulusuunnittelun kehitysideoita	87
13.5.	Työmääräarviointi	88
13.5.1.	Työmääräarvioiden tekeminen ja tekijät	88
13.5.2.	Käytetyt työmääräarviointimenetelmät	89
13.5.3.	Käytetyn arviointimenetelmän valintakriteerit ja hyödyt	90
13.5.4.	Työmääräarvioinnin tarkkuus	91
13.5.5.	Työmääräarvioiden tekovaihe ja dokumentointi	91
13.5.6.	Työmääräarviointimenetelmien kehitysideoita	91
13.6.	Kokemuksia suunnittelusta	92

13.6.1.	Vastuun kantaminen.....	92
13.6.2.	Aikataulujen seuranta ja pitävyys	93
13.6.3.	Muutostilanteet ja aikataulun päivittäminen.....	94
13.6.4.	Työmääräarvioiden seuranta ja pitävyys.....	97
13.6.5.	Kokemuksista oppiminen	100
13.6.6.	Ongelmien ennakointi ja ehkäiseminen	101
13.6.7.	Vastaajien arviointiosaamisen koulutustausta	102
13.6.8.	Ideaalinen projektinhallintaohjelmisto	103
14.	TUTKIMUKSEN TULOKSET	104
14.1.	Suunnittelijan ominaisuuksien ja taustatekijöiden vaikutus	104
14.2.	Projektityötavat ja niiden vaikutukset	104
14.3.	Aikataulusuunnittelumenetelmien käyttö ja kokemukset.....	106
14.4.	Työmääräarviointimenetelmien käyttö ja kokemukset	106
14.5.	Tutkimustuloksen mukainen hyvä projektityökäytäntö.....	108
15.	YHTEENVETO	110

Liitteet

Liite 1. Empiirisen tutkimuksen kyselylomakkeen saate

Liite 2. Empiirisen tutkimuksen kyselylomake

1. JOHDANTO

Tässä tutkielmassa tarkastellaan projektien työmääräarviointiin ja aikataulutukseen liittyviä menetelmiä sekä niiden käyttöä. Tutkielma keskittyy käsittelemään erityisesti IT-projekteja, mutta useita tuloksia voidaan soveltaa myös muiden alojen projekteihin.

Projektinhallinnan haasteellisimpia alueita ovat projektiaikataulun ja työmäärien arviointi ja suunnittelu. Niiden seuranta on yhtä tärkeää kuin suunnittelu ja muutoksiin tulee reagoida nopeasti. Standish Groupin tutkimuksen mukaan 31 % projekteista peruutetaan ennen kuin ne valmistuvat, 88 % ylittää aikataulun, budjetin tai molemmat. Aikataulun ylitys oli keskimäärin 222 % ja kustannusten 189 %. Luvut ovat yllättävän suuria. Miksi IT-projektien hallinta on niin haasteellista, ettei siihen ole vielä löytöä tehokkaampia menetelmiä. [Phillips, 2005]

Työmääräarvioinnin ja aikataulusuunnittelun haasteellisuus piilee siinä, että niiden suunnitteluun ja toteutumiseen liittyy niin monia osatekijöitä. Lisäksi kaikissa projekteissa on erilaisia epävarmuustekijöitä, jotka toteutuessaan aiheuttavat riskitilanteita. Aikataulusuunnitteluun on olemassa lukuisia erilaisia suunnittelumenetelmiä, mutta siitä huolimatta realistisen ja pitävän aikataulun rakentaminen on edelleenkin hyvin haasteellista. Sopivia arviointi- ja seurantamenetelmiä soveltamalla voidaan kuitenkin päästä mahdollisimman täsmälliseen lopputulokseen.

Projektisuunnitelman osana aikataulusuunnitelman merkitys on huomattava projektin onnistumisen kannalta. Projektiaikataulun tarkoituksena on auttaa allokoimaan resurssit eri tehtäville optimoimalla suorituskyky siten, että tehtävät saadaan suoritettua niille varattuna aikana. Suunnitelma toimii suunnittelun pohjana myös projektin ulkoisille aktiviteeteille, kuten materiaalin tuotolle, ylläpidon valmistelulle sekä tilausten toimittamisille sisäisille ja ulkoisille asiakkaille. Perusaikataulut toimivat kaiken kommunikoinnin ja koordinoinnin lähtökohtana projektin sisäisten ja ulkoisten liittymien kanssa. Niiden mukaan tehdään sopimukset ja sovitaan määräajat projektin eri vaiheille. Kirjassaan *Mastering Project Management* Lewis toteaa, että ilman suunnittelua ei ole kontrollia. Suunnittelu on siis elintärkeää, mutta samalla pitää muistaa että kontrollia ei ole myöskään ilman seurantaa. [Lewis, 1998]

Parhaita suunnittelijoita ovat yleensä ne, jotka tekevät suorittavan tason työn. Tämä ryhmä tietää konkreettisimmin mitä eri työvaiheet pitävät sisällään ja mitä ne vaativat. Lisäksi ryhmässä tehty suunnittelu tuottaa yleensä objektiivisemmän ja tarkemman lopputuloksen. Tämän vuoksi suunnittelussa kannattaa huomioida useamman henkilön näkemys. Tutkimusten mukaan suunnitteluun osallistuvat henkilöt sitoutuvat

vakavammin sovittuihin asioihin, kuin tilanteessa jossa reunaehdot sanellaan ulkopuolelta. [Lewis, 1998]

Tutkielman tarkoituksena on antaa joitakin malleja projektityön aikataulujen suunnitteluun ja hallintaan. Tutkielmassa käsitellään aluksi aikataulujen ja työmäärien suunnitteluun kehitettyjen arviointi- ja suunnittelumenetelmien teoriaa. Teoriaosuus on koottu alueeseen liittyvästä lähdekirjallisuudesta. Lisäksi tutkimuksessa on tehty kyselylomakekartoitus aikataulusuunnittelu- ja työmääräarviointimenetelmien käytöstä ja käyttökokemuksista. Tutkielman lopuksi teorian osoittamia merkittävimpiä seikkoja onnistuneen projektinhallinnan saavuttamiseksi on verrattu tutkimustuloksiin. Tutkimustuloksena syntyi malli hyvistä projektityökäytännöistä, jotka on kuvattu tutkimuksen lopussa taulukossa 27. Yhdistämällä hyväksi havaittuja suunnittelumenetelmiä lisättynä kokemuksen tuomalla tietämyksellä organisaatiolle soveltuvalla tavalla päästään parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen.

2. PROJEKTI

Projektin tunnusmerkkinä on sen uutuus, yksikään projekti ei ole samanlainen. Se on askel kohti tuntematonta sisältäen riskejä ja epävarmuutta. Projektia varten on tilapäisesti koottu ryhmä henkilöitä suorittamaan jotakin tehtävää yhteisen tavoitteen saavuttamiseksi määrätyssä ajassa. Projektilla tulee olla selkeä tavoite, jonka täytyminen päättää projektin. Tavoite koostuu sisällöllisestä, ajallisesta ja rahallisesta tavoitteesta. Projekti perustetaan yleensä suurempia hankkeita varten, pienemmät kokonaisuudet hoidetaan normaalin työn puitteissa. Projektinhallinta muodostuu projektin tavoitteen, ajan, kustannusten, laadun, inhimillisten resurssien, viestinnän, riskien sekä hankintojen hallinnasta. Jokainen yritys huolimatta sen fyysisestä koosta tarvitsee elinaikanaan yleensä ainakin kerran projektinhallinnan asiantuntemusta. Projekteissa on kolme projektinhallinnan keskeistä liikkeenjohdollista prosessia, suunnittelu, toteutus ja seuranta. [Burke, 2003; Hughes & Cotterell, 2006; Lock, 2007; Ruuska, 2001; Pelin]

Projektilla on aina alku ja loppu. Se jaetaan eri vaiheisiin, puhutaan projektin elinkaaresta. Elinkaaren eri vaiheet vaikuttavat toisiinsa. Suunnitelmat tarkentuvat projektin edetessä ja muutoksia voi ilmaantua missä tahansa projektin vaiheessa. Riskien ja epävarmuuden ollessa projektin tunnusmerkkejä, hyvä suunnittelu, projektin seuranta ja riskinhallinta ovat ensisijaisen tärkeitä projektin onnistumisen kannalta. Hallinta perustuu hyvin tehtyyn projektisuunnitelmaan ja sen etenemisen valvontaan. Projektisuunnitelma määrittelee mitä tehdään, missä aikataulussa, millä resursseilla ja millä pelinsäännöillä. Onnistuneen projektin lopputuloksena on aikaansaatu tuote tai asia, joka on alussa asetettu tavoitteeksi ja täyttää tilaajan sille asettamat vaatimukset. Jokaisen projektin ollessa ainutlaatuinen, suunnittelu joudutaan tekemään ilman todellista vertailupohjaa ja siten arviot perustuvat myös todennäköisyyksiin, laskelmiin sekä arvailuihin. [Burke, 2003; Ruuska, 2001; Pelin, 2002]

2.1. IT-projekti

Tässä tutkielmassa käsitellään työmääräarviointia ja aikataulusuunnittelua IT-projektinhallinnan näkökulmasta. IT-projektilla tarkoitetaan tässä yhteydessä ohjelmiston ja tietojärjestelmän käyttöönotto- ja kehitysprojektiä. IT-projektiin kuuluu aina laitteiden, ohjelmistojen ja verkoston käyttö, jotta sen lopputuloksena voidaan tuottaa jokin palvelu tai tuote. Verkosto muodostuu tarvittavista toteuttajista ja palveluntarjoajista, joiden panosta tarvitaan lopputuotteen rakentamiseksi. IT-projekti voi harvemmin olla pelkästään organisaation sisäinen projekti. Yleensä se edellyttää

myös ulkopuolisten tahojen, kuten ohjelmistotalon osallistumista. Mainittakoon IT-projektin esimerkkeinä toiminnanohjaus-, palkanlaskenta-, laskutusjärjestelmän tai verkkosivujen käyttöönottoprojektit.

IT-projektien hallinta on yleisesti ottaen haasteellisempaa verraten muiden toimialojen projekteihin, koska tuotos ja edistyminen eivät ole heti todennettavissa. Lisäksi ohjelmistot ovat usein monimutkaisia ja vaikeaselkoisia varsinkin tilaajapuolelle. Yksi IT-projektin haasteista on tilaajan ja toimittajan yhteisen kielen löytäminen, jotta voidaan olla varmoja että molemmat osapuolet tavoittelevat samaa lopputulosta. Usein tilaajapuolella ajatellaan, että ohjelmisto sopeutetaan ympäristöön, sen sijaan että liiketoimintaprosesseja kehitettäisiin teknologian mukaan. Jotta uudesta teknologiasta saadaan maksimaalinen hyöty, kehitysprojektin aikana onkin hedelmällinen mahdollisuus tarkastella organisaation prosesseja kriittisesti ja kehittää organisaation toimintamalleja tehokkaammiksi. Paras lopputulos saadaan teknologian ja liiketoimintaprosessien tehokkaalla sopeuttamisella yhtenäiseksi ja toimivaksi kokonaisuudeksi. [Hughes & Cotterell, 2006; Ruuska, 2001; Schwalbe, 2000; Pelin, 2002]

2.2. Projektioorganisaatio

Projektioorganisaatio on yleensä projektin tavoin määräaikainen organisaatio, joka suorittaa ja delegoi projektin eri tehtäviä. Projektioorganisaation koko voi vaihdella projektin eri vaiheissa. Perinteinen projektioorganisaatio muodostuu projektiryhmästä, projektipäälliköstä sekä projektin johto- tai ohjausryhmästä. Projektiryhmä on suorittavan tason ryhmä, joka toimii intensiivisesti projektin sisällä. Projektiryhmän jäseniä ovat mm. suunnittelijat ja ohjelmoijat. Projektin johto ja määräysvalta on projektipäälliköllä, joka toimii projektin ohjaus- tai johtoryhmän alaisuudessa. Ylintä määräysvaltaa käyttää projektin ohjaus- tai johtoryhmä, joka koostuu usein sekä tilaajan että toimittajan johdon edustajista. Monissa projekteissa työskennellään ryhmissä ja jäsenten vastuiden ja valtuuksien tulee olla hyvin määritelty. Projektipäällikkö henkilöityy vastuun keskipisteenä. Hänen on kyettävä täyttämään projektin tarpeiden lisäksi myös organisaation, osakkeenomistajien ja projektissa työskentelevien yksilöiden tarpeet. [Ruuska, 2001; Schwalbe, 2000]

2.3. Projektisopimus

Projektin tavoitteet, reunaehdot ja vastuut määritellään projektisopimuksessa. Sopimus määrittelee projektin osapuolet, avainhenkilöt, tehtävät, velvollisuudet ja oikeudet. Oikeuksien määrittely koskee mm. tekijänoikeuksia ja lopputuotteen omistusoikeuksia.

IT-projekteissa on hyvin tärkeä määritellä valmiin ohjelmiston sekä lähdekoodin käyttö- ja omistusoikeudet. Samalla on hyvä sopia projektiaikataulujen suunnittelu- ja dokumentointitarkkuudesta, tietosisällöstä, käytettävästä aikataulutekniikasta sekä mahdollisesta projektinhallintaohjelmasta. Projektiseurannasta sovitaan, miten edistyminen raportoidaan ja miten projektiseuranta tapahtuu. Muutoshallintakäytännön sopiminen ja projektin seuranta ovat varsinkin projektin aikataulullisen onnistumisen kannalta tärkeitä seikkoja. Projektisopimus määrittelee myös projektin kustannukset ja maksuaikataulut. [Ruuska, 2001; Schwalbe, 2000]

3. PROJEKTITYÖMALLIT JA SUUNNITTELUMETODIT

Projektin luonne ja tyyppi vaikuttaa projektityömallin ja ohjelmiston suunnittelumetodin valintaan. Usein valitaan sellainen toimintamalli, jota on käytetty ennenkin ja havaittu toimivaksi. Kaikkien projektien ollessa ainutlaatuisia parhaiten soveltuvaa projektityömallia tulisi arvioida aina erikseen huomioiden myös organisaatioympäristö. Tätä kutsutaan projektianalyysiksi. Projektianalyysissä luokitellaan projekti joko tavoite- tai tuoteriippuvaiseksi. Lisäksi analysoidaan onko kehitettävä ohjelmisto tieto- vai prosessisuuntautunut, tuleeko ohjelmisto olemaan perustyökalu vai erikoissovellus ja onko kyseisen ohjelmiston kehitykseen olemassa joitakin erityisiä työkaluja. Suunnittelumetodin valintaan vaikuttaa toteutettava ohjelmisto, onko ohjelmisto turvallisuusriski, onko kyseessä hyöty- vai viihdeohjelmisto sekä mikä tulee olemaan ohjelmiston laitteisto- ja ohjelmistoympäristö.

Projektianalyysin tuloksena valitaan parhaiten soveltuva projektityömalli ja suunnittelumetodi. Mallin valinta voi muuttaa tai lisätä tehtäviä projektin eri vaiheissa ja niiden aktiviteeteissa sekä niiden riippuvuuksissa ja keskinäisessä järjestyksessä. Valittu lähestymistapa vaikuttaa myös projektiorganisaation koulutusvaatimukseen, henkilöressurssien valintaan, kehitysympäristön vaatimukseen niin laite kuin ohjelmistopuolella sekä järjestelmän ylläpitojärjestelyihin. Mallien valintaan voi vaikuttaa myös ohjelmistotoimittajan käytössä olevat standardit, jotka sanelevat ainakin suuret linjat projektien toimintaperiaatteille. [Pressman, 2001; Schwalbe, 2007]

3.1. Projektityömalleja

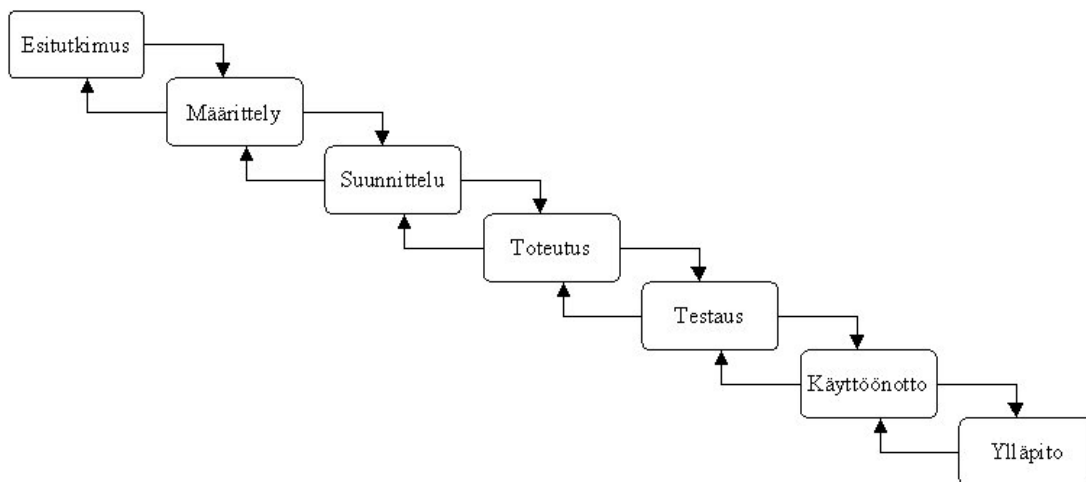
Projektityömallin valinta on projektisuunnittelun kannalta merkittävä asia. Tilanteesta riippuen valitaan sopiva metodi joka otetaan käyttöön soveltuvien osien. On mahdollista käyttää myös useamman mallin yhdistelmää, esim. toteutus tehdään vesiputousmallilla ja käyttöönotto inkrementaalilla eli vaihejakomallilla. Iteratiivinen lähestymistapa eli prototyyppi voi olla hyvä vaihtoehto silloin, kun järjestelmävaatimukset ovat hyvin epämääräiset tai näkyvää halutaan saada nopeasti aikaan. Iteratiivisen mallin uudempi versio on ketterä ohjelmistokehitys (Agile), jossa riskejä pyritään minimoimaan jakamalla ohjelmistokehitys lyhyisiin iteraatioihin. Ketterän ohjelmistokehityksen kehitysjaksot ovat pituudeltaan tyypillisesti yhdestä neljään viikkoa. Inkrementaalissa mallissa yhdistyvät vesiputousmallin ja prototyyppin ominaisuudet sarjaksi vesiputouksia, jossa jokaisen putouksen päässä on toimiva tuotos. Ensin toteutetaan ydinjärjestelmä, jota täydennetään seuraavissa inkrementointivaiheissa. Tilanteessa

jossa määrittelyt on tehty hyvin, mutta toteutettava kokonaisuus on hyvin monimutkainen, inkrementaalinen malli sopii hyvin.

Useita malleja voidaan yhdistellä keskenään toteutus- ja käyttöönottovaiheissa, mutta evoluutiomallin mukainen käyttöönotto ei sovellu muiden kuin evoluutiomallin toteutuksen kanssa. Erityistekniikat, kuten erityisasiantuntijoiden käyttöön tarkoitetut järjestelmät, laiteympäristöt, sekä järjestelmät joilta edellytetään ehdotonta luotettavuutta ja toimivuutta, vaikuttavat valittavien tekniikoiden, ohjelmointikielien ja lähestymistapojen valintaan oleellisesti. Tässä yhteydessä esitellään lyhyesti joitakin tunnetuimmista projektityömalleista. [Hughes & Cotterell, 2006; Pressman, 2001; Schwalbe, 2007]

3.1.1. Vesiputousmalli

Vesiputousmallista on useita eri versioita vaiheineen, mutta yleisesti projektiin kuuluu suunnittelu, toteutus, käyttöönotto ja ylläpito. Huolimatta vaiheistuksesta, kaikki vaiheet ovat riippuvaisia toisistaan. Vesiputousmallissa projekti etenee lineaarisena prosessina alusta loppuun, eikä se suoranaisesti toteuta iteratiivisuuden periaatetta. Toisinaan joudutaan palaamaan aiempaan vaiheeseen myöhemmin havaittujen seikkojen, kuten esimerkiksi määrittelypuutteiden vuoksi. Vesiputousmallin prosessi on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Vesiputousmalli [Oulun seudun ammattiopisto]

Vesiputousmalli on hyvin dokumenttiorientoitunut. Edellisen vaiheen dokumentti toimii käynnistäjänä seuraavalle vaiheelle. Tässä mallissa lähdetään esitutkimuksen jälkeen liikkeelle ohjelmiston kaikkien elementtien määrittelystä, jonka pohjalta suunnitellaan kokonaisratkaisu. Vesiputousmallin puutteena on oletus alkuperäisten määrittelyjen muuttumattomuudesta ja projektin lopputuloksen näkyminen vasta hyvin myöhäisessä vaiheessa. Kaikkia tarpeita on usein hankala tunnistaa määrittelyvaiheessa.

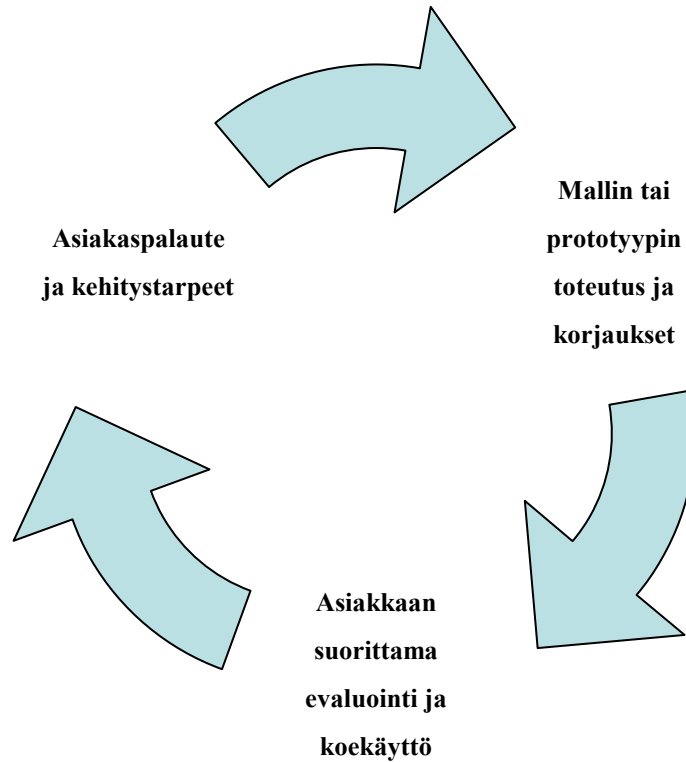
Mikäli pitkälle toteutetussa tuotteessa havaitaan puutteita, on niiden korjaaminen paljon ongelmallisempaa ja kalliimpaa, kuin muutostarpeiden havaitseminen varhaisessa vaiheessa.

Kuten edellä kerrottiin, mallin suurin haaste on suunnittelussa. Suunnittelijan tulee tuntea ohjelmiston liiketoimintaympäristö ja sen vaatimukset. Kokonaisuus suunnitellaan ennen toteutusta, siksi vesiputousmallia käytettäessä suunnitteluvaiheen huolellisella toteutuksella on hyvin suuri merkitys projektin onnistumisen kannalta. Puutteistaan huolimatta vesiputousmalli on ehkä tunnetuimpia ja eniten käytettyjä projektityömalleja. [Heikkilä & Santanen, 2005; Oulun seudun ammattiopisto; Pressman, 2001; Schwalbe, 2007]

3.1.2. Prototyypointi

Tilaaaja yleensä kertoo karkean tason tarpeet ohjelmistolle, mutta ei pysty määrittelemään yksityiskohtaisia ominaisuuksia. Prototyypointimallissa asiakkaalle tuotetaan prototyyppejä yleisistä näkyvistä toiminnallisuuksista, jotta asiakasvaatimukset saadaan täsmennettyä ja määriteltyä. Malli edellyttää käyttäjien tiivistä osallistumista projektiin samalla kun suunnittelijat tekevät teknistä suunnittelua. Asiakaspalautteen perusteella ohjelmiston arvioinnin eli evaluoinnin jälkeen prototyyppiä kehitetään edelleen ja valmistetaan seuraava prototyyppi analysoitavaksi. Tämä toistetaan kunnes päästään tyydyttävään lopputulokseen. Prototyypoinnissa on kyseessä iteratiivinen prosessimalli, jossa kokeillaan eri ratkaisuja sekä korjataan ja hylätään epäsoveltavat ratkaisut.

Prototyypoinnin huonona puolena ovat sen resurssivaatimukset ja prototyyppien tekniset toteutusratkaisut. Kehityksen aikana asiakas näkee toimivan järjestelmän, mutta se on voitu koota väliaikaisilla ratkaisuilla, joilla ei voida toteuttaa valmista ohjelmistoa. Tästä syystä projektin alussa on hyvä sopia pelinsäännöt siitä, että prototyyppejä rakennetaan erityisesti määrittelyjen selvittämiseksi ja lopullinen ohjelmisto toteutetaan huomioiden myös sen kokonaislaatu ja ylläpidettävyys. Asioiden tekeminen moneen kertaan on luonnollisesti työläämpää ja kalliimpaa, mutta tällä mallilla voidaan visualisoida suunnitteluprosessi selkeämmäksi. Prototyypoinnin projektityömalli on kuvattu kuvassa 2. [Oulun seudun ammattiopisto; Pressman, 2001; Ruuska, 2001; Schwalbe, 2007]



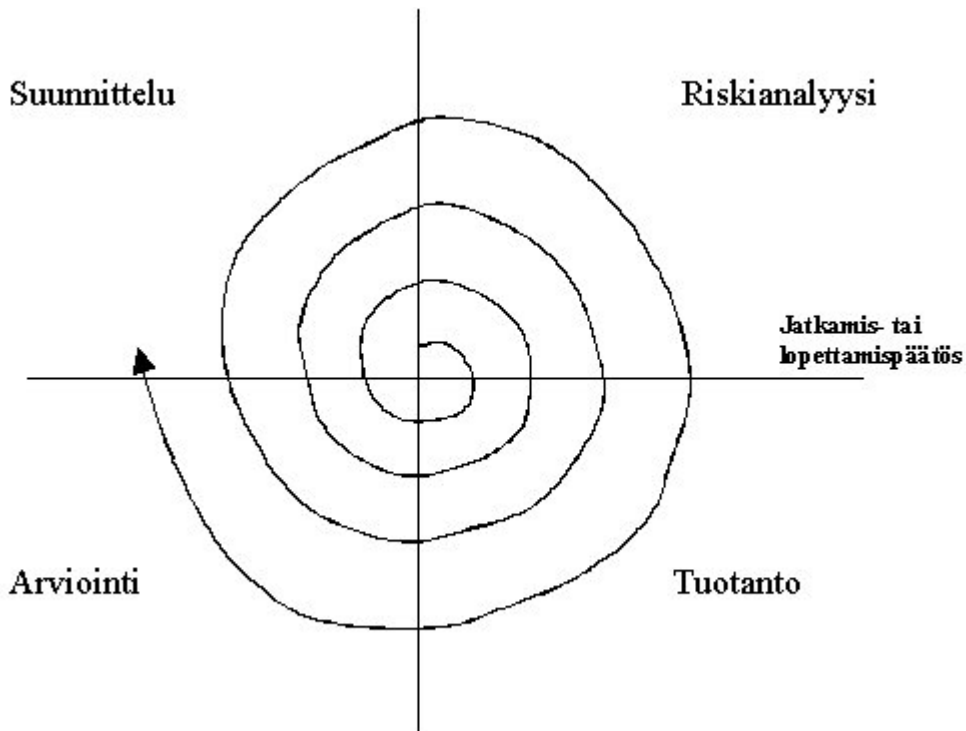
Kuva 2. Prototyypointimalli

3.1.3. Spiraalimalli

Spiraalimalli on iteratiivinen projektityömalli, joka yhdistää prototyypinnin ja lineaarisen projektityömallin kontrolloiduksi prosessiksi. Se kehitettiin aikoinaan vesiputousmallin pohjalta huomioiden tarpeet iteratiiviselle spiraalityyppiselle ohjelmistokehitykselle. Mallissa kokeillaan eri vaihtoehtoja, kuten prototyypinnissa ja analyysin jälkeen havaitut virheet korjataan ja epäsopivat ratkaisut hylätään. Spiraalimallissa analysointi on kuin oravanpyörä joka toistuu kerta toisensa jälkeen, kunnes saadaan aikaan tyydyttävä lopputulos. Projektityömetodin periaate on mallinnettu kuvassa 3. Spiraalimalli sopii projekteihin, joissa kehitetään suuria ja laajalaisia ohjelmistoja.

Evolutionaarisen spiraalimallin vaiheita ovat suunnittelu, riskianalyysi, toteutus ja asiakkaan suorittama arviointi. Projektin aikana projektipäällikkö joutuu muokkaamaan projektiaikataulua budjetin lisäksi, riippuen arviointivaiheissa todetuista muutostarpeista. Iteraatiovaiheita arviointineen tulee olla niin monta, kuin ohjelmiston valmiiksi saattaminen edellyttää. Toisin kuin muissa klassisissa projektityömalleissa, spiraalimallia voidaan toteuttaa koko ohjelmiston elinkaaren ajan. Spiraalimallin huonona puolena on sen aikaa vievyys sekä muutoksen- ja riskinhallinnan kontrollointi.

Jokaisessa toteutusvaiheessa pyritään minimoimaan tekniset riskit ennen niiden toteutumista. [Oulun seudun ammattiopisto; Pressman, 2001; Ruuska, 2001]



Kuva 3. Spiraalimalli [Oulun seudun ammattiopisto]

3.2. Ohjelmistojen suunnittelumetodeita

Ohjelmistosuunnitteluprosessi koostuu tuotteen, ihmisten ja teknologian sekä asiakasympäristön ominaispiirteiden, liiketoiminnan asettamien rajoitteiden ja kehitysympäristön huomioinnista. Tunnetuimpia ohjelmistosuunnittelun lähestymistapoja ovat olioperusteinen ohjelmistokehitys (Object Oriented Design - OOD), käyttäjäkeskeinen suunnittelu (User Centered Design - UCD), prosessikeskeinen suunnittelu ja ketterä ohjelmistokehitys (Agile). Ohjelmistojen mallinnukseen käytetään useita erilaisia graafisia kuvausmenetelmiä, joita voidaan soveltaa monissa ohjelmistosuunnittelun lähestymistavoissa. Seuraavassa on kuvattu karkeasti yleisimmät suunnittelumetodit sekä kerrottu esimerkkejä niissä käytettävistä mallinnusmenetelmistä. [Pressman, 2001]

3.2.1. Olioperusteinen ohjelmistokehitys

Olioperusteisessa ohjelmistokehityksessä suunnittelu perustuu ohjelmiston oliolähtöiseen suunnitteluun määrittelyn tavoitteen saavuttamiseksi. Tässä mallissa tyypilliset vaiheet ovat vaatimusmäärittely, toteutettavuuskartoitus, vaatimus- ja olioanalyysi, arkkitehtuurin suunnittelu, oliosuunnittelu, toteutus ja testaus. Ohjelmistokehitystä tarkastellaan staattisesta eli rakenteellisesta ja dynaamisesta eli toiminnallisesta näkökulmasta. Olioperusteinen ohjelmistokehitys soveltuu hyvin varsinkin suurien ja monimutkaisten ohjelmistokokonaisuuksien suunnitteluun. Mallin etuja ovat suunnitelmien ylläpidettävyys ja uudelleenkäytettävyys.

Olioanalyysin (Object-oriented analysis – OOA) aikana vaatimukset analysoidaan ja täsmennetään siten, että saadaan ymmärrys mitä tehdään ja mikä on rakennettavan ohjelmiston tuleva toimintaympäristö. Tämän vaiheen tuloksena järjestelmä saadaan kuvattua abstraktilla tasolla. Käyttötapaukset ja niiden suhteet kuvataan graafisesti sekvenssi- ja käyttötapauskaaviolla. Sekvenssikaaviolla kuvataan ohjelman olioiden välistä vuorovaikutusta. Käyttötapauskaavioilla mallinnetaan ohjelmiston käyttäytymistä käyttäjän näkökulmasta. Mallinnus tehdään usein UML:llä (Unified Modeling Language), joka käsittää yleisimmät kaaviotyypit ohjelmistojen mallinnukseen. Tietokantojen mallinnukseen soveltuvat UML:ää paremmin ER-kaaviot, joiden avulla kuvataan mm. tietokannan taulujen tietoja ja niiden käyttötarkoituksia.

Käsitteellinen malli tehdään vaatimusmäärittelyn ja käyttötapauksen perusteella ja kuvataan luokkakaaviona. Luokkakaaviolla voidaan kuvata ohjelmiston staattinen rakenne. Teknisen suunnittelun aluksi tehdään arkkitehtuuriset valinnat, kuten järjestelmän tasot, merkittävimmät osat, ohjelmistoalustat, prosessit ja käyttöliittymäratkaisut. Suunnittelua jatketaan yksityiskohtaisemmalle tasolle tarkentaen ohjelmiston osia sekä sen käyttäytymistä eri tilanteissa myös graafisissa kuvauksissa. Toteutusvaiheessa toteutetaan suunnittelumallien mukainen kokonaisuus valitulla ohjelmointikielellä ja kokonaisuus testataan ennen käyttöönottoa. [Bray, 1997; Pressman, 2001; Raisamo, 2002; Tessella, 2005]

3.2.2. Käyttäjakeskeinen suunnittelu

Käyttäjakeskeisessä suunnittelussa käyttäjällä on tärkeä rooli. Tämä suunnittelumalli pyrkii huomioimaan käyttäjien tarpeet mahdollisimman aikaisessa vaiheessa ja siten parantaa ohjelmistojen käytettävyyttä ja käyttäjätyytyväisyyttä. ISO 13407 korostaa neljää tärkeää tehtävää käyttäjakeskeisessä suunnittelussa. Ohjelmistosuunnittelussa tulee ymmärtää ohjelmiston käyttöyhteydet, käyttäjien ja organisaation vaatimukset sekä

tuottaa sopivia ratkaisuja. Vaatimukseen yltyminen varmistetaan käyttäjien suorittamalla arvioinnilla.

Vaatimusmäärittelyssä määritellään käyttäjät ja organisaatiotason vaatimukset. Suunnitteluvaiheessa mallinnetaan ohjelmisto ja tehdään prototyyppejä. Mallinnusta voidaan tehdä lukuisilla graafisilla kuvauskielillä, kuten UML:llä ja ER-kaavioilla. Arviointivaiheessa tehdään käyttäjätutkimuksia ja käytettävyydestejä prototyyppien avulla ja kehitys tehdään saadun palautteen perusteella. Iteraativaihetta toistetaan, kunnes lopputulos on tyydyttävä.

Tässä suunnittelumallissa kiinnitetään erityistä huomiota ohjelmiston käytettävyyteen. Mallin menestys pohjautuu korkeampaan käyttäjätyytyväisyyteen, johtuen nimenomaan käyttäjätarpeiden huomioinnista ja käyttäjien osallistumisesta suunnitteluun ja toteutukseen. [Lohvansuu, 2002; Webcredible, 2006]

3.2.3. Prosessikeskeinen suunnittelu

Prosessikeskeinen ohjelmistosuunnittelu perustuu prosessien mallinnukseen. Tässä menetelmässä yrityksen prosessit mallinnetaan joko alhaalta ylös tai ylhäältä alas määrittellen kaikki avainkäsitteet, joita tarvitaan ohjelmiston toteuttamiseksi. Jokaisella prosessilla on syöte, tuotoksen synnyttävä muutostapahtuma ja sen lopputuloksena syntyvä tuotos. Prosessimalli määrittelee miltä prosessi näyttää ja miten se toimii. Mallin ylimmällä tasolla määritellään ylemmän tason käsitteet (Process Meta-level), keskitasolla toimintatavat (Process model) ja alimmalla tasolla mitä tapahtuu (Development runs). Prosessimallin tulee olla kuvaava, määräävä ja selittävä. Kuvaannollisuus selittää mitä prosessin aikana tapahtuu. Määräävyys tarkoittaa prosessien määrittelyä ja toimintatapojen kuvausta siten, että määritellään myös säännöt ja rajoitteet. Selittävyys tarkoittaa prosessien loogisuutta ja niiden vaihtoehtoisia toimintatapoja. Prosessikeskeisen suunnittelun lähtökohtana voivat olla aktiviteetit, tuotteet, päätöksenteko tai jokin kokonaisuus, esimerkiksi organisaation laskutusprosessi. Prosesseja voidaan mallintaa mm. prosessi- ja tietovirtakaavioilla. Prosessikeskeisessä suunnittelussa käytetään usein vesiputousmallin projektityötappaa. [Lewis & Rieman, 1994; Pressman, 2001]

3.2.4. Ketterä ohjelmistokehitys

Ketterä ohjelmistokehityksen (Agile menetelmät, Extreme programming) suosio kasvaa koko ajan. Ketterän ohjelmistokehityksen manifestissa painotetaan neljää eri asiaa. Metodien käyttäjät etsivät yhä parempia keinoja ohjelmistojen suunnitteluun ja kehittämiseen tekemällä sitä itse ja auttamalla muita. Menetelmä nostaa yksilön ja

interaktion prosesseja ja työkaluja korkeammalle. Menetelmä suosii hyvää asiakasyhteistyötä sopimusneuvotteluiden sijaan ja korostaa henkilökohtaista kanssakäymistä. Työ on usein tiimityötä ja suunnittelu on jatkuvaa. Suunnittelussa pyritään dokumentoinnin, suunnittelun ja koodauksen sopivaan suhteeseen. Toiminnassa tavoitellaan enemmänkin toimivaa sovellusta, kuin kokonaisvaltaista dokumentaatiota. Menetelmä on jatkojalostettu iteratiivisesta mallista. Malli helpottaa suunnitelmien muuttamista kesken projektin ja vähentää siten omalta osaltaan projektin riskejä. Toisaalta malli vaatii aktiivista kommunikaatiota ja on melko hektistä.

Ketterä ohjelmistokehitys on suunnittelumalli, joka luonteensa vuoksi toimii samalla myös projektityömallina. Malli on hyvin lähellä prototypointia. Menetelmä perustuu melko lyhyisiin, pituudeltaan yhdestä neljän viikon pituisiin iterointivaiheisiin. Kaikki vaiheet ovat ns. pienprojekteja, jossa jokaisen vaiheen tavoitteena on aikaansaada toimiva lopputuote. Joka vaiheen lopussa arvioidaan projektin tavoitteet ja prioriteetit uudelleen sekä päätetään seuraavan iteraatiovaiheen sisällöstä. Edistyksen mittarina pidetään ohjelmiston toimivuutta. [Agile Manifesto, 2007; Lappalainen, 2007; Wikipedia; XP, 2006]

3.3. Projektien luokittelu

Projekteja voidaan luokitella useilla eri tavoilla riippuen niiden luonteesta, tässä tutkielmassa projektit luokitellaan ajallisesti. Ruuska [2001] luokittelee projektit ajallisesti jakaen ne normaaleihin, pika- ja katastrofiprojekteihin. Toisaalta projektit voidaan jakaa lyhyisiin ja pitkiin projekteihin ja projektin luonne voi silti olla normaali-, pika- tai katastrofiprojekti. Projektityypin tulee olla kaikkien projektin sidosryhmien tiedossa, koska projektiryhmän tulee toimia sen mukaisesti.

Normaaleissa projekteissa toteutukselle on varattu riittävästi aikaa. Suunnittelu on tehty hyvin ja niissä on huomioitu käytettävissä olevat resurssit, sekä projektin selkeä tavoite. Normaali projekti luo paremmat edellytykset onnistumiselle, sillä kokonaisuus on hallittavampi. Tämä on ideaalinen tilanne ja varmasti useimmiten myös lähtötilanne. Kaikessa projektisuunnittelussa pyritään normaaliprojektin toteutukseen. Yleensä ohjelmistokehityshankkeissa edetään tietoisesti normaaliprojektin tavoin. Suunnittelua ja kehitystä tehdään loogisesti halusta ja tarpeesta kehittää asioita tai hankkia uutta. Toisinaan ajaudutaan aikataulullisiin kriiseihin ja toimintatapa voi muuttua pika- tai katastrofiprojektin omaiseksi. Näitä projektityötapoja ei tietenkään kannata ottaa lähtökohdaksi, mikäli valinnan varaa on.

Pikaprojektissa toteutus pyritään tekemään nopeammin. Tähän päästään lisäämällä projektiin sijoitettavaa pääomaa ja henkilöresursseja. Pikaprojektin tavoite on usein tarkemmin rajattu ja pienempi kokonaisuus, mutta siinä joudutaan useammin kompromissitilanteisiin. Yleensä joudutaan tinkimään tavoitteista. Pikaprojektin

toteutus sisältää huomattavasti enemmän riskejä kuin normaalit projektit. Tässä voi iskeä ns. vauhtisokeus, jolloin kontrolloitu toiminta unohdetaan ja lopputuloksena voi olla melkoinen kaaos jossa lopputuote ei täytä odotuksia. Tähän projektimalliin saatetaan ajautua, kun alkujaan normaaliprojektiksi suunniteltu ei etenekään hallitusti. Toisinaan myös ympäristön äkilliset muutokset, kuten esimerkiksi organisaatio- tai lakimuutokset voivat aiheuttaa pikaprojektin tarpeen, jossa asiat syystä tai toisesta on saatava nopeasti tehtyä. Pikaprojektin tavoitteen tulee onnistuakseen olla hyvin rajattu ja realistinen.

Katastrofiprojektissa melkein kaikki on sallittua. Aikatauluista ollaan myöhässä, kaiken piti jo olla valmiina. Aikaa pyritään säästämään lisäämällä resursseja, tekemällä ylitöitä, supistamalla tavoitteita ja hyväksymällä erilaisia kompromisseja ja puutteita. Tällaisen projektin pääomakustannukset nousevat jyrkästi, kun aikataulua yritetään pelastaa kaikilla keinoilla. Katastrofiprojektin riskit ovat suuret ja onnistumisesta ei ole mitään takeita. Tähän ratkaisuun ei toivottavasti päädytä kuin hätätapauksissa, ikään kuin pakon sanelemana kun projekti kohtaa niin paljon yllätyksiä, että sen hallittavuus on huomattavasti heikentynyt. Tällöin ajaututaan pakkotilanteeseen, jossa olemassa olevien tosiasioiden vallitessa prioriteettina on viedä projekti päätökseen tavalla tai toisella. [Ruuska, 2001]

3.4. Projektin rajaus

Projektin rajauksen merkitys projektin onnistumisen kannalta on ensisijaisen tärkeää. Tarkka tavoite ja sen saattaminen kaikkien osapuolien tietoisuuteen tarvittavalla tasolla ja nimenomaan samansisältöisenä auttaa pysymään oikealla polulla koko projektin ajan. Projektia valmistellessa tehdään projektin rajaus, jossa sovitaan mitä lopputuotteita projektin tuloksena syntyy ja mitä niiltä vaaditaan. Projektin tavoite koostuu kustannuksista, tuotoksesta, suoritteesta, aikataulusta ja tavoitteen laajuudesta. Aikataulut ja työmääräarviot eivät voi pitää paikkaansa ja laatu kärsii, jos suunnitelmat eivät ole tarpeeksi realistiset ja tarkat. Ruuskan [2001] mukaan väärin tai puutteellisesti tehty rajaus on yksi yleisimmistä syistä projektin epäonnistumiselle. Ylin päätäntävalta ja sen vuoksi myös projektin tavoitteen asettelu, seuranta ja muuttaminen ovat yleensä projektin ohjausryhmän vastuulla. [Hughes & Cotterell, 2006; Lewis, 1998; Ruuska, 2001]

Projektilla on päätavoite, joka jaetaan edelleen alatavoitteisiin ja päämääriin. Projektin tulee saavuttaa tiettyjä päämääriä saavuttaakseen lopullinen tavoite. Päämäärät ovat askelia tavoitteen saavuttamiseksi. Selkeiden päämäärien määrittelyä voidaan käyttää SMART-metodia. Termi SMART tulee sanoista specific - täsmällinen, measurable - mitattavissa, achievable - saavutettavissa, relevant – tarpeellinen, time constrained – aikataulutettu. SMART-metodista on olemassa erilaisia muunnoksia,

mutta pääpiirteissään siinä on kyse edellä mainituista asioista. [Hughes & Cotterell, 2006; Lewis, 1998; Project Smart; Ruuska, 2001]

Projektin aikana toteutettava kokonaisuus on hyvä pitää kohtuuden rajoissa. Kohtuudella tarkoitetaan lähinnä toteutettavan kokonaisuuden kokoa suhteessa käytettävissä oleviin resursseihin. Toteutettavat kokonaisuudet dokumentoidaan huolella, mutta myös toteutuksen ulkopuolelle jäävät asiat on hyvä kirjata perusteluineen, koska ne toimivat hyvänä pohjana ohjelmiston jatkokehitykselle. Projektin aikana alkuperäistä rajausta ei saa unohtaa, vaikka joskus joudutaankin tekemään tarkennuksia muuttuvien tilanteiden vuoksi. Täydellisyyteen ei kannata pyrkiä, mutta laatuun satsataan. Ruuska [2001] pitää peukalosääntönä, että projekti ei saisi kestää yli yhtä kalenterivuotta, mutta pidempiäkin projekteja tehdään paljon. [Ruuska, 2001]

3.5. Projektin vaiheet

Projektilla on aina selkeä alkamis- ja päättymisajankohta. Projektin elinkaari sisältää useita eri vaiheita ja jokaisella vaiheella on oma ennalta määrätty tuotoksensa. Kukin vaihe on erilainen toimintamalleineen ja ongelmineen. Usein projektin alkuvaiheissa resurssitarve on vähäisin, mutta epävarmuustekijät suurimmat. Projektin vaiheistuksesta on olemassa useita erilaisia malleja, mutta niissä kaikissa on samat peruselementit, perustamisvaihe, suunnittelu, toteutus ja päättäminen. Vaiheet limittyvät useimmiten toistensa kanssa ja niihin liittyy monia eri tehtäviä. Myöhemmistä työvaiheista joudutaan usein palaamaan aikaisempaan vaiheeseen ja suunnitelmia joudutaan tarkentamaan. Organisaatiossa voi olla meneillään useita eri projekteja samanaikaisesti, tällöin puhutaan moniprojektitympäristöstä. Moniprojektitympäristön aikatauluhallintaan vaikuttavat useat samanaikaiset sitoumukset eri tahoille ja näin yllätystekijöidenkin vaikutus moninkertaistuu. Tällaisessa projektiorganisaatiossa hyvällä suunnittelulla ja seurannalla on vieläkin suurempi tarve. [Ruuska, 2001; Schwalbe, 2007]

3.5.1. Projektin perustaminen ja esitutkimusvaihe

Perustamisvaiheessa tehdään esitutkimus esille nousseen idean tai tarpeen perusteella. Esitutkimusvaiheen aikana selvitetään, onko projektille olemassa todellisia edellytyksiä. Lisäksi kartoitetaan projektin tavoitteet, sekä keskeiset reunaehdot ja ongelma-alueet. Esitutkimuksen perusteella projektin asettaja saa riittävästi tietoa päättääkseen projektin toteutuksesta. Päätöstä tehtäessä puntaroidaan uuden ohjelmiston mukanaan tuomat hyödyt ja haitat sekä vaikutukset organisaatioon ja sen sidosryhmiin. Samoin pohditaan

ainakin karkean tason aikataulua, työmääriä ja kustannuksia. Toteutus päätöksen jälkeen laaditaan projektisuunnitelma. [Ruuska, 2001; Hughes & Cotterell, 2006]

3.5.2. Suunnitteluvaihe

Suunnitteluvaiheessa määritellään mitä tulevalta järjestelmältä odotetaan. Projektisuunnitelmassa määritellään aikataulut, varataan resurssit ja sovitaan työtavoista. Vaatimusmäärittelyt tehdään yleensä toiminnallisista ja ei-toiminnallisista vaatimuksista. Toiminnalliset vaatimukset käsittävät lopputuotteen toiminnalliset vaatimukset, jotka kertovat mitä tulevan ohjelmistotuotteen tulee tehdä. Ei-toiminnalliset määrittelyt käsittävät laatu- ja resurssivaatimukset. Laatu muodostuu mm. käyttäjätyytyväisyydestä, vasteajoista, käytettävyydestä ja järjestelmän luotettavuudesta. Resurssivaatimukset käsittävät kaikki taloudelliset, organisatoriset ja inhimilliset resurssit, joita projektin ja sen lopputuotteen toteuttamiseksi tarvitaan. Resurssien täytyy olla realistisessa suhteessa toiminnallisiin ja laadullisiin vaatimuksiin.

Määrittelyn perusteella tehdään tekninen suunnittelu, jossa määritellään, miten kyseinen lopputuote toteutetaan. Tarkempien määritelmien tulee olla melko pitkällä, ennen kuin tarkempaa projektisuunnitelmaa kannattaa tehdä. Alkuun tehdään karkeamman tason projektisuunnitelma tarkentaen projektin alkuvaiheet. Projektisuunnitelmaa päivitetään kun saadaan tarvittavia lisätietoja. Suunnitteluvaihe on yleensä melko pitkä projektin koko elinkaareen nähden. Tämä vaihe kannattaa tehdä erityisen huolella. Suunnitteluun käytetty aika maksaa itsensä varmasti takaisin myöhemmissä vaiheissa. Tutkimukset ovat osoittaneet, että suurin osa tuotantokustannuksista määräytyy suunnitteluvaiheessa ja yli puolet tuotteen laadusta määritellään suunnitteluvaiheessa. Melkein puolet ohjelmistovirheistä tulee esiin vaatimusmäärittelyn ja suunnitteluvaiheen aikana. Virheiden korjaamisen ohjelmiston käyttöönoton jälkeen on sanottu olevan ainakin 250 kertaa kalliimpaa kuin että ne löydetään ja korjataan jo vaatimusmäärittelyn ja toteutuksen aikana. Suunnitelmien tarkentuessa päästään tarkentamaan myös projektin aikataulua ja työmääräarvioita. [Burke, 2003; Hughes & Cotterell, 2006; Ruuska, 2001]

3.5.3. Toteutusvaihe

Toteutusvaiheessa toteutetaan suunnitelmien mukainen järjestelmä. Lisäksi laaditaan tarvittavat dokumentit toteutuksesta ylläpitoa ja käyttäjiä varten. Toteutusvaiheessa ennen ohjelmiston käyttöönottoa suoritetaan kattava testaus. Testaus jaetaan usein kokonaisuuden laajuudesta riippuen järjestelmä- ja systeemitestaukseen. Järjestelmätestauksessa testataan järjestelmän yksittäisiä osia sekä yksittäistä

järjestelmää omana kokonaisuutenaan. Systeemitestauksessa testataan kyseisen järjestelmän yhteen toimivuutta muiden järjestelmien ja niiden liittymien kanssa. Testauksella varmistetaan järjestelmän laadusta, korjataan mahdolliset virheet sekä puutteet. Toteutusvaiheessa pyritään siihen, että käyttöönotto ja ylläpito sujuvat mahdollisimman hyvin. Tällä on tärkeä merkitys kaikessa suunnittelussa. Toteutuksen edetessä aikatauluja ja työmääräarvioita seurataan säännöllisesti sekä päivitetään toteuman ja muutosten mukaan. [Burke, 2003]

3.5.4. Käyttöönottovaihe

Toteutuksen ja testauksen jälkeen järjestelmä otetaan käyttöön. Tässä vaiheessa järjestetään myös koulutukset asiantuntijoille ja muille käyttäjille. Käyttöönottovaihetta edeltää myös käyttäjäohjeiden ja liiketoimintaprosessien suunnittelu ja käyttöönotto. Järjestelmämuutoksiin liittyy usein organisaatioon ja liiketoimintaan liittyviä muutoksia. Mikäli kyseessä on järjestelmä, jossa hallinnoidaan yrityksen tuotteita, liittyy järjestelmätyöhön myös tuotekehitys ja tuotemateriaalien päivitys. Järjestelmäkehityksen tavoitteena on edesauttaa liiketoiminnan kehitystä. Näin ollen käyttöönottovaiheeseen liittyy useita suuria muutoksia ajatellen koko organisaation toimintaa. Tässä vaiheessa myös muutosvastarinta on yleensä suurimmillaan. Aikataulullisesti ja työmäärällisesti pahin vaihe on ohitettu, mutta myös käyttöönottovaiheessa niiden seurantaan ja asioiden hoitamiseen ajallaan tulee suhtautua samalla tunnollisuudella. [Ruuska, 2001]

3.5.5. Päätämismvaihe

Päätämismvaiheessa hyväksytään toteutettu järjestelmä. Viimeistään tällöin sovitaan mahdollisten jäljelle jääneiden virheiden korjauksesta ja järjestelmän ylläpidosta. Lopputuote luovutetaan asiakkaalle, kun työ on saatu päätökseen. Lopuksi projektiorganisaatio puretaan ja projekti päätetään. Järjestelmävastuu siirtyy ylläpito- ja pienkehityspuolelle. Päätämismvaiheessa tehdään yhteenveto projektin toteutuksesta, suunnitelmien ja toteuman suhteesta. Jokainen projekti kannattaa analysoida päättyessään. Onnistuneet ratkaisut voidaan ottaa käyttöön jatkossakin ja virheistä opitaan. [Ruuska, 2001]

3.6. Elinkaari-ajattelu

Ohjelmistoprojekteissa puhutaan yleensä projektin elinkaaresta. Samalla on kuitenkin huomioitava myös projektin jälkeinen aika, eli niin sanottu operatiivinen vaihe. Riippuen projektin kohteesta, kokonaisuus jossa huomioidaan projektin elinkaaren lisäksi myös operatiivinen vaihe ylläpitoineen, pienkehityksineen ja luopumisineen, jolloin uusitaan jälleen koko järjestelmä, kutsutaan tuotteen elinkaari-ajatteluksi. Korkean teknologian tuotteilla on usein melko lyhyt tuotteen elinkaari, näin ollen uuden teknologian yhdistämismahdollisuudet olemassa oleviin on hyvin tärkeä suunnittelussa huomioitava tekijä. Vain tämän tyyppisellä suunnittelulla voidaan pidentää ohjelmistotuotteen elinkaarta ja pysyä kilpailukykyisenä. [Burke, 2003]

4. SUUNNITTELUN ONGELMIA JA HEIKKOUKSIA

Projektin onnistuminen on kiinni useasta eri osatekijästä. Projektisuunnitteluun pätee vähintäänkin sanonta, hyvin suunniteltu on puoliksi tehty. Koko projektin toteutus perustuu tehdyille suunnitelmille. Suunnitelman laatijan tehtävänä on laatia mahdollisimman täsmälliset suunnitelmat projektista. Arviot tehdään käytettävissä oleva ajan, tiedon, tekniikan ja ammattitaidon sekä kokemuksen perusteella. Useimmiten arviot joudutaan tekemään hyvin varhaisessa vaiheessa, jolloin tarvittavan tiedon saatavuus on rajallista. Puutteellinen suunnittelu vaarantaa projektin onnistumisen. Tästä syystä on ensisijaisen tärkeää, että arviot kyetään tekemään mahdollisimman täsmällisesti huolimatta epätäsmällisestä taustatiedosta.

Useimmissa projekteissa ongelmat ovat hyvin samantyyppisiä. Erään projektipäälliköille tehdyn tutkimuksen mukaan yleisimpiä ongelman aiheuttajia projekteissa olivat heikosti tehdyt arviot ja suunnitelmat, laatukriteereiden ja mittareiden puute, organisatoriset päätöksenteon ongelmat, ongelmat edistymisen todentamisessa, heikko rooli- ja vastuujako sekä ylimalkaiset onnistumisen kriteerit. Tämä osoittaa, että puutteellinen suunnittelu lisää projektinhallinnan ongelmia. Projektin ongelmakentän sisältö, kokeminen ja vaikutukset riippuvat myös siitä, mistä projektiorganisaation osasta on kulloinkin kysymys. Projektiorganisaation jäsenen (esim. suunnittelija ja ohjelmoija) näkökulmasta ongelmat näyttävät erilaiselta kuin asiakkaan mielestä. Projektin toiminnan tasolla ongelmat voivat johtua mm. töiden epätäsmällisestä määrittelystä, johdon välinpitämättömyydestä sekä kontrollin ja seurannan puutteesta, sovellusalueen tuntemattomuudesta, standardien puutteesta, priorisoinnista, dokumentinhallinnasta ja vaatimusten muutoksista, aikataulumuutoksista, kommunikaatio-ongelmista jotka johtavat jopa työn kaksinkertaistumiseen, projektin jäsenten sitoutumattomuudesta, aikataulupaineista sekä koulutuksen puutteesta. Asiakkaan näkökulmasta ongelma-alueet liittyvät useimmiten asiakkaan tilauksen ja toimittajan tuotoksen ristiriitaisuuksiin ja kommunikaatio-ongelmiin. Yhteenvetona voidaan todeta, että projektiorganisaation ongelmat johtuvat suurimmaksi osaksi kommunikaatio-ongelmista projektiorganisaation jäsenten ja sidosryhmien välillä. [Hughes & Cotterell, 2006]

Projektisuunnittelun keskeisimpiä asioita on aikataulusuunnittelu ja sen perustana oleva työmääräarviointi. Aiemmin suunnitelmissa keskityttiin toteutusvaiheen tarkasteluun. 1980-luvulla alettiin kiinnittää enemmän huomiota suunnitteluvaiheeseen, jossa tehdään myös päätökset toteutuksen sisällöstä. Mikäli suunnitelmat tämän vaiheen jälkeen oleellisesti muuttuvat, sillä on suoranainen vaikutus projektin lopputulokseen niin aikataulullisesti kuin kustannuksellisestikin. Aikataulu määrittää projektin kulun ja sen seurannan. Yleisimpiä aikataulujen heikkouksia ovat

liian karkeat tehtäväerittelyt ja suunnitelmien ylläpidon puute muutosten ilmaantuessa. Aikataulut joudutaan usein rakentamaan ainakin jossain määrin arvioiden varaan. Yleisimpiä projektisuunnittelun virheitä tehdään arvioitaessa työmääriä ja aikatauluja. Näissä ollaan usein liian optimistisia. Tehokas työaika ja kalenteriaika ovat eri asia. Henkilöresurssit saatetaan yliarvioida. Samat henkilöt hoitavat useita projektin eri tehtäviä ja voivat olla muissa projekteissa samaan aikaan. Heillä on usein myös muita työtehtäviä, lisäksi työkokemus ja ammattitaito vaihtelevat. Resursseja ei ole merkitty aikatauluihin, jolloin ei ole kokonaiskuvaa todellisesta resurssitarpeesta. Pahimmassa tapauksessa tarvittava resurssi ei olekaan käytettävissä sitä tarvittaessa. Näillä asioilla on suora vaikutus tehtävien suoritusnopeuteen ja laatuun. Asioiden riippuvuussuhteet on syytä pitää mielessä suunnitelmia tehtäessä. Kokematon ja liian ylimalkainen aikataulusuunnittelu on selkeä riskitekijä, lopputuloksena voi olla hyvinkin epärealistinen aikataulu. Samoin on vaarassa käydä, mikäli aikatauluja ei voida suunnitella tehtäväperusteisesti vaan niille annetaan kiinteät rajoitteet esimerkiksi tilaajan taholta. [Burke, 2003; Ruuska, 2001]

Arviot ja suunnitelmat pyritään tekemään mahdollisimman realistisesti. Liian löysä aikatauluarvio voi johtaa projektin turhaan venymiseen, kun työ voitaisiin tehdä tehokkaasti lyhyemmässäkin ajassa. Parkinsonin lain mukaan työt venyvät täyttämään kaiken käytettävissä olevan ajan, jolloin ei työskennellä tehokkaasti. Toisaalta, jos projektin suorittaminen määräajassa edellyttää työvoiman lisäystä, Brookin lain mukaan henkilöresurssien lisääminen myöhästyneelle työlle myöhästyttää sitä vielä lisää. Tämä johtuu siitä, että projektin kasvaessa kasvavat myös haasteet projektinhallinnalle, yhteistyölle ja kommunikoinnille. Alimitoitettu projekti saattaa todellisuudessa valmistua ennen projektia jonka aikataulu on ylimitoitettu. Alimitoitettun projektin suurin riski on lopputuotteen laadussa. Tutkimusten mukaan henkilöresurssien motivaatio ja työmoraali on korkeampi, kun tavoitteet ovat saavutettavissa. [Hughes & Cotterell, 2006]

Osa tehtävistä voi puuttua suunnitelmista. Varsinaista pelivaraa ei kannata sisällyttää arvioihin, mutta niihin on hyvä varautua. Pelivaran käyttöä ei kannata ottaa tavaksi, se on sallittua vain poikkeustilanteissa. Kriittisiin kohtiin on hyvä varata hieman pelivaraa, ei varsinaisiin tehtäviin. Aikataulusta poikkeaminen voi tapahtua melko huomaamatta. Yksi asia johtaa toiseen ja pienistä lipsahduksista kasaantuukin kriittinen riski projektin onnistumiselle. Tehtävien väliset riippuvuudet puuttuvat usein. Arvioita ei kannata tehdä liian suurina kokonaisuuksina. Hyvän perustan aikataulusuunnittelulle antaa projektiositus (WBS). [Hughes & Cotterell, 2006; Pelin, 2002; Ruuska, 2001]

Aluksi tehtävän projektisuunnitelman tehtävänä on toimia lähtökohtana ja perussuunnitelmana projektille. Tämän jälkeen suunnitelmat pannaan täytäntöön ja edistymistä seurataan aktiivisesti. Suunnitelmilla ei ole merkitystä, ellei niiden

edistymistä ja toteutumista seurata asianmukaisesti. Seuranta tulee tehdä ajoissa ja sen tulee olla säännöllistä, jotta korjausliikkeet ovat mahdollisia. Kun havaitaan että projektissa on tapahtunut poikkeama, tehdään välittömiä korjausliikkeitä ja suunnitelmia päivitetään siten, että ne ovat ajan tasalla. Kaiken kaikkiaan projektit joissa on enemmän ihmisiä, ovat aina haastavampia suunniteltavia ja hallittavia. [Burke, 2003; Hughes & Cotterell, 2006]

Schwalbe toteaa, että ehkä yksi syy aikatauluongelmien yleisyyteen on se, että aikaa voidaan mitata niin helposti. Tavoitteesta ja kustannusten ylityksistä voidaan väitellä, mutta aika kuluu kaikesta huolimatta. Ajan mittaaminen arvion ja toteuman välillä on kiistaton, jos ei oteta huomioon kaikkea mikä on vaikuttanut sen liukumiseen. Aika on myös määre, jossa on vähiten joustovaraa. [Schwalbe, 2007]

5. AIKATAULUSUUNNITTELU

Projektin aikatauluhallinta koostuu niistä prosesseista, joiden avulla huolehditaan vaadittujen prosessien ja siten koko projektin suorittamisesta määrättyssä ajassa. Aikataulun hallinta koostuu kuudesta prosessista. Aluksi määritellään projektin aktiviteetit, joita ovat kaikki tehtävät jotka tulee suorittaa projektin lopputuotteen toteuttamiseksi. Jokaiselle aktiviteetille arvioidaan myös kesto, kustannus ja resurssitarpeet. Tämän jälkeen aktiviteetit järjestetään oikeaan järjestykseen huomioiden niiden keskinäiset riippuvuudet ja suhteet. Seuraavaksi arvioidaan resurssitarve. Resursseilla tarkoitetaan henkilöitä, laitteita, tarvikkeita ja varusteita sekä materiaaleja, joita tarvitaan projektin toteuttamiseksi. Kun resurssit on allokoitu, arvioidaan kunkin aktiviteetin kesto kokonaisuutena. Tämä tarkoittaa kaikkien työvaiheiden kaikkien työtehtävien arviointia. Näiden vaiheiden jälkeen projektiaikataulua kehitetään siten, että analysoidaan aikataulusuunnittelun eri vaiheiden tuotokset kokonaisuutena ja päivitetään tarvittavat muutokset. Lopputuloksena saadaan aikaan projektiaikataulu, tarvittavat muutokset resurssivaatimukseen, projektikalenteriin ja projektinhallintasuunnitelmaan.

Oleellinen osa aikataulua on sen säännöllinen valvonta ja muutosten ilmaantuessa sitä on ylläpidettävä, jotta muutosten kokonaisvaikutus voidaan havaita ajoissa. Valvonta koostuu seurannasta, sekä muutosten hallinnasta ja päivittämisestä myös projektiaikatauluun. Aikatauluhallinnan prosessien tehtävät ja tuotokset on kuvattu taulukossa 1. [Schwalbe, 2007]

Aikatauluhallinnan pääprosessit	Prosessin tuotokset
Aktiviteettien määrittely	<ul style="list-style-type: none"> • Aktiviteettilista • Lista aktiviteettien ominaisuuksista • Lista virstanpylväistä eli kriittisistä tehtävistä • Muutospyynnöt
Aktiviteettien järjestys ja riippuvuussuhteiden määrittely	<ul style="list-style-type: none"> • Projektiaikataulun verkkokaavio • Työtehtävien osittelu • Muutosten päivittäminen • Päivitykset aktiviteetteihin ja niiden ominaisuuksiin
Resurssien arviointi	<ul style="list-style-type: none"> • Aktiviteettien resurssivaatimukset • Resurssimuutokset tehtävien ositteluun • Päivitykset aktiviteetteihin ja niiden ominaisuuksiin
Aktiviteettien keston arviointi	<ul style="list-style-type: none"> • Aktiviteettien kestoarviot • Päivitykset aktiviteettien ominaisuuksiin
Aikataulun kehittäminen	<ul style="list-style-type: none"> • Projektiaikataulu • Projektiaikataulun tietosisältö • Alkuperäinen projektiaikataulu (baseline) • Pyydytetyt muutokset • Päivitykset resurssivaatimuksiin • Aktiviteettien ominaisuudet • Projektikalenteri • Projektinhallintasuunnitelma
Aikataulun seuranta ja valvonta	<ul style="list-style-type: none"> • Tuottavuuden mittaaminen • Pyydytetyt muutokset • Suositellut korjaustoimenpiteet • Päivitykset aikataulun tietosisältöön • Alkuperäinen projektiaikataulu • Organisaation prosessivarannot • Lista aktiviteeteista ja niiden ominaisuuksista • Projektinhallintasuunnitelma

Taulukko 1. Projektiaikataulun hallintaprosessit [Schwalbe, 2007]

Hyvän aikataulun tekeminen on haasteellista ja aikaa vievää. Suunnittelumenetelmiä on paljon, mutta osaltaan aikataulujen suunnittelu on hyvin pitkälle arvioperusteista. Suunnittelua varten hankitaan mahdollisimman paljon taustatietoa. Kun yhdistetään kattava taustatieto, kokemus ja tilanteeseen sopiva arviointitekniikka, päästään mahdollisimman realistiseen lopputulokseen. [Pelin, 2002, Ruuska, 2001]

Usein projektiaikataulun ensimmäinen versio on liian pitkä eikä tyydytä kaikkia osapuolia. Projektiaikataulua voidaan joutua lyhentämään eri keinoin. Tämä tarkoittaa yleensä kriittisten tehtävien keston lyhentämistä, joka on syytä tehdä harkiten ja asteittain. Hyvä oikaisukeinojen kartoitusmenetelmä on kyselytekniikka, jonka avulla tutkitaan, onko jonkin tehtävän suorittamiselle olemassa jokin nopeampi tapa. Ratkaisu ei kuitenkaan saisi nostaa kustannuksia eikä henkilöresurssien tarvetta. Taulukossa 2 on kerrottu avainkysymykset, joiden avulla voidaan löytää uusia ja parempia keinoja tehtävien suorittamiselle sekä kyseenalaistaa totutut menetelmät. Tehtävät suoritetaan usein totutulla mallilla, koska niin on tehty aina aiemminkin. Kehitys tarvitsee innovaatioita ja siksi asioiden terve kyseenalaistaminen on joskus paikallaan. [Lockyer & Gordon, 2005]

Avainkysymykset	
Tarkoitus	Mitä tehdään? Miksi tehdään? Mitä muuta voitaisiin tehdä? Mitä pitäisi tehdä?
Paikka	Missä se tehdään? Miksi siellä? Missä muualla se voitaisiin tehdä? Missä se pitäisi tehdä?
Aika	Milloin se tehdään? Miksi silloin? Milloin muuten se voitaisiin tehdä? Milloin se pitäisi tehdä?
Henkilö	Kuka sen tekee? Miksi juuri kyseinen henkilö? Kuka muu sen voisi tehdä? Kenen se pitäisi tehdä?
Keinot	Kuinka se tehdään? Miksi siten? Miten muuten se voitaisiin tehdä? Miten se pitäisi tehdä?

*Taulukko 2. Avainkysymykset ajallisesti edullisempien menetelmien löytämiseksi
[Lockyer & Gordon, 2005]*

Mikäli edellä mainittujen kysymysten avulla ei löydetä ratkaisuja, voidaan asiaa lähestyä myös muilla tavoilla. Tällaisia keinoja ovat esimerkiksi päällekkäisten tehtävien lisääminen, harkittu riskinotto tai resurssien siirto kriittisiin tehtäviin ei-kriittisistä. Kun mikään muu keino ei tuo ratkaisua, voidaan vielä harkita lisäresurssien käyttöä kustannuksia kasvattamalla. Tätä keinoa voisi kutsua myös viimeiseksi oljenkorreksi projektiaikataulun lyhentämiseksi. Kaikkien ratkaisujen suhteen tulee harkita niiden riskit, kustannukset ja seuraukset. [Lockyer & Gordon, 2005]

Projektin aikataulun pitävyys on erittäin tärkeää useastakin eri syystä. Alussa kerrottiin suunnitelman merkityksestä koko projektin kannalta. Projektin toteutuksen kestolla on vaikutuksia mm. investointien tuottoon ja yrityksen kilpailukykyyn. Aikataulun merkitys voidaan usein arvioida myös rahassa. Hyvin toteutunut projekti on yksi projektin onnistumisen mittareista ja vaikuttaa tietenkin myös sen kokonaiskustannuksiin. Lisäksi on merkitystä mm. mahdollisilla myöhästymissakoilla,

projektiin investoidun pääoman korkomenoilla, välillisillä kustannuksilla (esim. tilajärjestelyt, laiteresurssit), projektin tuloksen tuotosta (esim. järjestelmä saadaan käyttöön aikaisemmin) sekä markkinaedulla, kun tuote saadaan käyttöön/markkinoille ennen kilpailijoita. Toimittajan kannalta on ehdottoman tärkeää että aikataulun pitävyyteen voi luottaa. Laadukas tulos on parasta mainosta ja työ puhuu puolestaan. Toimitus määräajassa on yksi onnistuneen projektin mittareista. [Pelin, 2002]

Miten hyvin arvioita yleensä pystyy tekemään, riippuu paljon aikaisemmasta projektityökokemuksesta, kokemuksesta vastaavanlaisista tehtävistä sekä kyseisen liiketoiminta-alueen ja tekniikoiden sekä arviointimenetelmien tuntemuksesta. Erittäin hyvä tapa kasvattaa tätä tietämystä on haastatella vastaavanlaisissa projekteissa toimineita henkilöitä ja todeta miten kauan erilaisten asioiden tekemiseen todellisuudessa kuluu. Suunnittelijan täytyy tietää, mitä ollaan tekemässä ja miten se aiotaan toteuttaa. Mitä pienemmällä suunnittelulla aikataulut rakennetaan, sitä stressaavampi projekti on yleensä tiedossa. Suunniteltu aikataulu on keskimäärin vain noin 80 % toteutuneesta. Kuten aiemmin todettiin, aikataulujen toteutumiseen vaikuttaa hyvin moni seikka ja täsmälliseen arvioon on vaikea päästä. [Chapman, 1997]

Useimmiten aikataulujen epäonnistuminen johtuu epärealistisista aikatavoitteista, liian passiivisesta projektin toteutuksesta tai suunnitelmien puutteellisuudesta. Epävarma osaaminen, laitteet ja teknologia ovat myös omiaan pidentämään projektiin kuluvaa aikaa. Suunnitelmissa on hyvä varautua kohtuullisiin varmuusmarginaaleihin. Mikäli kaikki aikataulumuuttajat on kiristetty äärimmilleen, on hyvin todennäköistä että projekti ei pysy aikataulussa. [Chapman, 1997; Ruuska, 2001]

Arvioita kannattaa tehdä useammalla eri menetelmällä, koska tulokset tukevat toisiaan ja näin saadaan parempi varmuus niiden realistisuudesta. Aikataulusuunnittelu tuo edellä mainitut asiat yhteen ja kokonaisuus rakennetaan todennäköisyysajattelulla, jossa arviointivirheet yleensä hyvin tehtyinä kumoavat toisensa. Varsinainen aikataulu voidaan tehdä jollakin työkalulla, esimerkiksi projektinhallintaohjelmistolla kuten Microsoftin MS Project. Aikataulu kuvataan usein aikajanoilla, joissa eri työtehtävät on sijoitettu aikajanoiksi kalenterille. Toimintaverkkomenetelmät (esim. PERT ja Gantt) tukevat janakaavioita, koska niissä on todettavissa paremmin myös tehtävien väliset riippuvuudet ja kriittisyydet. [Pelin, 2002; Phillips, 2005]

Kun aikataulu on rakennettu, sitä analysoidaan. Lopuksi aikataulu hyväksytään ja siihen sitoutuu koko projektiorganisaatio niin toimittajan kuin asiakkaankin puolella. Projektin toteutuksen kannalta on tärkeää, että myös molempien tahojen yritysjohto on sitoutunut. Muutoksia tulee projektin aikana usein, aikataulua ylläpito on yhtä tärkeää kuin sen tekeminen alkujaankin. Mikäli projektiaikataulua ei päivitetä, kokonaisuus ei ole hallinnassa.

Yleisaikataulussa on mukana yleensä koko projekti. Se sisältää päätehtävät eri osaluilla, sopimuspisteet ja keskinäiset liittymät. Päivätarkkuudella tehty aikataulu

tehdään usein noin kolme kuukautta eteenpäin. Tätä aikataulua tarkennetaan ja jatketaan noin kerran kuukaudessa. Yksityiskohtainen viikkoaikataulu ja tehtäväluettelo tehdään usein pariin viikkoon kerrallaan. Tämä aikataulu tarkistetaan ja käsitellään viikoittain. Kullakin tehtävällä on tehtäväkuvaus ja vastuhenkilö. Pelin [2002] mainitsee suunnittelutehtävien erittelyn nyrkkisäännöksi että ne tehdään 1 – 6 viikon tarkkuudella. Tehtävän suorittajan vaihtuessa tehtävä eritellään aina ja työmäärät tarkistetaan. Phillips suosittelee töiden aikatauluttamista aikayksiköinä, eikä sidottuina tiettyihin työpäiviin deadline-perusteisesti. Tämä mahdollistaa työn suorittamisen ajankohdalle joustoa ja kokonaisuus on silti työmäärältään samansuuruinen. Projekti sidotaan määrättyyn aikamäärään eikä päivämäärään. Tällainen suunnittelu mahdollistaa myös projektin tiivistämisen tarvittaessa.

Aikataulussa otetaan huomioon myös erilaiset laite- ja materiaalityömitukset, varsinkin kriittiset. On hyvä huomioida myös muut ajallisesti vaikuttavat tehtävät, kuten luvat, lomat, päätökset ja sopimukset, hyväksynnät, toimitusajat, kuljetukset ja pakolliset seisonta-ajat. Aikataulut ja tehtäväluettelot voidaan jakaa hierarkkiseksi kokonaisuudeksi. Kaikkea ei välttämättä kannata laittaa samaan aikatauluun. [Pelin, 2002; Phillips, 2005]

6. TÖIDEN OSITTELU JA TYÖMÄÄRÄARVIOINTI

Aikataulun suunnittelu perustuu projektille asetettuihin reunaehtoihin, työvaiheisiin ja niiden työmääräarvioihin. Tehtävien laajuutta ja kestoja on yleensä melko vaikea arvioida etukäteen täysin realistisesti. Arvioinnin avuksi on olemassa monia erilaisia tekniikoita, mutta niitä tehdään usein myös sattumanvaraisesti. Vaikutusta on myös projektin aikana ilmaantuvilla muutoksilla ja yllätyksillä. Muutoksenhallinta ja yllätyksiin varautuminen eli riskinhallinta ovatkin hyvän projektisuunnittelun ja -hallinnan ominaisuuksia. Täsmällistä laskentamallia ei ole olemassa, koska ulkoisten asioiden ja epävarmuustekijöiden vaikutusta ei kyetä täysin ennustamaan.

Työmääriä voidaan arvioida edeltävien kokemusten perusteella samantyyppisistä tehtävistä ja projekteista. Aikatauluja tarkennetaan ja päivitetään projektin edetessä kokonaisuuden tarkentuessa. Kuten yleensä projektisuunnitteluun, myös työmäärien arviointiin kannattaa panostaa. Arviot ovat sitä tarkempia, mitä enemmän niihin nähdään vaivaa ja mitä enemmän tietoa on käytettävissä. [Pelin, 2002; Ruuska, 2001]

Työmäärien arviointi edellyttää projektin rajaamista. Tavoitteenasettelun jälkeen suunnitellaan valmistettava kokonaisuus, kootaan yksityiskohtaiset aikataulusuunnitelmat ja tehdään töiden osittelu sekä määritellään kriittinen polku ja kriittisten tehtävien taitepisteet eli virstanpylväät. Tuloksena on projektin perussuunnitelma (baseline), joka sisältää suunnitelmat ja perusaikataulun. Työmääräarvio on realistisempi, kun projektin suunnitteluvaihe on tehty. Työmääriä arvioitaessa täytyy tietää projektin tavoite ja prosessiin liittyvät tehtävät. Tehtävien kartoittamisessa projektin osittaminen on erittäin hyvä menetelmä. Kun projekti on ositettu, tehdään töiden osittelu ja laaditaan yksityiskohtaisempi tehtävälue. Tehtävät kartoitetaan yleensä ylhäältä alaspäin projektin alusta loppuun asti. Kunkin alueen vastuuhenkilöt ja asiantuntijat ovat parhaita henkilöitä suunnittelemaan ja arvioimaan oman osa-alueensa aikatauluja. Tehtävien ositustarkkuus aikataulun eri vaiheissa riippuu myös projektin kestosta. Pitkän projektin (yli vuosi) loppuvaiheen tehtäviä tarkennetaan usein myöhemminkin. Työtehtävien määrittely täsmentää kunkin työtehtävän sisällön siitä, mitä kyseinen tehtävä pitää sisällään ja projektiryhmän tulee luonnollisesti olla tietoinen tehtävän oikeasta sisällöstä ja sen laajuudesta. Ilman tätä tietoa on melko mahdotonta tehdä realistisista arvioista tehtävien työmäärästä ja kestosta. [Schwalbe, 2007]

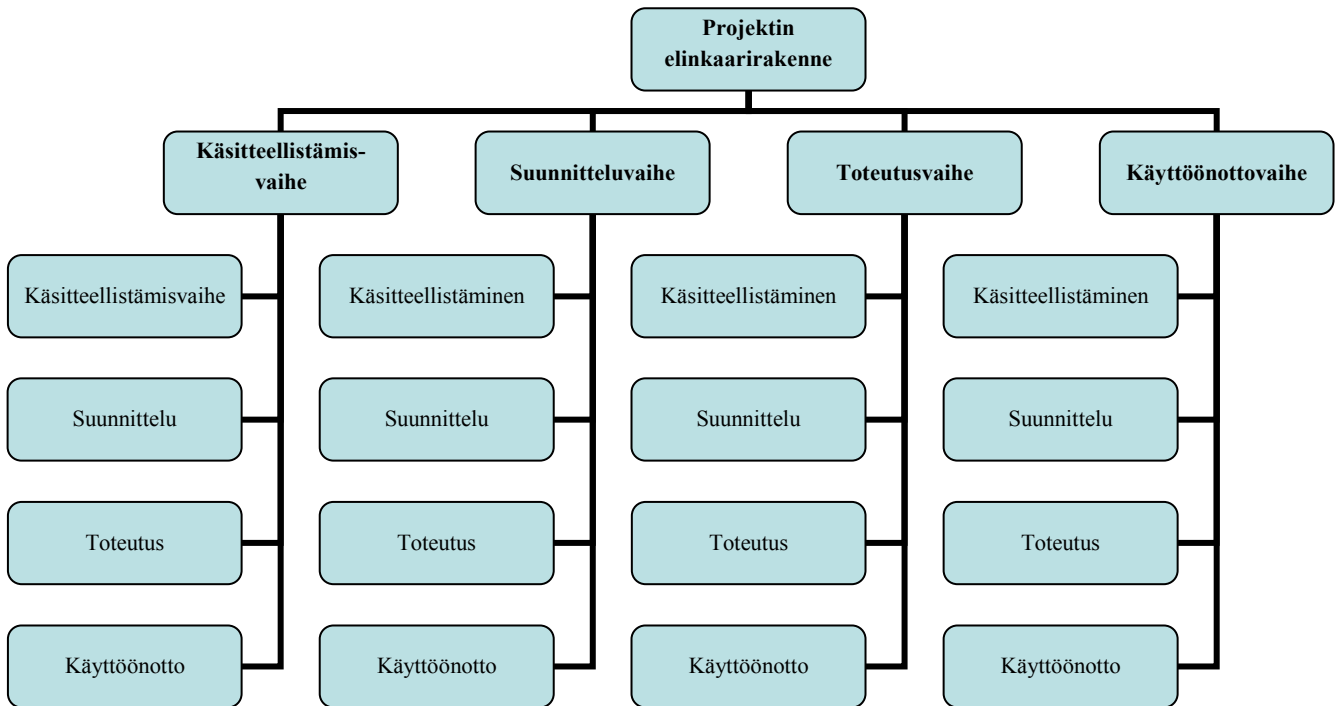
Tehtävien työmäärät ja kesto arvioidaan osituksen jälkeen. Työmääräarvioihin pitää sisällyttää myös projektin hallinta, palaverit, erilainen yhteydenpito, dokumentointi ja koulutus valmisteluineen. Yleensä asioita arvioidaan liian optimistisesti. Realistisuus on hyvin tärkeä seikka projektisuunnitelmia ja arvioita tehtäessä. Toisaalta voitaisiin sanoa, että pieni pessimistisyyskään ei olisi pahitteeksi. [Ruuska, 2001]

6.1. Projektin osittaminen

Projektiosittelua voidaan tehdä eri tavoilla. Projekti voidaan ositella tuotteen, organisaatorakenteen, kustannusjakauman, sopimusten, sijainnin, kuljetusten, järjestelmien tai projektin elinkaaren mukaan. Vaiheistuksen avulla päästään yksityiskohtaisemmalle suunnittelutasolle ja projektin elinkaaren kontrolli paranee.

Projekti koostuu tehtäväkokonaisuuksista, joiden ominaisuuksia ohjelmistoprojekteissa ovat yleensä määrittelyt, laatuvaatimukset, työmääräarviot, budjetointi, kesto, hankinnat, resurssit sekä laitevaatimukset. Kunkin eri vaiheen sisällä projekti jaetaan rinnakkaisiin osaprojekteihin, jotka puolestaan jaetaan osaprojekteihin kokonaisuuden laajuudesta riippuen. Lopulta osina ovat yksittäiset tehtävät. Kustakin vaiheesta syntyy jokin mitattavissa oleva tulos. Jokaisen vaiheen lopussa voidaan pitää vaihekatselmus, jossa tuotokset ja tulokset tarkistetaan ennen kuin siirrytään seuraavaan vaiheeseen. Katselmuksen avulla voidaan varmistaa, että kaikki päättyvän vaiheen tavoitteet on saavutettu. Projektia on helpompi hallita pienempinä kokonaisuuksina. Mitä yksityiskohtaisemman osittelun voi tehdä, sitä tarkempiin työmääräarvioihin päästään. Osittelua voidaan tarkentaa projektin edetessä, kun asioista saadaan tarkempaa tietoa. Osittelutekniikkaa voidaan myös muuttaa vastaamaan paremmin kutakin kokonaisuutta. [Ruuska, 2001; Pelin, 2002]

Tässä tutkielmassa projekti ositellaan elinkaaren ja työtehtävien mukaan. Elinkaarirakenteen mukainen projektiosittelumalli on kuvattu kaaviossa kuvassa 4. Elinkaarimallissa projektiin sisältyvät vaiheet jaetaan neljään alavaiheeseen. Käsitteellistämisvaiheessa muodostetaan kokonaiskäsitelmä projektista tavoitteineen ja se jaetaan käsitteellistämiseen, suunnitteluun, toteutukseen ja toimitus/luovutusvaiheeseen. Jokaisen vaiheen syötteen muodostaa edellisen vaiheen tuotos. Projektin alussa syötteen muodostaa projektin alkuperäinen käsitteellistäminen ja suunnittelu. Jokaisessa alavaiheessa toteutuksen aikana suoritetaan kyseinen tehtäväkokonaisuus ja lopputuloksena on tuotos, josta siirrytään seuraavaan vaiheeseen. Samoin projektin suunnittelu-, toteutus ja luovutusvaihe eli käyttöönotto jaetaan edelleen näihin neljään alavaiheeseen syötteineen, toteutuksineen ja tuotoksineen. Lopulta jokainen projektin vaihe sisältää oman alaprojektinsa, jossa on aina käsitteellistäminen, suunnittelu, toteutus ja tuotoksen luovutus seuraavalle vaiheelle. Tällaista vaiheistusta voidaan jatkaa miten syvällisesti tahansa, kunnes on saavutettu tarvittavan tarkka taso. Projektin sidosryhmien eri näkökulmat voidaan myös ottaa huomioon jakamalla vaiheet osakkeenomistajien, suunnittelijoiden, tilaajan sekä toimittajan kannalta, joilla kaikilla olisi omat nelivaihejakomallit jotka on integroitu asiakkaan mallin kanssa. Projektin osittelusta jatketaan osakokonaisuuksien ositteluun aina työtehtäviin asti. [Burke, 2003]



Kuva 4. Projektin osittelu elinkaarimallin mukaan [Burke, 2003]

6.2. Töiden osittelu

Projekti jaetaan vaiheisiin, vaiheet eri työkokonaisuuksiin ja edelleen työtehtäviin. Projektin osittelun jälkeen töiden ositusmalli integroi projektin yksittäisten tehtävien kanssa ja antaa siten hyvän kokonaiskäsityksen projektista. Töiden osittelumalli (WBS) muodostuu alimman mahdollisen tason tehtävistä ja on kunkin vaiheen aikataulu ja kartta. Mallin avulla määritellään projektin valmistumiseen tarvittavat työt, niiden järjestys sekä tiedostetaan asioiden kiireellisyys. Samalla voidaan estää projektin liiallinen laajeneminen eli se tarjoaa myös kontrollia. [Phillips, 2005]

Osittelumetodeita on useita, joista parhaan löytöminen on tapauskohtaista. Osittelumalli voidaan luoda joko ylhäältä-alas tai alhaalta-ylös-periaatteella. Ylhäältä-alas-menetelmässä päättely lähtee yleisemmästä tasosta ja etenee aina tarkemmalle tasolle. Tämä suunnittelu vaatii enemmän logiikkaa ja rakenteita ja on myös suositeltavampi tapa osittelumallin rakentamiseen. Alhaalta-ylös-malli on hyvä silloin kun ongelmia ratkaistaan aivoriiven omaisesti. Tässä tutkielmassa käsitellään pääasiallisesti vain projektin elinkaaren mukaista osittelua ylhäältä alas. Työvaiheiden ositus jakaa projektin organisatorisesti omiin osaprojekteihin ja vastuualueisiin, jossa jokaisella työtehtävällä on oma nelivaiheinen kokonaisuutensa. Tämän mallin tarkoituksena on jakaa projektin työtehtävät pienempiin hallittaviin kokonaisuuksiin. Hallittavuudella tarkoitetaan työmäärän arviointia, suunnittelua sekä sitomista tietyille

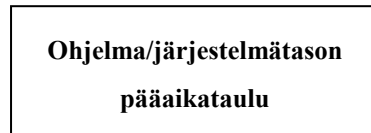
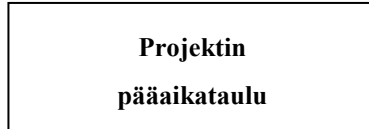
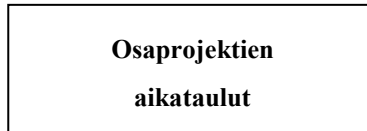
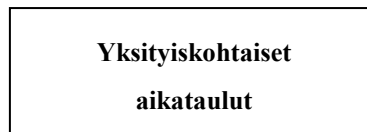
henkilöresursseille. Samalla voidaan varmistua, että arviot sisältävät kaikki tehtäväalueet. Töiden ositteluun kannattaa kehittää organisaation oma perusmalli, jota voidaan käyttää pohjana kaikissa projekteissa. [Burke, 2003; Phillips, 2005]

Osittelun esitysmuotoja on erilaisia, esim. graafinen kaavio, numeroitu tai sisennetty luettelo tai taulukko. Selkein osittelun kuvaustapa on graafinen kaavio, jossa tehtävähierarkia ja riippuvuudet ovat helposti todennettavissa. Graafisessa esityksessä tehtävien keskinäinen hierarkia voidaan kuvata horisontaalisella tai vertikaalisella kaaviorakenteella. Projektinhallintaohjelmissa on mahdollista osittaa koko projekti ja toteuttaa ns. työn hajautusrakenne. Osittelun tuloksena syntyvät kokonaisuudet (osittelumallin rakenteet) voi muotoilla ja numeroida yksilöllisesti kunkin projektin vaatimusten mukaisesti ja varmistaa samalla tietojen yhdenmukaisuus. Microsoftin MS Project-ohjelmassa, joka on kehitetty projektinhallinnan apuvälineeksi, projektin työtehtävien osituksen tasot saadaan hyvin kuvattua ja raportoitua. Projekti jaetaan osakokonaisuuksiksi kaikkine alatehtävineen ja riippuvuuksineen. Tehtävät jäsennellään ja niille asetetaan etapit ja resurssivaraukset. [Huotari *et al.*, 1995]

Hyvin tehty osittelu on erinomainen perusta aikataulusuunnittelulle. Riippumatta siitä, mitä aikataulujen arviointitekniikkaa käytetään, osittelu on aina hyvä tehdä mahdollisimman tarkalla tasolla. Pelin [2002] kutsuu ositusta projektin selkärangaksi. Sen perusteella työ jäsennellään hierarkkisesti, ajallinen ja taloudellinen suunnittelu ja ohjaus integroidaan sen avulla. Tämä menettelytapa on melko työläs, mutta suunnittelussa voidaan päästä melko tarkkoihin arvioihin. [Pelin, 2002; Pressman, 2000; Ruuska, 2001]

Projektiosituksen ylimmällä tasolla on koko osa-alueen, esimerkiksi yhden järjestelmän pääaikataulu. Tämä jaetaan edelleen järjestelmäprojekteihin, joiden aikataulut ovat kukin osa järjestelmätason pääaikataulua. Jokainen järjestelmäprojekti jaetaan edelleen osaprojektien aikatauluihin, jotka ovat kukin osa jonkin projektin aikataulua. Osaprojekti jaetaan työtehtävätason aikatauluihin. Jako voi olla hyvinkin yksityiskohtainen. Käytännöllisyyden kannalta voidaan pitää tarkoituksenmukaisena kolmi- tai nelitasoista töiden osittelua. Kuvassa 5 on esitetty nelitasoinen osittelumallin hierarkia.

Osittelumallin yksityiskohtaisuuteen vaikuttaa tietojen yksityiskohtaisuuden taso, riski- ja kontrollitaso, täsmällisyys, työkustannukset ja henkilötyömäärä. Hyvä nyrkkisääntö on, että mitä enemmän riskejä, sitä yksityiskohtaisemmat suunnitelmat. Kustannusarvioita, aikatauluja ja tarjouksia tehtäessä tarkkuus on tärkeää. Yrityksillä ei ole varaa päällekkäisyyksiin eikä aukkoihin. Hyvä sääntö arvioiden täsmällisyysvaatimukseen on se, että virhemarginaali on korkeintaan sama kuin odotettavissa oleva tuotto kyseisestä työstä. Käytännössä aikataulutus on hyvin haasteellista ja ongelmia on kokonaisuuden esittelytarkkuuden, toimivuuden ja riippuvuuksien hallinnassa. [Burke, 2003; Pelin, 2002; Tsui, 2004]

Osittelumallin taso 1**Osittelumallin taso 2****Osittelumallin taso 3****Osittelumallin taso 4**

*Kuva 5. Töiden osittelu ja aikataulujen liittymät toisiinsa projektin osittelussa, osittelumallin rakenne
[Pelin, 2002]*

6.3. Sopivan henkilön valinta

Jokaiselle tehtävälle kannattaa valita siihen sopivin henkilö. Tehtävän työmäärä ja kesto ovat riippuvaisia suorittavan henkilön sopivuudesta. Työn suoritukseen vaikuttavat tehtävän vaikeusasteen ja laajuuden lisäksi suorittavan henkilön kokemus, kykyrakenne, osaamisalueet, työtapa sekä muut samanaikaiset tehtävät. Aikataulusuunnitelma on hyvä tarkistaa aina sen jälkeen, kun kunkin tehtävän suorittaja on tiedossa.

Sopivuudeksi voidaan laskea myös projektiorganisaation yhteen hiileen puhaltaminen ja henkilökemioiden toimivuus. Toimiva työyhteisö ja hyvä ilmapiiri edesauttavat projektin etenemistä ja työtehokkuutta. Motivoitunut ja positiivinen henkilö on tehokkaampi ja työn jälki laadukkaampaa. Henkilön suorite koostuu kyvyn ja motivaation yhteisvaikutuksesta. Kykytekijä on yleensä melko kiinteä, mutta motivaation parantamisella voidaan parantaa suoritetta. Projektipäällikön henkilöstöjohtamisen taidot tulevat tärkeiksi tekijöiksi motivaation suhteen, johtamistavalla on merkitystä. Mikäli yksilön tarpeet jäävät tyydyttämättä, suoritustaso ja motivaatio laskevat. [Burke, 2003; Ruuska, 2001]

6.4. Työmäärien arviointimenetelmiä

Työmäärien ja niiden suorittamiseen kuluvan ajan sekä kalenteriajan arviointiin on olemassa erilaisia menetelmiä. Arvioiden tukena kannattaa käyttää aiempaa kokemusta

ja tilastoja vastaavanlaisista projekteista ja tehtävistä. Lisäksi on olemassa koko joukko erilaisia arviointimenetelmiä. Näiden kahden tekijän summalla päästään realistisempaan arvioon. Projektin työmäärien arvioimiseksi tehtävät tulee ensin määrittellä mahdollisimman tarkalla tasolla. Erinomaisena apuna tehtävien määrittelylle on esimerkiksi aiemmin kerrottu projektin osittelu. Seuraavaksi esitellään joitakin työmääräarviointimenetelmiä, joita voidaan soveltaen käyttää minkä tahansa projektin työmäärien ja aikataulujen määrittämiseen.

Puhtaasti matemaattiset menetelmät on jätetty pois tästä tutkielmasta. Matemaattisten laskentamallien käyttö on kohtuullisen työlästä ilman hyviä laskentaohjelmia ja vankkaa historiatietoa. Kirjassaan *Theory, Algorithms and Systems* matemaattisista menetelmistä Michael Pinedo kertoo matemaattisten työmääräarviointimenetelmien heikkouksista. Teoreettiset mallit

- olettavat, että on tietty määrä tehtäviä aikataulutettavana ja kun ne on kerran arvioitu, ongelma on ratkaistu. Projekti aikana tehtävärakenne ja määrä kuitenkin yleensä muuttuvat jonkin verran.
 - eivät yleensä tue aikataulumuutoksia ennalta-arvaamattomien tilanteiden ilmaantuaessa. Usein aikatauluja ei suuremmin päivitetä.
 - ovat yksioikoisempia, kuin todellisuus, esimerkiksi koneiden ominaisuudet.
 - pitävät työtehtävän merkityksiä pysyvinä, kun todellisuudessa niiden painoarvo muuttuu useinkin. Vähemmän tärkeästä tehtävästä voi nousta tärkeä.
 - eivät huomioi parempia vaihtoehtoja, työ tehdään tai ei tehdä mutta toteutustapoja ei vertailla niin tehokkaasti.
 - eivät huomioi resurssien käytettävyyttä.
 - eivät huomioi pakotteita, esim. myöhästymissakkoja.
 - huomioivat tehtävällä vain yhden muuttujan ja ominaisuuden. Todellisuudessa tehtävillä on useita ominaisuuksia ja ne myös muuttuvat projektin aikana.
- [Pinedo, 1995]

6.4.1. SLOC-koodirivilaskentamenetelmä

Työmääräarvioita tehtäessä asiaa voidaan tarkastella koodirivien määrän mukaan, tätä menetelmää kutsutaan SLOC-menetelmäksi (Source Lines of Code). Menetelmää voidaan käyttää, jos on käytettävissä aiempien projektin toteutumista mitattuja määriä. Usein koodirivilaskenta niputetaan suurempiin kokonaisuuksiin, jollainen menetelmä on KLOC (Thousands of Lines of Code).

Laskenta tapahtuu koodirivien määrän mukaan, joista saadaan johdettua mm. työn tuottavuus, laatu, kustannus- ja dokumentointiarvoja. Projektien tilaa kuvaavia mittareita ovat mm. löydettyjen virheiden määrä per KLOC, kustannukset per koodirivi,

dokumenttien sivumäärä per KLOC, virheiden määrä per henkilötyökuukausi, koodirivien määrä per henkilötyökuukausi ja kustannukset per dokumenttisivujen määrä. Mittarit antavat pohjaa tulevien projektin arvioinnille. Toteutuksen tehokkuutta voidaan parantaa hyödyntämällä olemassa olevia ohjelmistoja. Uuden koodin tekeminen on aina työläämpää ja hitaampaa. Hyvillä suunnittelumenetelmillä ja -apuvälineillä voidaan kasvattaa koodirivin tuottavuutta per henkilötyökuukausi. Tehostamalla tuottavuutta päästään pienempiin kustannuksiin ja tarvittavan henkilöresurssimäärän tarve pienenee.

Kerrottakoon konkreettinen esimerkki SLOC-laskennasta. Pohjatietoina tässä tapauksessa tiedetään, että yhden henkilökuukauden tuotos on 500 koodiriviä ja yksi koodirivi (LOC) maksaa 12 €. Projektin tuotoksen on arvioitu vaativan noin 120 000 koodiriviä ja toteutusaikaa on 12 kuukautta.

Projektiin vaadittavien henkilötyökuukausien määrä:

$$\text{LOC/htkk tuotoksella} = 120\,000/500 = 240 \text{ htkk}$$

Projektin kustannukset:

$$\text{kustannus/LOC} * \text{koodirivien kokonaismäärä} = 12 \text{ €} * 120\,000 = 1\,440\,000 \text{ €}$$

Henkilöresurssien tarve:

$$\text{htkk/käytettävissä oleva aika} = 240/12 = 20 \text{ henkilöä}$$

Tämä menetelmä on pelkästään käytettynä yleensä melko epätarkka. Epätarkkuus johtuu mm. työmäärään ja keston vaikuttavista muista tekijöistä, joita ei laskennassa huomioida. Tällaisia ovat ohjelmoitavan tuotteen monimutkaisuus, ohjelmointikieli, ohjelmoijan kokemus ja osaaminen, kommenttirivien määrä sekä tietosisältö. Jotta laskenta olisi realistisempaa, tulisi myös näiden tekijöiden vaikutus huomioida koodirivilaskentaan perustuvassa menetelmässä. Tutkimukset ovat pyrkineet löytämään objektiivisia mittareita ohjelmiston monimuotoisuuden vaikutuksen laskentaan, mutta niihin vaikuttaa väistämättä myös arvioitsijan subjektiivinen näkemys. KLOC:in avulla on kuitenkin helppo mitata onnistumista ja sillä pystytään tekemään selkeitä arvioita. Arvion tulos on sitä parempi, mitä pienempiin osakokonaisuuksiin projekti on jaettu ja miten tarkasti asiat on arviointivaiheessa määritelty. Lisäksi tulee huomioida, että kokonaisuuden muodostaa koko projekti ohjelmoinnin ollessa vain osa sitä. Tämä on huomioitava keskimääräisissä mittareissa, tarkoittaen että tuotoksen laskennassa tulee huomioida koko projekti kaikkine vaiheineen. Muussa tapauksessa menetelmällä ei voida arvioida kuin vaadittavan ohjelmoinnin työmääriä, kustannuksia ja resurssitarpeita. [Hughes & Cotterell, 2006; Taina, 2000; Torkkola, 1994]

6.4.2. COCOMO-malli

COCOMO-malli (Constructive Cost Model) on kustannuslaskentamalli, joka perustuu työn tuottavuuteen vaikuttaviin tekijöihin. Tuottavuudella tarkoitetaan tässä yhteydessä ajan ja tuotoksen suhdetta. Mitä nopeampi tuotos, sitä parempi on tuottavuus. Menetelmän avulla arvioidaan vaadittu työmäärä ja kalenteriaika huomioiden mm. tehtävän vaikeusaste ja suorittajan kykyrakenne. Mallista on olemassa kolme erilaista empiiristä versiota, perusmalli (Basic model), keskimalli (Intermediate model) ja kehittynyt malli (Advanced/Detailed model). Perusmallissa henkilötyökuukausien määrä arvioidaan LOC-mallilla. Keskimallissa huomioidaan myös tuote, henkilöstö, kehitysympäristö ja projektia kuvaavat kustannuskertoimet. Subjektiiivisesti arvioituilla kustannustekijöillä arvioidaan projektin vaadittu työmäärä. Kehittyneessä mallissa henkilötyökuukaudet arvioidaan keskimallilla ja sen lisäksi kunkin kustannustekijän vaikutus arvioidaan kaikkiin projektin vaiheisiin. COCOMO-laskennan tärkein tehtävä on työn tuottavuuden avulla laskettava henkilötyömäärän suuruus. Tuloksena saadaan laskettua vaadittu kehityspanos ja kalenteriaika.

COCOMO-malli soveltuu melko pienille ja yksinkertaisille projekteille, missä vaatimukset voivat joustaa mutta osaava ja pieni projektiryhmä toimii ongelman parissa sekä keskikokoiselle projektille, jossa joustoa ei ole yhtä paljon ja projektiryhmän osaaminen vaihtelee. Lisäksi malli soveltuu projekteihin joissa ohjelmisto, vaatimukset, laitteet ja ympäristö aiheuttavat tiukat reunaehdot eli kokonaisuus on hyvin määritelty ja sidottu. Tutkimusten mukaan malli antaa työmääräarvot noin 20 %:n tarkkuudella. [Agarwal *et al.*, 2001; Ikkela; Saarenpää, 2005; Torkkola, 1994]

COCOMO-mallin peruslaskennassa projektille arvioidaan skaalauskerroimet ja lasketaan skaalauspotenssi, joka kuvaa projektiryhmän kokemusta ja toteutuksen vaikeutta. Skaalauspotenssi saadaan arvioimalla projektin jokainen osakokonaisuus huomioiden mm. koodin uudelleenkäyttömahdollisuudet ja automaattinen generointi. Työmäärä koodiriveinä korotetaan skaalauspotenssiin ja se kerrotaan tuottavuuskertoimella (htkk/KLOC). Keskitason mallissa käytettävä kustannuserroin muodostuu viidentoista eri kustannustekijän tulosta. Kansainväliseen tilastotietoon pohjautuvat luvut on kuvattu taulukossa 3 ja kustannustekijät taulukossa 4. Kustannuskertoimella täsmennetään työmääräarvioita huomioiden eri kustannustekijöiden vaikutukset työmäärään. Lopuksi lasketaan toteutukseen vaadittava kalenteriaika. COCOMO-mallin basic- ja intermediate-tasojen työmäärien ja keston laskentamalli on havainnollistettu seuraavassa esimerkissä. [Agarwal *et al.*, 2001; Boehm *et al.*, 1995; Haikala, 2008; Ikkela; Jones, 2002; Pressman, 2001]

1) Basic COCOMO

Lasketaan työmääräarvio huomioiden tehtävän vaikeusaste. Tämän jälkeen työmäärä muunnetaan kalenteriajaksi.

KLOC = ohjelmiston koko tuhansina koodiriveinä

Skaalauspotenssi = E = 0.91 + 0.01 * (ST1 + ST2+ ST3 + ST4 + ST5)

STn = Skaalaustekijän mukainen arvo taulukosta 3

(VL=Very Low, L=Low, N=Normal, H=High, VH=Very High, EH = Extra High):

Skaalaustekijä	VL	L	N	H	VH	EH
Samantyyppisiä tehtyjä ennenkin	6.20	4.96	3.72	2.48	1.24	0.00
Vaatimuksia voidaan muuttaa	5.07	4.05	3.04	2.03	1.01	0.00
Riskit tunnetaan ja hallitaan	7.07	5.65	4.24	2.83	1.41	0.00
Projektiryhmän yhteistyökyky	5.48	4.38	3.29	2.19	1.10	0.00
Tuotantoprosessin kypsyyden	7.80	6.24	4.69	3.12	1.56	0.00

Taulukko 3. Skaalauskerroimet [Haikala, 2008]

MM = työmäärä henkilötyökuukausina (htkk)

MM = htkk/KLOC * KLOC^E

Helppo tehtävä MM = 2.4 * KLOC^{1.05}

Normaali tehtävä MM = 3.0 * KLOC^{1.12}

Vaikea tehtävä MM = 3.6 * KLOC^{1.20}

2) Intermediate COCOMO

Lasketaan alustava työmääräarvio huomioiden tehtävän vaikeusaste, jonka jälkeen työmäärää täsmennetään kustannuskertoimella. Lopuksi täsmennetty työmäärä muunnetaan kalenteriajaksi.

Korjattu työmäärä = MM * kustannuserroin

Kustannuserroin saadaan viidentoista kustannustekijäkertoimen tulosta

(VL=Very Low, L=Low, N=Normal, H=High, VH=Very High, EH = Extra High):

Kustannustekijä	VL	L	N	H	VH	EH
Luotettavuusmääritykset	0.75	0.88	1.0	1.15	1.40	
Tietokannan koko		0.94	1.0	1.08	1.16	
Tuotteen monimutkaisuus	0.70	0.85	1.0	1.15	1.30	1.65
Suoritusajavaatimukset			1.0	1.11	1.30	1.65
Muistitilarajoitukset			1.0	1.06	1.21	1.56
Kehitysjärjestelmän kypsyys		0.87	1.0	1.15	1.21	
Aika muutoksen tekemiseen		0.87	1.0	1.07	1.15	
Suunnittelijoiden kyvykkyys	1.46	1.19	1.0	0.86	0.71	
Sovellusalueen tuntemus	1.29	1.13	1.0	0.91	0.82	
Ohjelmoijien kyvykkyys	1.42	1.13	1.0	0.86	0.70	
Kehitysjärjestelmän tuntemus	1.21	1.10	1.0	0.90		
Ohjelmointikielen tuntemus	1.14	1.07	1.0	0.95		
Nykyaikaiset menetelmät	1.24	1.10	1.0	0.91	0.20	
Kehitystyökalujen käyttö	1.24	1.10	1.0	0.91	0.83	
Aikataulun kireys	1.23	1.08	1.0	1.04	1.10	

Taulukko 4. COCOMO Intermediate-mallin kustannuskertoimet [Haikala, 2008]

3) Työmäärän muuntaminen kalenteriajaksi

Tdev = projektin kesto kalenteriajassa (kk) projektin vaikeusasteen mukaan arvioituna

$$\text{Helppo: Tdev} = 2.5 * \text{MM}^{0.38}$$

$$\text{Normaali: Tdev} = 2.5 * \text{MM}^{0.35}$$

$$\text{Vaikea tehtävä Tdev} = 2.5 * \text{MM}^{0.32}$$

6.4.3. Toimintopistemalli

Toimintopisteisiin perustuvassa Function Point Analysis (FTP) [Albrecht, 1979] mallissa laskenta perustuu ohjelman toiminnallisuuteen ja ominaisuuksiin. Menetelmä on koodirivilaskentaa tarkempi keino resurssien laskentaan, koska mittareina toimivat ohjelmiston toimintoja kuvaavat toimintopisteet (FP-function points). [Torkkola, 1994]

Toimintopisteet lasketaan ohjelmiston ja käyttäjän sekä liitännäisjärjestelmien välisen vuorovaikutuksen perusteella viideltä eri sektorilta. Laskennassa huomioidaan käyttäjien tekemät kyselyt joista saadaan jokin tuloste ja käyttäjien antamat syötteen niiltä osin, kuin ne tuottavat uutta dataa. Kokonaisuuteen lasketaan myös kaikkien sovelluskohtaista tietoa antavien käyttäjätulosteiden lukumäärä kuten raportit, näytöt ja virheilmoitukset. Lisäksi jokainen looginen tiedosto lasketaan mukaan, relaatiot lasketaan tietokantaa käytettäessä. Ulkoisten liittymien lukumäärään lasketaan liittymät oheislaitteisiin, käyttöjärjestelmään ja muihin järjestelmiin. Tämän jälkeen kaikkien viiden ryhmän tulos kerrotaan vaikeusluokan painokertoimella ja lasketaan yhteen (UFP, Unadjusted Function Points). Arvioidaan ulkoiset tekijät, jotka vaikuttavat ohjelmistoon (kompleksisuuskerroin, TCF, Technical Complexity Factor). Lopuksi lasketaan toimintopisteet ja muutetaan ne kertoimilla työmääräksi. Seuraavassa

esimerkissä, taulukoissa 5 – 8 on havainnollistettu esimerkki toimintopistelaskennasta. [Kipponen, 2005; Longstreet, 2008; Saarenpää, 2005; Taina, 2000]

- 1) Lasketaan ohjelmiston tekijät vaikeusluokittain painotettuina ja näistä saadut toimintopisteet lasketaan yhteen (taulukko 5).

Vaikeusaste/ Mittattu tekijä	Helppo lkm * kerroin	Normaali lkm * kerroin	Vaikea lkm * kerroin	Yhteensä
Käyttäjäsyytteen	2 * 3	4 * 4	1 * 6	28
Käyttäjätulosteet	3 * 4	0 * 5	2 * 7	26
Käyttäjäkyselyt	1 * 3	4 * 4	0 * 6	19
Tiedostot	5 * 7	0 * 10	1 * 15	50
Ulkoiset liittymät	1 * 5	2 * 7	1 * 10	29
Toimintopisteet yhteensä(UFP)				152

Taulukko 5. Toimintopiste-laskentamalli [Saarenpää, 2005]

- 2) Arvioidaan ulkoisten tekijöiden vaikutus siihen tarkoitettujen mittareiden avulla (taulukko 6) ja lasketaan ohjelmiston monimutkaisuuskerroin (taulukot 6 ja 7).

Arvo	Selitys
0	Ei koskaan
1	Harvoin
2	Toisinaan
3	Keskimääräisesti
4	Merkittävästi
5	Oleellisesti

Taulukko 6. Ulkoisten tekijöiden vaikutusasteen mittarit [Taina, 2000]

Ulkoiset tekijät	Arvo
Tarvitaanko tietoliikenneominaisuuksia	2
Onko hajautettua prosessinhallintaa	0
Onko suorituskyky kriittinen elementti	3
Kuormittaako koneympäristö järjestelmää	2
Tarvitaanko interaktiivista tietojen syöttöä suoritusaikana (on-line syöttö)	0
Tehdäänkö on-line päivityksiä	0
Täytyykö interaktiivinen tietojen syöttö synkronoida usealle näytölle tai operaatiolle	0
Ovatko syötteet, tulosteet, tiedostot tai kyselyt monimutkaisia	1
Onko ohjelman asennus helppoa	2
Onko ohjelman toiminta monimutkaista	1
Onko ohjelmakoodi uudelleenkäytettävää	5
Onko sovellus helppo käyttää	5
Soveltuuko ohjelmisto eri käyttöympäristöihin	2
Onko ohjelmamuutosten tekeminen helppoa	3
Ulkoisten tekijöiden yhteisvaikutus (DI, degree of Influence)	26
Kompleksisuuskerroin (TCF):	0.91
TCF = 0.65 (vakio) + 0.01 (vakio) * DI = 0.65 + 0.01 * 26	

Taulukko 7. Monimutkaisuuskertoimen laskentamalli [Saarenpää, 2005; Taina, 2000]

Lopuksi esimerkissä lasketaan monimutkaisuuskerroin ja lopullisten toimintopisteiden määrä. Ohjelmiston arvioitu ohjelmointityömäärä saadaan kertomalla arvioitu koodirivimäärä toimintopisteillä. Toteutukseen valitun ohjelmointikielen toiminnallinen tehokkuus (ilmaisuvoima) vaikuttaa koodauksen kokonaistyömäärään eli siihen, montako koodiriviä arvioitu ohjelmakokonaisuus tarvitsee ollakseen valmis. Henkilötyömäärä saadaan jatkojalostettua laskemalla henkilön tuottavuus per koodirivi per htkk. Korkeamman tason ohjelmointikielissä, kuten Java ja Java Script vaativat vähemmän koodirivejä kuin Cobol. Kuten LOC-mallissa aiempien projektien tilastoiduista toimintopistearvoista (FP-arvoja) saadaan mittareita mm. testauksessa löytyviin virheisiin per FP, käyttöönoton jälkeen löytyviin virheisiin per FP, kustannuksiin per FP, dokumenttisivuihin per FP ja FP per henkilötyökuukausi. Todellinen koodirivi- ja työmäärä tiedetään vasta kunkin projektin lopussa. Taulukkoon 8. on koottu joidenkin ohjelmointikielien tuottavuustietoja. Ohjelmointikielien tehokkuutta kuvaavat keskiarvot on kerätty 2597:stä eri toimintopistelaskentapohjaisesta projektista. Ne on koonnut amerikkalainen

ohjelmistoprojekteihin erikoistunut konsultointiyritys Quantitative Software Management Inc. [QSM, 2005; Saarenpää, 2005; Taina, 2000]

- 3) Lasketaan ohjelmiston lopullinen koko, huomioiden ohjelmiston monimutkaisuuden vaikutus toimintopisteisiin.

FP (lopulliset toimintopisteet)

= TCF (kompleksisuuskerroin) * UFP (toimintopisteet)

$$FP = 0.91 * 152 = 138$$

Voidaan vertailla ohjelmiston kokoa ohjelmakoodin kokonaisrivimäärinä riippuen käytettävästä ohjelmointikielestä (taulukko 8). Tarvittavien koodirivien määrästä saadaan johdettua edelleen työmääräarviot mm. SLOC-menetelmällä.

Ohjelmointikieli	Rivejä/FP	Tarvittavan ohjelman kokonaisrivimäärä (= FP * koodirivit)
Assembler	172	138 * 172 = 23 736
C	148	138 * 148 = 20 424
C++	60	138 * 60 = 8 280
Cobol	73	138 * 73 = 10 074
Java	60	138 * 60 = 8 280
Java Script	56	138 * 56 = 7 728
Oracle	38	138 * 38 = 5 244
Visual Basic	50	138 * 32 = 4 416

Taulukko 8. Ohjelmointikielen vaikutus ohjelmiston ohjelmointityömäärään [QSM, 2005]

Toimintopistemalli on alkujaan suunniteltu erityisesti informaatiojärjestelmäprojekteille, mutta menetelmää on laajennettu sopimaan myös muunlaisille projekteille. Mallin hyviä puolia on sen ohjelmointikieliriippumattomuus ja sen perustuessa dataan se on myös helpommin arvioitavissa. Mallin huonona puolena mainittakoon tulkitsijan vaikutus laskennan lopputulokseen ja toisekseen numeerinen FP-arvo ei ole konkreettinen. [Longstreet, 2008; Taina, 2000]

7. RIIPPUVUUDET JA KRIITTISET POLUT

Projektin aktiviteettien määrittelyn jälkeen määritellään tehtävien väliset riippuvuudet ja suhteet. Tähän kuuluu projektin aktiviteettilistan tarkastelu, tehtävien edellyttämien ominaisuuksien arviointi sekä projektin tavoitteen ja hyväksytyjen muutospyyntöjen huomiointi. Tähän kuuluu myös syy-seuraussuhteen arviointi sekä erilaiset riippuvuussuhteet. [Schwalbe, 2007]

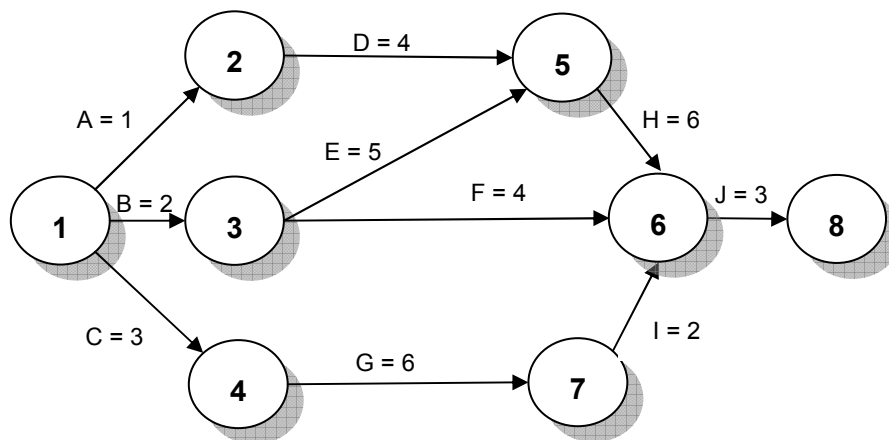
Tehtävien riippuvuus on tehtävien tai tapahtumien välisen järjestyksen määräävä valittu tai ehdoton rajoitus. Ehdoton riippuvuus tarkoittaa tehtäviä, jotka on mahdollista suorittaa vain yhdellä tavalla. Ehdollinen riippuvuus antaa valinnan mahdollisuutta, mutta kahden tehtävän välillä on kuitenkin riippuvuutta. Looginen riippuvuus määrää tehtävien johdonmukaisen suoritusjärjestyksen. Lisäksi on olemassa ulkoisia riippuvuustekijöitä, kuten ihmissuhteet sekä projektin ulkopuoliset aktiviteetit. Resurssiriippuvuus määrää tehtävien suoritusjärjestyksen joka johtuu annetuista resurssirajoituksista. Mikäli tehtävän suoritus riippuu toisen tehtävän vaiheesta, kyseessä on limityscriippuvuus. Tehtävien resurssiriippuvuus syntyy kun tekijöinä ovat samat henkilöt. Mikäli tehtävän alkamis- ja päättymisajankohta on sidottu johonkin ajankohtaan, kyseessä on kalenteririippuvuus. Kun seuraava tehtävä voi alkaa vasta tietyn ajan kuluttua edellisen loppumisesta, puhutaan viiveriippuvuudesta. Toisistaan täysin irrallisilla tehtävillä ei ole riippuvuussuhdetta. [Schwalbe, 2007]

7.1. Lohkoverkkotekniikat yleensä

Projektin aikataulusuunnitelma edellyttää aktiviteettien ja ajan välistä logiikkaa ollakseen tehokas. Aiemmin käsitellyn töiden osittelen jälkeen pitää tehtäville rakentaa keskinäiset loogiset suhteet. Tätä varten tarvitaan tiedot aktiviteeteista ja loogisista rajoitteista eli suhteista ja riippuvuuksista.

Useita projektisuunnittelumenetelmiä kutsutaan verkkoanalyseiksi. Verkkoanalyysissa kuvataan projektin tehtävät, suoritusjärjestys sekä tehtävien väliset riippuvuudet nuoli- ja lohkodeigrammeihin. Tunnetuimpia lohkoverkkotekniikoita ovat PERT (Program Evaluation and Review Technique) ja CPM (Critical Path Method) kriittisen polun menetelmä. Molemmat tekniikat käyttävät samankaltaista kuvaustapaa, jossa tehtävät kuvataan laatikoissa ja niiden sijainti vasemmalta oikealle näyttää projektin loogisen rakenteen. Kaikki tehtävät numeroidaan ja ovat identifioitavissa sen perustella. Lohkoverkko voi olla sarja tapahtumia, mutta samanaikaisesti suoritettavia tehtäviä käytettäessä eteneminen on tehokkaampaa. Nämä menetelmät eroavat toisistaan lähinnä siinä, että CPM perustuu ennalta määrättyihin aikoihin ja PERT:ssä käytetään

apuna satunnaislukujakaumia. Näiden menetelmien ensisijaisena tarkoituksena on osoittaa projektin kriittisimmät kohdat ja toimia hälytyskelloina kun toimenpiteitä vaativia aikatauluongelmia ilmaantuu. Asiantuntijat uskovat, että lohkovertkkotekniikka on suunnittelijan paras työkalu. Lohkovertkkomenetelmät yhdistävät projektin hankinnat, resurssit ja kustannukset. Lohkovertkko on toimintaverkko, kuvausmenetelmä, jolla esitetään tapahtumat, tehtävät ja niiden väliset riippuvuudet. Tehtävät esitetään lohkoilla, suljetuilla kuvioilla (esim. ympyrä) ja riippuvuudet nuolilla. Kaaviossa on nähtävissä kaikki tehtävät, jotka tulee suorittaa projektin loppuun saattamiseksi. Sen avulla voidaan suunnitella edullisin mahdollinen suoritusjärjestys. Kriittinen polku on selkeästi nähtävissä tässä menetelmässä. Aikaisimman alkamis- ja päättymishetken avulla nähdään projektin pisin tehtäväketju eli kriittinen polku ja kokonaiskesto. Sekä PERT:ssä että CPM:ssä on yksinään vahvuuksia ja puutteita, mutta yhdessä käytettyinä nämä menetelmät muodostavat melko hyvän pohjan projektisuunnittelulle. Kuvassa 6 esitetään PERT-tyyppisiä Activity-On-Arrow (AOA) tai Arrow Diagramming-Method (ADM) lohkovertkkotekniikoita, joissa solmukohta kuvaa aktiviteetin alkua ja loppua ja nuoli itse aktiviteettia. [Burke, 2003; Lockyer & Gordon, 2005; Ruuska, 2001; Pelin, 2002; Schwalbe, 2007]



Polku 1: A - D - H - J Pituus = 1 + 4 + 6 + 3 = 14 htpv

Polku 2: B - E - H - J Pituus = 2 + 5 + 6 + 3 = 16 htpv

Polku 3: B - F - J Pituus = 2 + 4 + 3 = 9 htpv

Polku 4: C - G - I - J Pituus = 3 + 6 + 2 + 3 = 14 htpv

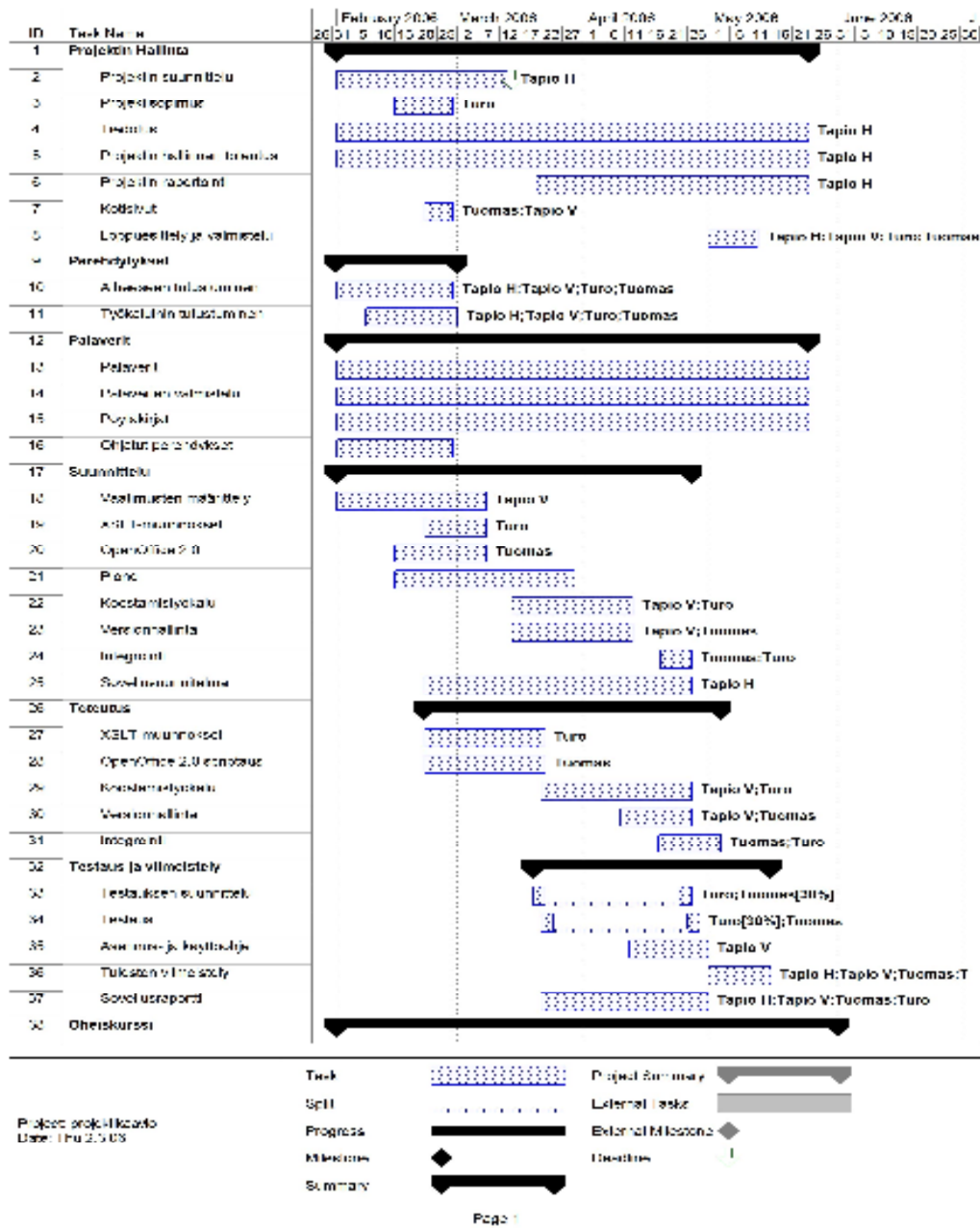
Kriittinen polku on pisin ketju = polku 2, tällöin projektin lyhin mahdollinen toteutusaika on 16 htpv.

Kuva 6. Lohkovertkko ja kriittisen polun määrittäminen [Schwalbe, 2007]

7.2. Ganttin kaavio

Amerikkalainen Henry Gantt kehitti janakaavion (Ganttin kaavio) jo 1900-luvun vaihteessa. Kaaviolla kuvataan yleensä koko projektin aikataulu. Aikataulu sisältää projektin tärkeimmät vaiheet työtehtävineen, kullakin tehtävällä on selkeä alkamis- ja päättymisajankohta. Kukin tehtävä kuvataan kalenteriperusteisella aikajanalla erikseen, janan pituuden kuvatessa tehtävän arvioitua kestoa. Ensiksi suoritettavat tehtävät alkavat vasemmasta reunasta. Projektin edetessä tehtävien etenemistä seurataan ja päivitetään kaavioihin. Toteutuneen ja arvioidun kokonaisuikataulun suhteella saadaan automaattisesti selville kunkin tehtävän prosentuaaliset valmiusasteet ja siten koko projektin tilanne. Tehtävien riippuvuus-suhteet kuvataan esimerkiksi nuolilla. Kaavion avulla on mahdollista löytää myös ns. kriittinen polku. Ganttin kaaviota on käytetty jo pitkään ja sitä on myös pidetty yhtenä tehokkaimmista keinoista aikataulun seurannassa. Kaaviolla pystytään kuvaamaan aikatauluja tehokkaasti, täsmällisesti ja ymmärrettävästi, mutta Ganttin kaavio on parhaimmillaan vain lyhytkestoisissa ja yksinkertaisissa projekteissa.

Suuremmissa projekteissa Ganttin kaavio on puutteellinen siinä mielessä, että se ei kuvaa tehtävien välistä riippuvuutta. Monimutkaisemmissa projekteissa kannattaa ensin laatia töiden osittelu sekä lohko- ja verkko-kaavio. Loogiset riippuvuuden näkyvät Ganttin mallissa, mutta se ei kerro mikä vaikutus on aikataulujen ylittymisellä. Ganttin kaaviossa ei näy eri työkokonaisuuksien yksityiskohtaista tietoa, eikä eri vaiheiden tehtävien selkeää järjestystä (ilmaisee vain tehtävien järjestyksen). Samoin lyhyin polku projektin päätökseen ja resurssien optimointi eivät tule esiin mallissa. Näistä syistä menetelmiä on haluttu kehittää edelleen. Ganttin kaaviota on sovellettu mm. Microsoftin MS Project-ohjelmassa. Menetelmällä voidaan myös seurata tehtävien ja siten koko projektin edistystä. Kuva 7 havainnollistaa Ganttin kaavion käyttöä. [Burke, 2003; Phillips, 2005]



Kuva 7. Esimerkki Gantt-kaaviosta [Honkonen et al., 2008]

7.3. PERT-menetelmä

PERT- menetelmässä käytetään todennäköisyyslaskentaa, joka siten soveltuu CPM:ää paremmin projekteihin, joissa tehtävien kesto vaihtelee. Kriittisen polun metodissa toimintojen odotetaan kestävän täsmällisen ajan ilman vaihteluita. Näin ei kuitenkaan useimmiten ole, vaan eri tehtäville voidaan arvioida kestoajan todennäköisyys. Tällaisessa työmäärien arvioinnissa voidaan käyttää apuna PERT-menetelmää, joka kehitettiin antamaan tilastollista tietoa tehtävien kestoajojen vaihteluvälistä. Tämä

malli kehitti kolmen aikataulullisen todennäköisyyden teorian käyttäen optimistisinta, todennäköisintä ja pessimistisintä arviota. Näiden kolmen tekijän avulla voidaan laskea tehtävän todennäköinen odotettavissa oleva kesto-aika.

Todennäköinen työmäärä lasketaan jokaiselle tehtävälle käyttämällä suunnittelijan aiempaa kokemusta ja muuten hankittua tietoa eri toimenpiteiden aika-arvioista, sekä selvittämällä kriittinen polku. Todennäköisen työmäärän odotusarvon keskiarvo lasketaan optimistisimmän, pessimistisimmän ja todennäköisin työmäärä kerrottuna neljällä summalla, joka edelleen jaetaan kuudella. Aluksi arvioidaan todennäköisin kesto-aika, optimistisin on siten jonkin verran lyhyempi jos kaikki menee paremmin kuin on suunniteltu. Pessimistisin aika toteutuu, mikäli asiat menevät huonommin kuin suunniteltu ja on siten pidempi kuin todennäköisin kesto. PERT-kaavio on graafinen esitys tehtävien riippuvuuksista. [Burke, 2003; Jyväskylän yliopisto, 2006; Ruuska, 2001, Huotari *et al.*, 1995]

Tässä menetelmässä oletetaan, että tehtävien kestoajat ovat toisistaan tilastollisesti riippumattomia. Tällöin voidaan laskea kriittisten toimintojen odotusajat ja varianssit yhteen, jolloin saadaan myös koko hankkeen arvioitu kesto-aika eli estimaatti (μ) ja varianssi (σ^2). Keskihajonta kuvaa arvojen keskimääräistä etäisyyttä keskiarvosta ja on tärkein hajonnan mitta. Varianssi on keskihajonnan neliö ja sillä kuvataan muuttujan vaihtelun mittaa. Keskeisraja-arvolauseen perusteella oletetaan, että toimintojen määrä on riittävän suuri ja ne ovat tilastollisesti riippumattomia. Tällöin myös kokonaisaika ja varianssi ovat normaalisti jakautuneita. Pienissä hankkeissa, joissa on vähän toimintoja, oletamus ei aina pidä paikkaansa. Tämä tulee muistaa tuloksia tulkittaessa. Juuri nämä perusolettamukset mahdollistavat hankkeiden kesto-aikojen todennäköisyyslaskelmat. Kunkin havainnon standardipoikkeamien määrän etäisyys keskiarvon estimaatista voidaan erikseen laskea. Tämän avulla voidaan edelleen määrittää normaalijakauman (Gaussin käyrä) taulukosta havainnon esiintymistodennäköisyys. Seuraavassa on esitetty kootusti PERT-menetelmän keskeiset laskentamallit. [Jyväskylän yliopisto, 2006; Tilastokeskus, 2006]

Tehtävän todennäköisen keston keskiarvon odotusarvo

a = optimistisin työmääräarvio

b = pessimistisin työmääräarvio

c = todennäköisin työmääräarvio

t = **todennäköinen odotettavissa oleva kesto,**

keskiarvon odotusarvo

$$t = (a + 4c + b)/6$$

Varianssi (v)

$$v = ((b-a)/6)^2$$

Standardipoikkeamien määrä

x = havainto

μ = hankkeen arvioitu kesto aika

σ = varianssien summa ^{1/2}

$$Z = (x-\mu)/\sigma$$

Havainnon esiintymistodennäköisyys

P(t), % = standardipoikkeaman avulla laskettu hankkeen kestoajan todennäköisyys

Φ kuvaa normaalijakauman kertymäfunktia

$$P(t), \% = \Phi(-Z)$$

PERT:i:n ongelmina ovat olleet tilastollisten analyysien ymmärrettävyys, joita projektipäälliköt eivät siten ole kyenneet hyödyntämään parhaalla mahdollisella tavalla. Sen sijaan suositukseksi suunnittelumetodiksi on noussut PERT:in käyttämät virstanpylväät (milestones), jotka antavat tehtävien suorittamiselle selkeän avaintiedon eli määrääjän kaikilla projektiorganisaation tasoilla. [Burke, 2003; Hirvonen, 2000]

7.4. CPM – kriittisen polun menetelmä

CPM eroaa PERT-menetelmästä sillä, että se käyttää kausaalista lähestymistapaa. Kausaalisuus on uskomus siitä, että asioilla on syy-seuraus suhde. Edeltävillä ja tulevilla tapahtumilla on syy-seuraussuhde, joka muodostaa tapahtumaketjun. Menetelmä soveltuu projekteihin, joissa tehtävät on pääasiallisesti tehty joskus aiemminkin ja kokemukseen perustuen voidaan tehdä kohtuullisen tarkat arviot eri tehtävien kestoista tuntien niiden sisällöt ja asiat jotka vaikuttavat niiden suorittamiseen. Uusien tehtävien arvioiminen on hankalampaa, koska niiden toteutumiseen vaikuttavat myös ennalta tuntemattomat epävarmuustekijät. Näin ollen tehtävien todellinen kesto aika voi vaihdella suurestikin. Kriittisen polun menetelmän avulla voidaan aikataulumuutosten lopulliset vaikutukset projektin kokonaiskustannuksiin ennustaa melko tarkasti suuremmissakin projekteissa. Toisin kuin PERT, CPM huomioi myös resurssien kohdentamisen ja resurssivaraukset.

Kriittisen polun määrittämisestä varten kootaan tiedot tehtävistä, niiden loogisesta rakenteesta, keskinäisistä rajoitteista, arvioidusta kestosta sekä tehokkaasta työajasta eli todellisesta kalenteriajasta. Keston määreenä voidaan käyttää tunteja, päiviä, viikkoja, kuukausia tai työvuoroja riippuen projektin pituudesta. Kalenteriajan määrittämisessä

täytyy huomioida henkilöiden todellinen työaika, eli montako työtuntia tai -päivää varsinaista työaikaa on viikossa. Tehokkaasta työajasta pitää vähentää pyhät ja vapaapäivät. Tehtävien tiedot voidaan kuvata helposti esimerkiksi taulukkona kuten esimerkissä taulukossa 9, johon on soveltaen koottu lohkon tekemiseksi tarvittavia tietoja eri työtehtävistä. [Burke, 2003]

Tehtävänro	Kuvaus	Edeltävä tehtävä	Rajoitteet	Seuraava tehtävä	Kesto (htpv)	Kalenteriaika (vko)
T100	Selkokiehinen kuvaus tehtävästä	Ei ole	Tehtävä aluksi	T101	3	1
T101	...	T100	Tehtävä T101 jälkeen, mutta ennen tehtävää T102	T102 ja T103	7	2
T102	...	T101	Heti T102 jälkeen	T106	4	1.5

Taulukko 9. Esimerkkitaulu aktiviteettien loogisesta järjestyksestä [mukailtu Burke, 2006]

Aktiviteettitietojen kokoamisen ja lohkon kaavion laatimisen jälkeen voidaan tehdä kriittisen polun analyysi. Projektille annetaan alkamisaika. Aikalaskennalla saadaan laskettua kunkin tehtävän aikaisimmat ja myöhäisimmät mahdolliset alkamis- ja päättymisajat sekä pelivarat. Aikalaskenta tehdään käyttämällä aikaisimman- ja myöhäisimmän alkamis- ja päättymisajankohdan merkintöjä lohkon kaaviossa. Aikaisin mahdollinen alkamishetki on ajan määre ajasta, joka vaaditaan lohkon kaaviossa loogisesti edeltävien tehtävien hoitamiseksi. Myöhäisin mahdollinen alkamishetki on ajan määre, joka kuvaa aikaa johon mennessä onnistutaan suorittamaan kaikki edeltävät tehtävät, jotka lohkon kaaviossa on kaavailtu suoritettavaksi, loogisessa järjestyksessä. [Burke, 2003]

Riippuen kuvausvälineistä, toisinaan lohkon kaaviossa kuvataan myös niiden kestot sekä pelivara. Liukumaa voi syntyä esimerkiksi alihankkijoista tai laiteoimituksista johtuen. Pelivaralla kuvataan joustavuutta siitä, kuinka paljon tehtävällä on myöhästymisvaraa ennen kuin se vaarantaa tai siirtää projektin tai jonkin määrääjän kokonaisaikataulua. Kuvaan 8 on koottu käytännöllinen kuvaus lohkon kaaviossa aikalaskentaperiaatteesta. [Burke, 2003; Lockyer & Gordon, 2005; Mantel *et al.*, 2005]

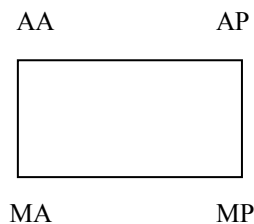
AA = tehtävän aikaisin mahdollinen alkamishetki
 AP = tehtävän aikaisin mahdollinen päättymishetki
 Olkoon X edeltävä tehtävä ja Y seuraava tehtävä.

Tehtävän X aikaisin mahdollinen päättymishetki:
 $AP(X) = AA(X) + \text{kesto}(X) - 1$
 Tehtävän Y aikaisin mahdollinen alkamishetki:
 $AA(Y) = AP(X) + 1$

MA = tehtävän myöhäisin mahdollinen alkamishetki
 MP = tehtävän myöhäisin mahdollinen päättymishetki

Tehtävän X myöhäisin mahdollinen päättymishetki:
 $MP(X) = MA(Y) - 1$

Tehtävän Y myöhäisin mahdollinen alkamishetki:
 $MA(Y) = MP(Y) - \text{kesto}(Y) + 1$



Kuva 8. Lohkoverkon yksittäisen lohkon aikalaskenta [Burke, 2003; Ruuska, 2001]

Pelivara on aikaväli, jonka sisällä tehtävän aloittamista tai päättämistä voidaan siirtää myöhemmäksi. Kokonaispelivara on aikaväli, jonka verran tehtävän aloittamista voidaan tarvittaessa siirtää siirtämättä projektin valmistumista. Mikäli jonkin tehtävän kodalla pelivara on jouduttu ottamaan käyttöön, se vähentää kokonaispelivaraa. Tehtävän kokonaispelivara voidaan laskea myöhäisimmän alkamis- ja päättymishetken avulla, kuten kuvassa 9 on kuvattu. Kriittisillä tehtävillä ei ole kokonaispelivaraa. Vapaa pelivara on aikaväli, jonka sisällä tehtävän aloittamista voidaan tarvittaessa siirtää ilman, että minkään muun tehtävän aloittaminen siirtyy. Negatiivinen pelivara on kyseessä, kun laskelmat osoittavat että tehtävä on aloitettava ennen kuin edeltävät tehtävät on saatu päätökseen. Kyseessä on ns. pakkotilanne, kun tehtävän suoritus ei etene suunnitellusti ja aikataulu pysyy muuttumattomana. Negatiivisella pelivaralla

kuvataan aikaa, jolla tehtävän kesto on lyhennettävä, jotta pysytään kokonaisaikataulussa. [Burke, 2003; Pelin, 2002, Ruuska, 2001]

<p>Pelivara (PV): $PV = MA - AA = MP - AP$</p> <p>Kriittisillä tehtävillä $PV = 0$: $AA = MA$ ja $AP = MP$</p>
--

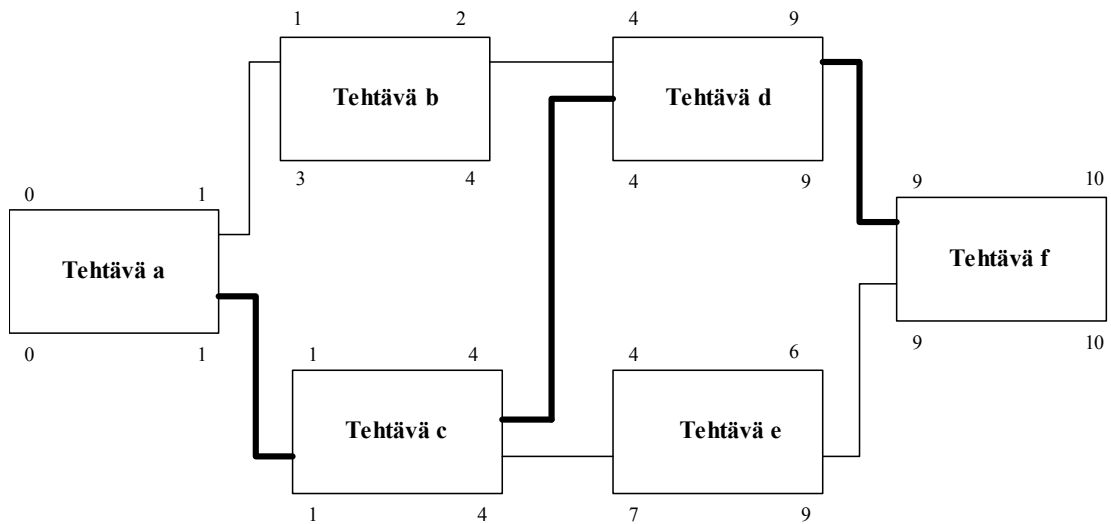
Kuva 9. Kokonaispelivara ja kriittisten tehtävien toteaminen

[Burke, 2003; Ruuska, 2001]

Suuremmissa lohkoverkkoissa useiden tehtävien johtaessa yhteen, huomioidaan suurin aikaisin päättymispäivä jonka avulla lasketaan seuraavan tehtävän aikaisin mahdollinen alkamispäivä. Samoin arvioitaessa myöhäisintä mahdollista päättymispäivää huomioidaan edeltävien tehtävien myöhäisimpien alkamispäivien alhaisin arvo. Lohkoverkkojen rakentaminen on melko haasteellista. Kuten töiden osittelussa (WBS), myös lohkoverkkoissa voidaan tehdä valmiita suunnittelumalleja, jotka helpottavat suunnittelua tulevilla projekteilla. Lähtökohtana niiden rakentamisessa voidaan kunkin tehtävän kohdalla ajatella, mitä pitää tehdä ennen, mitä jälkeen ja mitä voidaan tehdä samanaikaisesti. Tavanomaisen lopusta-alkuun tyyppisen lohkoverkko-suunnittelun lisäksi on mahdollista määritellä eri tehtäväkokonaisuuksien keskinäinen suhde myös ns. alusta-alkuun, lopusta-loppuun sekä lopusta-alkuun periaatteilla. Samoin voidaan ottaa huomioon pakottavia rajoitteita, kuten esimerkiksi se, että syystä tai toisesta tietty tehtävä voi alkaa vasta vähintään x päivää edellisen päättymisestä. Alusta-alkuun periaatteella voidaan suunnitella päällekkäisiä tehtäviä, jotka eivät voi alkaa samaan aikaan mutta niitä voidaan osittain tehdä samanaikaisesti. Lopusta-loppuun periaatteella voidaan kuvata tehtäviä, joiden päättymisajankohta on toisistaan riippuvainen. Alusta-loppuun periaatteella kuvataan tehtäväkokonaisuuksia, joissa tehtävä ei voi alkaa, ennen kuin toinen tehtävä on suoritettu loppuun. Tätä periaatetta kannattaa välttää, koska kokonaisaikataulu vaarantuu herkästi.

On erittäin hyödyllistä kerätä tietoa eri projektien aikatauluista, verraten suunnitelmia ja toteumaa. Kokemus on paras arvioinnin tuki. Ennen kuin lohkoverkon mukainen kokonaisaikataulu tehdään, kannattaa varmistua tehtävien loogisuudesta ja loogisesta järjestyksestä. Jokainen aktiviteetti tulee yksilöidä, eri projektien eri aktiviteetit ja resurssivaraukset pitää yhdistää projektiin, johon ne kuuluvat. Jokaisella

aktiviteetilla tulee olla kuvaus, looginen suhde toisiin aktiviteetteihin, kesto työmäärinä ja kalenteriaikana, tehtäväkokonaisuuksiin liittyvien hankintojen aikataulu (esim. laitehankinnat), resurssivaraukset, kustannusjakauma. Lisäksi yksittäiset aktiviteetit kiinnitetään suurempiin tehtäväkokonaisuuksiin, kuten töiden osittelussa. Kuvassa 10 on esitetty myöhäisimmän ja aikaisimman mahdollisen alkamis- ja päättämishetken tiedoilla täydennetty lohkoverkkokaavio. [Burke, 2003; Mantel *et al.*, 2005]



Kuva 10. Esimerkki täydennetystä lohkoverkkosta (PDM), kriittinen polku paksummalla
[Ruuska, 2001]

8. INTUITIIVISET AIKATAULUSUUNNITTELUMENETELMÄT

Edellä mainittujen menetelmien lisäksi on olemassa myös epätieteellisiä intuitiivisia aikataulusuunnittelumenetelmiä. Tällaisia ovat Stetson, takaperoinen ajoitus, Parkinsonin menetelmä sekä Mutu. Nämä menetelmät perustuvat päättelyyn yhdistäen kokemustiedon ja parhaan mahdollisen arvauksen eikä riippuvuuksiakaan huomioida kovin hyvin.

Stetson-menetelmässä pohditaan tehtäväkokonaisuutta ja käytettävissä olevia resursseja. Kokonaistyömäärästä ja projektin kestosta tehdään karkeat arviot. Tämän jälkeen pyydetään joltakin toiselta henkilöltä pikainen arvio samasta asiasta. Arvioita vertaillaan keskenään lopullisten työsuunnitelmien ja toteutumien kanssa. Näiden erot analysoidaan ja niistä yritetään ottaa oppia seuraavaa kertaa varten. Tätä menetelmää kutsutaan myös hatusta vetämiseksi. Menetelmä ei luotettavuudeltaan vastaa kuin parasta arviota musta tuntuu -periaatteella. Mikäli kokemustieto vastaavanlaisista hankkeista on kattavaa, voidaan tälläkin metodilla päästä kohtuullisen lähelle karkean tason realistisia arvioita. [Ruuska, 2001]

Takaperoinen ajoitus perustuu siihen, että projektille asetetaan ensin valmistumispäivä ja käytettävissä oleva aika jaetaan projektin tehtäville. Tämä menetelmä suosii tiukkoja ja epärealistisia aikatauluja ja on projektiorganisaatiolle melko raskas ja stressaava. Usein takaraja on annettu vasten parempaa tietoa kyseisen kokonaisuuden realistisemmasta suoritusajasta. Lopputuloksen laatu kärsii kohtuuttoman aikataulun johdosta, koska tavoitteeseen pääsy edellyttää useita kompromisseja. Tämä menettelytapa ei ole suositeltavaa, ellei se ole hyvin perusteltu kuten esimerkiksi vuosituhannen vaihteen tai eurojen käyttöön siirtymisen yhteydessä, jolloin valmistumisajankohdassa ei ole pelivaraa. [Pelin, 2002]

Parkinsonin menetelmässä sovelletaan Parkinsonin lakia, jossa työ vie sille varatun ajan. Varattu aika saadaan kertomalla projektin kesto käytettävissä olevilla henkilöresursseilla. Tätä menetelmää käyttäen saadaan työhön kuluvan ajan alaraja, mutta todellisuudessa projektiin voi kuulua työtä paljon enemmän. Liiallisella pelivaralla työn tehokkuus kärsii, kaikki käytettävissä oleva aika käytetään. [Pelin, 2002]

Intuitiivisia menetelmiä voivat käyttää kohtuullisen hyvin kokeneet tekijät, joilla on kokemusta vastaavanlaisista projekteista ja asioista. Nämä menetelmät voivat toimia hyvänä tukena arvioitaessa eri laskentamenetelmillä saatujen arvioiden realistisuutta. [Ruuska, 2002]

9. RESURSSIEN ARVIOINTI

Jokaisen projektin suunnittelun haasteena on saada tehtävät suoritettua tiettyjen laatustandardien mukaan, mahdollisimman pienillä kustannuksilla, mahdollisimman nopeasti ja mahdollisimman pienillä resursseilla. Resurssivarannot eivät ole ehtymättömät, joten resurssisuunnittelu on kyettävä yhdistämään aikataulusuunnitteluun. Resurssisuunnittelu on vaadittujen resurssien ennustamista, jotta päästään ennalta määrättyyn tavoitteeseen määrättyssä aikataulussa. Resursseilla tarkoitetaan kaikkea sitä voimavaraa, mitä tarvitaan projektin toteuttamiseksi. Resurssien aikataulusuunnittelussa otetaan kuitenkin yleensä huomioon henkilö-, väline- ja materiaaliresurssit. Standardit asiat joita tarvitaan kaiken jokapäiväisen työnteon tekemiseen, kuten paperi, eivät yleensä ole projektipäällikön huolena. Resurssisuunnittelun pääasiallinen kohde on yleensä projektiorganisaatio, lukuun ottamatta projektipäällikköä joka on kytkettynä projektiin koko sen keston ajan. Resurssihin luetaan kaiken kaikkiaan työvoima, tarvikkeet, materiaalit, tilat, palvelut, aika ja raha. [Hughes & Cotterel, 2006]

Resurssisuunnittelu tehdään yleensä lohkoverkkojen, aikataulukaaavioiden ja hankintasuunnitelmien jälkeen ennen kassavirtalaskelmia. Resurssiarviot ovat suorassa suhteessa tehtävän sisältöön ja vaadittavaan tuotokseen. Allokoinnin tuloksena saadaan aikaan useita aikatauluja, jotka sisältävät aktiviteettien, resurssien ja kustannusten aikataulutuksen. Tuotos saadaan suhteuttamalla resurssivaatimukset tehtävän kestoajaan. Kun allokoidaan henkilöitä tiettyihin tehtäviin, on huomioitava myös heidän henkilökohtaiset ominaisuutensa ja se, miten ne vastaavat kyseisen tehtävän vaatimuksia. Tässä on otettava huomioon henkilön saatavuus, tehtävän kriittisyys sekä riskien suuruus, henkilöiden koulutus ja kokemus sekä projektiryhmän yhteen toimivuus. Kriittisiin tehtäviin sekä tehtäviin joissa on suurimmat riskit, kannattaa kiinnittää kokeneimmat ja ammattitaitoisimmat henkilöt. [Burke, 2003; Hughes & Cotterel, 2006]

Suosittu malli resurssien kuvaamiselle ovat pylväsdiagrammit, jotka antavat selkeän kuvan tehtäväkokonaisuuksista. Niiden piirtämisessä tulee huomioida tehtävän aikaisin aloitusajankohta huomioiden hankintojen sekä resurssien saatavuus kullekin tehtävälle ja työpäivälle. Ideaalitulanteessa käytettävissä olevat resurssit vastaavat suunniteltua resurssitarvetta. Yleensä on kuitenkin melko mahdotonta saada kysyntä ja tarjonta vastaamaan toisiaan, jolloin joudutaan tekemään uudelleenaikataulutusta. Resurssit kiinnitetään ensin kriittisiin tehtäviin ja sen jälkeen allokoidaan muiden tehtävien tilanne ja kokonaisaikataulu. Resurssien priorisointi voidaan tehdä myös ns. kokonaispelivaran mukaan. Tehtävät järjestetään pelivaran mukaiseen prioriteetti järjestykseen ja resurssit kiinnitetään ensin pienimmillä pelivaroilla oleviin tehtäviin.

Tästä voi kuitenkin seurata se, että aikataulun edetessä tehtävien aloitus ja lopetus viivästyy, mikäli resurssit eivät olekaan käytettävissä tarvittuna aikana. Tästä syystä priorisointi ja tehtävälista on syytä tarkistaa aina, kun jokin tehtävä viivästyy. Toinen metodi järjestämiselle on ns. Burmanin metodi, jonka mukaan tehtävät järjestetään yksinkertaisten kriteerien mukaan. Ensimmäisenä on lyhin kriittinen tehtävä, sen jälkeen kriittiset tehtävät yleensä, lyhin ei-kriittinen tehtävä, ei-kriittiset tehtävät yleensä joilla on lyhimmät pelivarat ja viimeisenä muut ei-kriittiset tehtävät. Tämä voi kuitenkin olla haasteellista tehtävien loogisen järjestyksen ollessa osittain välttämätön. [Burke, 2003; Hughes & Cotterel, 2006]

Mikäli projektin tai tehtävän kokonaisuikataulu on kiinteä eikä siinä ole yhtään pelivaraa, resursseja on lisättävä. Resursseja voidaan kasvattaa tekemällä ylitöitä, vuorotöitä tai lisäämällä tuottavuutta koulutuksen ja harjoittelun avulla. Radikaaleimpia keinoja on käyttää job and knock tekniikkaa, jossa työntekijöille annetaan vapaus tehdä työ omavalintaisella tahdilla työpäivän sisällä, mutta heille maksetaan kiinteä palkka koko päivästä. Oletettavasti tämä motivoisi tehokkuuteen ja tuottavuuden lisäämiseen. Kaikilla näillä keinoilla voidaan edesauttaa resurssitilannetta kuitenkin vain rajallisesti tekohengityksen omaisesti. Mikäli resurssien määrä on kiinteä, on aikataululle pyrittävä tekemään jotakin. Tietenkään ei ole tehokasta sekään, että resurssivarannot ovat liian suuret, silloin on kyseessä tehottomuus. Resurssien tasaamisessa kannattaa kiinnittää erityistä huomioita sellaisiin resursseihin, jotka ovat ylikuormitettuja, eniten käytössä, joustamattomimpia tai kalleimpia käyttää. Tasaamisessa joudutaan tekemään kompromisseja ja aikataulumuutoksiin on sopeuduttava. Ylikuormitusalueille on tehtävä muutoksia lohkon tehtävien loogiseen järjestykseen, koska kokonaisloogisuus on säilytettävä. Lisäksi tehdään siirtoja ei-kriittisten tehtävien ajoitukseen pelivaran puitteissa siten, että projektin kokonaisuikataulu ei vaarannu. Resurssien aikatauluttaminen voi saada aikaan uusia myös kriittisiä tehtäviä. [Burke, 2003; Hughes & Cotterel, 2006]

Resurssien kohdistaminen ja riittävyden haasteet kasvavat kun organisaatiossa on useita samanaikaisia projekteja. Resurssien allokoinnissa joudutaan miettimään prioriteetit eri projekteille. Resurssit kiinnitetään kriittisimpiin projekteihin ensin. Eräs menetelmä useiden yhtäaikaisten projektien hallintaan on PSDP (Program Demand Supply Planning). Tätä menetelmää käytetään resurssisuunnitteluun ja niiden hallintaan. Menetelmä pyrkii vastaamaan priorisoinnin, resurssinhallinnan ja samanaikaisuuden ongelmiin. [Burke, 2003; Hughes & Cotterel, 2006; Kempainen, 2000; Tsui, 2004]

9.1. Henkilöresurssit

Työmäärien arvioissa täytyy huomioida tehtävään, suorittajaan ja ympäristöön liittyvät asiat. Tehtävän laajuus, suorittajan ammattitaito, työvälineet ja tilat vaikuttavat

luonnollisesti tehtävän suoritustehokkuuteen. Työmäärä saadaan kertomalla kukin tehtävä tehtäväkohtaisella muuttujalla ja laskemalla kaikki yhteen. Tehtäväkohtainen muuttuja saadaan tehtävän, sen suorittajan ja siihen vaikuttavan ympäristön yhdistelmästä, jotka ovat keskeisimpiä muuttujia. Kullekin muuttujalle määritellään arvo ja ne kerrotaan keskenään. Joillekin muuttujille on olemassa ohjeellisia viitearvoja, esimerkiksi työn suorittajan kokemuksen mukainen työmääräkerroin. Mikäli tehtävän suorittaja ei ole tiedossa arviointitilanteessa, käytetään keskiarvoja. Työn suorittajan vaikutus työmäärään huomioidaan kertomalla keskimääräinen työmäärä kokemuskertoimella. Työmäärän laskentamalli on esitetty tarkemmin kuvassa 11. Vaihdehtavissa oleva resurssi muodostuu ryhmästä, jossa kuka tahansa ryhmän jäsen voi suorittaa tehtävän samantarvoisesti. [Burke, 2003; Pelin, 2002; Ruuska, 2001]

Tehtävä = a_n	
Tehtäväkohtainen muuttuja (tehtävä, suorittaja ja ympäristömuuttujat huomioiden tuotos joka saadaan aikaan tietyssä ajassa) = x_n	
Työmäärä = $a_1 * x_1 + a_2 * x_2 + a_3 * x_3 + \dots + a_n * x_n$	
Kokemus	Työmääräkerroin
Harjoittelija	3.5 – 4.0
Jonkin verran kokemusta	2.0 – 3.0
Ammattitaitoinen	1.0 – 1.5
Ekspertti	0.6 – 0.8

Kuva 11. Työmäärän laskentamalli [Pelin, 2002]

Työmäärien arvioinnin jälkeen lasketaan tehtävien kesto aika. Kesto saadaan laskettua jakamalla työmäärä tehtävään käytettävissä olevilla henkilöresursseilla, kuten kuvassa 12 kerrotaan. Tehtävien kesto aika vaihtelee käytettävissä olevien resurssien sekä tuotoksen tehokkuuden mukaan. Projekti aikataulu ja budjetti määrittelevät yleensä reunaehdot resursseille. [Burke, 2003]

$$\text{Kesto} = \text{työmäärä} : \text{resurssimäärä}$$

Kuva 12. Työn keston laskentamalli [Burke, 2003; Pelin, 2002]

Laskennallinen kesto aika muutetaan kalenteriaikaiseksi kestoksi huomioimalla todellinen työaika. Mikäli työllä on yksi kokopäiväinen tekijä, kesto on työmäärä. Osa-aikaisen tekijän ollessa kyseessä, kesto aika luonnollisesti pitenee samassa suhteessa. Resurssin käytettävyys on syytä merkitä suunnitelmiin. Usein organisaatioissa on meneillään useita samanaikaisia projekteja, jotka käyttävät osittain samoja resursseja. Suunnitelmissa täytyy huomioida resurssien päällekkäisyys ja siten todellinen saatavuus.

Kestossa on huomioitava lisäksi viikonloppujen, juhlapyhien, lomien, matkapäivien, koulutusten yms. tilaisuuksien vaikutukset. Aika, jolloin henkilö on estynyt hoitamaan kyseistä tehtävää, vähennetään tehokkaasta työajasta. Normaali työviikko on 5 henkilötyöpäivää (htpv). Kalenteriaikaa laskettaessa tästä on vähennettävä poissaolot, jolloin varsinainen kalenteriaika tehtävän suorittamiseen pitenee. Ruuskan [2001] mukaan henkilön realistinen maksimikäytettävyys on normaaliolosuhteissa, ilman tausta- ja työtilannetekijöitä, noin 70 – 80 % eli 3 - 4 päivää/viikko. Usein henkilön tehokas työaika lasketaan liian suureksi. Sairaus- ja muihin toistuviin poissaoloihin voidaan laskea esim. 25 %:n varaus. [Burke, 2003]

Työmäärä saadaan siirrettyä kalenteriajaksi laskemalla käytettävissä olevat työpäivät, jolla jaetaan työpäivien teoreettinen maksimimäärä. Tästä saadaan kerroin, jolla kerrotaan työmääräarvio, lopputuloksena työhön kuluva kalenteriaika. Kalenteriajan laskentamalli on esitelty kuvassa 13. [Ruuska, 2001]

Kerroin =

Työpäivien teoreettinen maksimi : Käytettävissä olevien työpäivien maksimi

Kalenteriaika = Työmääräarvio (htpv) * kerroin

Kuva 13. Työmäärän muuttaminen kalenteriajaksi, laskentamalli

[Ruuska, 2001]

Edellä kerrottujen laskentamallien yksinkertaisemmaksi hyödyntämiseksi, niistä voitaisiin melko helposti muodostaa esimerkiksi taulukkolaskennalla valmiita resurssitarpeen laskentamalleja. Syöttämällä muuttujat niille varatuille paikoille, laskentamalli suorittaisi sen jälkeen automaattisesti arvioiden laskennan muuttujien perusteella. Edeltäviä oppeja mukaillen taulukkoon 10 on koottu malli automatisoinnin mahdollisuudesta. Jokaisella muuttujalla on parametrisoidut arvot, joita laskuri käyttäisi arvioimaan lopputuloksen riippuen esimerkiksi resurssityypistä ja sen kykyrakenteesta. Mallia voitaisiin laajentaa siten, että siinä huomioidaan myös varianssin, liukuman ja kalenteriajan automaattinen laskenta. Työn keston suhteen on kehitetty melko monimutkaisiakin laskentakaavoja. Näillä laskentamalleilla voidaan aikataulusuunnittelun lisäksi tyydyttää erilaisia projektinhallinnallisia tavoitteita, kuten kustannusten minimointia. [Ke and Liu, 2005]

Aktiviteetti- numero	Resurssityyppi	Työmäärä: työmäärä * kokemuskerroin	Käytettävissä olevat henkilö- resurssit	Työn kesto = työmäärä : resurssimäärä	Tehokas työaika /hlö/pv	Kalenteri- aika työn kesto : tehokas työaika (kerroin)
A001	Suunnittelija (ammattitaitoinen)	32 htpv * 1.0 = 32 htpv	1 hlöä	32 pv	0.5 htpv/hlö/pv	64 pv
A002	Ohjelmoija (ekspertti)	25 htpv * 0.8 = 20 htpv	2 hlöä	10 pv	0.75 htpv/hlö/pv	13.33 pv

Taulukko 10. Resurssitaulukko [mukailtu, Burke, 2003: Pelin, 2002]

Kuten jo aiemmin mainittiin, laskennallinen projektiaikataulu on usein sille asetettujen reunaehtojen suhteen todellisena kalenteriaikana liian pitkä. Kalenteriaikaa voidaan lyhentää limittämällä kriittisiä tehtäviä, mikäli se on mahdollista. Projektin lyhin mahdollinen suorittamisaika määräytyy kriittisen polun mukaan. Kriittinen polku on kriittisten tehtävien muodostama ketju toimintaverkon alusta loppuun. Tehtävien yksityiskohtaisesta kartoituksesta projektin alusta loppuun selviää kriittinen tehtäväketju, eli kriittinen polku ja pelivarat.

Kestoa ei ole mahdollista lyhentää, kun yhtäkään kriittisen polun tehtävää ei voida enää kohtuullisin kustannuksin lyhentää. Optimaalinen tilanne on saavutettu, kun kustannus-hyöty-suhde on paras mahdollinen. Mikäli kalenteriaikaa ei voida lyhentää,

on projektiaikataulun tavoitteita muutettava tai projektin tavoitteita karsittava. Optimoinnin lisäksi voidaan hankkia lisää henkilöresursseja tai jopa karsia tehtäviä. Toisaalta voidaan harkita, onko mahdollista hankkia kokeneempi ja ammattitaitoisempi tekijä jollekin tehtävälle, tai muulla tavoin tehostaa sen suorittamista. Henkilöresurssien kasvattaminen lisää kulujen lisäksi projektinhallinnallisia haasteita mm. kommunikoinnin ja seurannan suhteen. [Ruuska, 2001]

9.2. Hankinta-aikataulut

Hankinta-aikataulut laaditaan yleensä erikseen lohkon ja kriittisen polun määrittelyn jälkeen, mutta ennen resurssivarauksia ja kassavirtalaskelmia. Tämä aikataulu käsittää sellaisten materiaalien- ja palveluiden hankinnat, jotka tarvitaan projektin tehtävien suorittamiseksi. Tällä tarkoitetaan nimenomaan materiaaleja, laitteita sekä projektiorganisaation ulkopuolisia asiantuntijapalveluita. Suunnitelma tehdään ostajanäkökulmasta, jossa puntaroidaan ostamisen tai oman tuotoksen välillä. Kokonaisuuden suunnittelussa mietitään mitä hankitaan, paljonko, milloin on tarvetta ja milloin hankitaan sekä miten hankinnat hoidetaan.

Ostaminen tulee kyseeseen, kun omassa organisaatiossa ei ole kyseistä osaamista tai resurssivaraukset on ylitetty. Oma valmistus tulee kyseeseen, kun resurssit, asiantuntemus ja laitteet ovat käytettävissä ja kustannukset ovat pienemmät kuin käytettäessä ulkopuolista tuottajaa. Hankinta-aikataulu yhdistää hankintalistan, projektiaikataulun, hankinnoista johtuvan ajan sekä varastointiajan. Hankinta-aikataulusta johtuen joitakin projektiaikataulun osa-alueita joudutaan mahdollisesti tarkentamaan tai muuttamaan. Hankintojen oikea-aikaisuudella pyritään siihen, että kaikki on käytettävissä juuri sillä hetkellä kuin niitä tarvitaan. Oikea-aikaisuus vähentää tuotantoriskejä, varastointia sekä varastoinvestointeja. [Burke, 2003]

9.3. Kustannusten aikatauluttaminen

Projektin budjetointi, kassavirran ja kustannusten suunnittelu sekä seuranta ovat hyvin tärkeitä. Kassavirtalaskelma on osa kriittisen polun metodia yhdistäen töiden osittelu, työmääräarviot, projektiaikataulun, hankinta-aikataulut ja resurssivaraukset. Projektin aikataulutukseen kuuluu myös riskinhallintasuunnitelma. Yhdessä nämä kaikki eri suunnitelmat muodostavat kokonaisuuden, jossa muutos yhteen vaikuttaa muihin. Kustannukset jaetaan henkilöstökustannuksiin ja yleiskustannuksiin kuten tilavuokrat ja lainakorot, joita ei aina voida suoranaisesti kiinnittää mihinkään tiettyyn projektiin. Kustannukset ovat suorassa suhteessa tehtävien keston ja käytettäviin resursseihin. Hankinnat realisoituvat usein isompina kokonaisuuksina. Kustannusten ja asiakkaalta

saatavien tuottojen epälooginen ajoitus voi saada aikaan ongelmallisia tilanteita projektia hallinnoivan yrityksen kassavarannoissa. [Burke, 2003; Hughes & Cotterell, 2006]

Kassavirtalaskelmat antavat erinomaista tietoa siitä, mitä varoja tarvitaan, kuinka paljon ja missä vaiheessa. Laskelmien avulla saadaan ennakkotietoa myös negatiivisesta (rahoitustarve) ja positiivisesta (investointitarve) kassavirrasta. Samalla saadaan annettua asiakkaalle ennakkotietoa siten, että he voivat tehdä omat laskelmansa kustannusten aikataulusta. Lisäksi voidaan laskea ohjelmiston ja projektin takaisinmaksuaikoja. Laskelma tukee myös herkkyysanalyysiä projektin heikoista kohdista tilanteisiin, kun jokin menee pieleen. Tutkimukset ovat osoittaneet, että suurin syy yritysten konkurseihin on kassavirtaongelmissa. [Burke, 2003]

9.4. Suunnitelmien analysointi ja päivittäminen

Kun työmääristä on tehty tarkemmat suunnitelmat, niitä voidaan verrata viitearvoihin. Ruuskan [2001] mukaan projektin työvaiheiden kuormittavuudet jakautuvat seuraavasti:

- määrittely ja suunnittelu 30 %
- toteutus 40 %
- testaus 30 %.

Projektin luonne vaikuttaa näiden työvaiheiden jakautumissuhteeseen. Uutta ohjelmistoa tehtäessä määrittelyyn ja suunnitteluun kuluu huomattavasti enemmän aikaa kuin olemassa olevan tietojärjestelmän pienkehityksen suunnitteluun tai ylläpitotyöhön. Lisäksi eri työvaiheiden kuormittavuus vaihtelee mm. yhteydenpidon vaadittavan määrän mukaan, joka esimerkiksi määrittely- ja suunnitteluvaiheessa on suurempaa. Projektin vaihejaosta on olemassa erilaisia kokemukseen perustuvia prosenttijakoja tarkemmallakin tasolla. Tämä vertailutekniikka on vain suuntaa-antava. Viitearvojen avulla voidaan arvioida ollaanko arvioissa realistisella tasolla vai ei. Vertailu on hyvä tarkistus suunnitelmien pitävyydestä ainakin karkealla tasolla. Täytyy kuitenkin muistaa, että jokainen projekti on erilainen. [Pelin, 2002, Ruuska, 2001]

10. RISKINHALLINTA JA EPÄVARMUUSTEKIJÄT

Suurin osa projekti aikataulutuksen tutkimuksesta ja metodeista olettaa, että kaikki tarvittava tietämys suunnitelmien ja aikataulujen rakentamiseksi on olemassa. Näin ei kuitenkaan useimmiten ole, siksi myös ulkoisten tekijöiden vaikutus on hyvä pitää mielessä. Ennen käyttäjävaatimusten tuntemista ei voida tarkkaan suunnitella mitä vaatimusten täyttäminen edellyttää. Asioiden keskinäinen riippuvuus on myös merkittävä tekijä, epävarmuus voi syntyä useista eri syistä. Tehtävien suorittamiseen voi mennä enemmän tai vähemmän aikaa kuin on suunniteltu, asiakas voi muuttaa vaatimusmäärittelyjä. Kaikki resurssit eivät ole saatavilla tarvittuun aikaan, materiaalityömitukset voivat myöhästellä, määräpäiviä joudutaan muuttamaan, uusia tehtäviä voi ilmaantua ja toisia poistua. Tästä syystä on hyvä varautua epävarmuustekijöiden olemassaoloon jo projektin alkuvaiheessa. Epävarmuustekijöiden määrittämiseksi on aina hyvä tehdä riskianalyysi ja riskinhallintasuunnitelma. Mitä suurempi on tietämättömyyden taso alussa, sitä suuremmat ovat riskit projektin onnistumiselle.

Epävarmuus ja siten myös riskit liittyvät usein tuotteeseen, prosesseihin ja projektin resursseihin. Yleisimmät riskit ovat aikataulujen pitävyys, budjetin ylittyminen ja se, että asiakas ei ole tyytyväinen tuotteeseen. Tämä johtuu yleensä siitä, että arviot ja suunnitelmat ovat puutteellisia ja epärealistisia ja määrittelyt ovat puutteellisia. Prosessien riskit voivat liittyä uuden teknologian käyttöön ja resurssiriskit oikeiden henkilöiden saatavuuteen tarvittuna ajankohtana. Muutokset vaatimusmäärittelyissä lisää epävarmuutta ja ohjelmiston sekä projektin koko sen monimutkaisuutta. Riskien hallintaan tarvitaan useita riskinhallintakeinoja. Riskien luokittelua tehdään eri tavoin. Ne voidaan jakaa projekti-, teknisiin- ja liiketoiminnallisiin riskeihin tai olemassa oleviin, tiedostettuihin ja tiedostamattomiin riskeihin. Yleinen tapa on käyttää myös toiminnallisten, kustannus-, ylläpito- ja aikatauluriskeihin jakoa. [Burke, 2003; Herroelen and Leus, 2003; Hughes & Cotterell, 2006; Pressman, 2000]

10.1. Riskianalyysi ja riskinhallintasuunnitelma

Riskianalyysin aikana pyritään tunnistamaan kaikki mahdolliset riskitekijät ja havaitut riskitekijät analysoidaan. Tämän jälkeen ne priorisoidaan esiintymistodennäköisyyden (matala - korkea) ja seurausten vaikutusten (pienet - suuret) mukaan.

Riskianalyysin perusteella laaditaan riskinhallintasuunnitelma, joka sisältää seuraavat osat:

- riskien ennakointi
- riskien seuranta
- riskien ehkäiseminen
- toimenpiteet kyseisen riskin ilmaantuessa
- seurausten minimointi
- kuka seuraa ja miten.

Tehokas riskinhallinta edellyttää jatkuvaa tarkkailua ja välittömiä korjaustoimenpiteitä uhkatilanteen ilmaannuttua. Riskinhallintasuunnitelma on kätevä tehdä vaikka taulukkolaskentaohjelmalla, jolloin se on myös melko havainnollinen. Taulukkoon voidaan koota kaikki riskianalyysin aikana löydetyt riskitekijät ja arviot niiden esiintymistodennäköisyydestä, seurauksista, ennaltaehkäisystä ja korjaustoimenpiteistä. Mitä suurempi riskikerroin, sitä kriittisempi riskitekijä on kyseessä. Taulukkoon 11 on koottu helppokäyttöinen riskitaulukko, jota voitaisiin pitää projektin riskinhallintatyökaluna. Taulukko ei ole sisällöllisesti kattava, tarkoituksena on näyttää esimerkki kahden selkeän projektiakatauluun vaikuttavan riskin ennusteista. [Burke, 2003; Herroelen and Leus, 2003; Hughes & Cotterell, 2006; Pressman, 2000]

Riski	Esiintymis- todennäköisyys t= (1 - 3)	Seurausten vaikutukset s= (1 - 3)	Riskikerroin t * s	Riskin ennaltaehkäisy	Korjaustoimenpiteet riskin toteutuessa
Projektiryhmän avainhenkilö lähtee	1	3	3	Kannustus ja motivointi Hyvä palkka Kaikilla avainhenkilöillä on varahenkilö	Avainhenkilön tehtävät siirretään varahenkilölle välittömästi
Asiakas muuttaa alkuperäisiä määrittelyjä	3	1 - 3	3 - 9	Määrittelyt tehdään alun perin hyvin ja perusteellisesti	Pyritään mahdollisimman vähäisiin kokonaisuutoksiin
<p>Jokaisen riskin esiintymistodennäköisyys (t) ja seurausten vaikutukset (s) luokitellaan asteikolla 1-9. Näiden tekijöiden tulo on kyseisen riskin riskikerroin. Riskikertoimen vakavuusasteet:</p> <p>Riskikerroin 1 – 2 = matala riski Riskikerroin 3 – 4 = kohtuullinen riski Riskikerroin 5 – 6 = suuri riski Riskikerroin 7 – 9 = erittäin suuri riski</p>					

Taulukko 11. Riskitaulukko [mukailtu Burke, 2003]

10.2. Epävarmuustekijöihin varautuminen

Riskianalyysillä voidaan kartoittaa suurin osa mahdollisista riskeistä, mutta myös yllätystekijöitä on. Yllätystekijöiden esiintymistä ja vaikutusta on tutkittu paljon. Tähän aiheeseen liittyvä tieto ja menetelmät ovat vielä melko kesken, vaikka yllätysten oletetaan kuluva projektityön luonteeseen lähes automaattisesti.

Herroelen ja Leus [2003] esittelevät viisi yleisintä lähestymistapaa epävarmuustekijöiden hallinnasta aikataulusuunnittelussa. Näitä menetelmiä on tutkittu lähinnä koneellisen aikataulusuunnittelun yhteydessä. Seuraavassa on esitelty keinoja epävarmuustekijöiden hallitsemiseksi. [Herroelen and Leus, 2003; Klemetti, 1996]

10.2.1. Reaktiivinen aikataulusuunnittelu

Reaktiivinen aikataulusuunnittelu (reactive scheduling) ei pyri käsittelemään epävarmuustekijöitä alkuperäisessä aikataulusuunnitelmassa. Sen sijaan se keskittyy alkuperäisen aikataulun korjaamiseen odottamattomien aikatauluun vaikuttavien asioiden ilmaantuessa, reagoitiin. Alkuperäisessä aikataulussa ei ole suunniteltuja varokeinoja sen pettäessä.

Reaktiivinen tekniikka voi olla hyvinkin yksinkertainen. Tyypillisimmillään se voi olla tunnettu right shift rule -menetelmä (Sadeh *et al.*, 1993; Smith 1994). Tämän säännön mukaan kaikkia tehtäviä joihin resursseista tai riippuvuuksista johtuva aikataulun hajoaminen vaikuttaa, yksinkertaisesti siirretään oikealle eli tuonnemmaksi. Tämä menetelmä voi johtaa hyvinkin huonoihin tuloksiin projektin onnistumisen kannalta, koska asioiden siirtäminen ei ole niin yksiselitteistä ja kokonaisaikataulu vaarantuu. Toinen reaktiivisen aikatauluttamisen ääripää on koko olemassa olevan aikataulun sivuuttaminen, kun ryhdytään toimenpiteisiin aikataulun pettäessä. Tällöin voidaan jo puhua kokonaan uuden aikataulun tekemisestä. Menetelmän pääpyrkimyksenä on, että uusi aikataulu poikkeaa mahdollisimman vähän alkuperäisestä ja muutoksista johtuva myöhästyminen minimoidaan. [Herroelen and Leus, 2003]

10.2.2. Todennäköisyyteen perustuva projektisuunnittelu

Todennäköisyysteorioihin ja -laskentaan pohjautuva projektisuunnittelu (stochastic project scheduling) on kehitetty mm. mittaamaan projektin todennäköisyyttä valmistua tietyssä ajassa. Kokonaisen projektin valmistuminen ja tehtävät jotka määrittelevät sen keston, ovat aina kyseenalaisia johtuen tehtävien ja satunnaisten tehtävien vaihtelevasta kestosta. Toimittaja (projektin toteuttaja) voi käyttää tätä menetelmää ennustamaan kuinka todennäköistä projektin toteutus on sovitussa aikataulussa, sekä arvioidakseen omat kykynsä täyttää sopimuksen vaatimukset. Tämä on hyvä varmistaa aina ennen tarjouksen tekemistä toteutettavan kokonaisuuden omistajalle eli ostajalle. Projektin toteutuksen todennäköisyys on toimittajalle erittäin arvokasta tietoa, mutta tästä menetelmästä hyötyy myös ohjelmiston omistaja. Omistaja voi määrittellä ja analysoida riskit, joita aikatauluun ja toteutukseen liittyy.

Tässä menetelmässä tehtävät järjestetään mahdollisimman optimaalisesti. Projektin työtehtävien ja aikataulun arvioimiseen, sekä niiden keskinäiseen järjestämiseen mm. tehokkuuden parantamiseksi ja aikataulun optimoimiseksi on kehitetty lukuisia erilaisia laskentamalleja ja algoritmeja. Tällaisia ovat mm. PERT -menetelmän kaltaiset arviointimetodit. [Ruuska, 2001; Herroelen and Leus, 2003]

10.2.3. Sumean logiikan aikataulusuunnittelu

Sumean logiikan aikataulusuunnittelun teoria (fuzzy scheduling) väittää, että tehtävien todennäköisten kestoajkojen jakautumista ei tunneta, koska ei ole olemassa tarpeeksi kokemustietoa. Sumea logiikka tarkoittaa, että kokonaisuus muodostuu loogisesti yhteenkuuluvista osatekijöistä, joiden merkitys, tarkkuus ja sisältö voivat vaihdella toden ja epätoden välillä. Projekti aikataulun kannalta se tarkoittaa, että kukin projekti voi sisältää erilaisia työtehtäviä kokonaisuuden valmistumiseksi ja niiden todellinen kesto on jossain kahden arvion välillä.

Sumean logiikan mukainen aikataulusuunnittelu tehdään epätasemmien tietojen perusteella, koska ei ole käytävissä yksiselitteistä kokemustietoa jokaisesta kombinaatiomahdollisuudesta projektien ollessa erilaisia. Usein arviot tehdään asiantuntijoiden toimesta, mutta tehtäväkokonaisuuksien ollessa tilannekohtaisia projektin johto joutuu tekemään päätöksiä epävarmemmalta pohjalta. Epämääräisissä tilanteissa sumean logiikan suunnittelumetodi suosittelee käyttämään sumeita arvoja tehtävien keston mallintamisessa, mieluummin kuin todennäköisyyslaskentaan perustuvia lukuja. Tällöin käytetään tehtävien osittelua ja arvioidaan osatehtävän todennäköisyyttä sisältyä johonkin tehtäväkokonaisuuteen.

Rommelfanger (1990) on kehittänyt käytännöllisen tavan selvittää tehtäväkokonaisuuksien sumeiden osa-alueiden tiedot. Tämän mukaan asiantuntijat antavat pessimistisimmän ja optimistisimmän arvionsa joistakin tärkeistä tehtäväkokonaisuuksista määrittelemällä niiden vaihteluvälin. Vaihtelu muodostuu tehtävistä joiden esiintymistodennäköisyys on kohtuullinen tai suuri. Myös sumean suunnittelumenetelmän metodissa on kehitetty lukuisia laskentamalleja arvioinnin avuksi. Suunnitteluprosessin lopputuloksena saadaan sumea aikataulusuunnitelma, joka sisältää sumeat aloitus- ja lopetusajankohdat tehtäville. Sumealla aikataulusuunnitelmalla päästään arvioperusteiseen aikatauluun, jossa toteuma on oletettavasti jotain optimistisimmän ja pessimistisimmän arvion väliltä. Tällaisia aikatauluja on tulkittava varauksellisesti ja pitää muistaa niiden vaihtelumahdollisuudet. [Herroelen and Leus, 2003]

10.2.4. Ennakoiva aikataulusuunnittelu

Ennakoiva aikataulusuunnittelu (proactive scheduling) varautuu aikataulujen muutoksiin mm. pitämällä vararesursseja. Vararesurssit otetaan käyttöön, mikäli tehtävien edistyminen sitä vaatii. Alkuperäiseen aikatauluun lisätään suojatut kestoajat.

Puhdas resurssien vajaakäyttö on melko epärealistista ja kallista. Lisäksi projektityön ongelmat eivät yleensä ole näin yksinkertaisesti ratkaistavissa. Tilastojen

perusteella projektin pelastaminen lisäresursseilla pidentää tehtävien kestoa. Yleensä tehtävät, jotka edellyttävät vararesurssien käyttöä keskeytystilanteessa, kestävät kauemmin, koska samalla joudutaan selviytymään itse tehtävien ja mahdollisesti projektin keskeytyksestä. Tilastojen mukaan tehtävien suojattu kesto-aika on yhtä suuri, kuin alkuperäinen arvio lisättynä keskeytyksillä ja niiden aiheuttamilla viiveillä joita tehtävän suorittamisen aikana voidaan odottaa. Viive syntyy keskimääräisestä ajasta joka menee epäonnistumiseen ja ajasta joka kuluu asian korjaamiseen. Tämän vuoksi tämä lähestymistapa ei sovellu projekteihin, joissa pääresursseina ovat ihmiset.

Metodia on pyritty parantamaan käyttämällä tehtävien aikaisimman ja myöhäisimmän mahdollisen alkamis- ja päättymisajankohdan periaatteita ja löytämällä niiden avulla optimaalisin suunnitelma projektin toteutukselle. Myös tämän metodin tueksi on kehitetty useita laskentamalleja. [Herroelen and Leus, 2003]

10.2.5. Herkkyysanalyysi

Herkkyysanalyysiin (sensitivity analysis) perustuva aikataulusuunnittelu keskittyy kysymyksiin mitä jos? Menetelmä pyrkii antamaan vastauksia useisiin kysymyksiin:

- mitkä ovat muutosmarginaalien rajat, jotta kokonaisuus pysyy optimaalisena
- mikä on optimaalinen kustannus jos muutoksia ilmaantuu
- mikä on muutoksen jälkeen optimaalinen ratkaisu
- milloin alkuperäinen aikataulu pysyy optimaalisena
- milloin kohteen toiminta pysyy optimaalisena
- millaisia herkkyysanalyyseja kannattaa käyttää jotta ratkaisujen vankkuus on optimaalinen ja millaisia herkkyysanalyyseja voidaan tehdä ilman yksityiskohtaisia tietoja ratkaisuksista?

Toinen mielenkiinnon kohde on vielä melko tutkimaton alue. Miten määritellään, mitkä parametrimuutokset ovat sellaisia, joiden seurauksena ei jouduta projektin uudelleenaikatauluttamiseen, vaan selvittää pienillä suunnitelmien korjauksilla, esimerkiksi right shift-menetelmällä. Tätä seikkaa tiedusteltiin myös tutkielman empiirisessä osuudessa. [Herroelen and Leus, 2003]

11. PROJEKTIHALLINTA JA SEURANTA

Projektinhallinta koostuu suunnittelusta, organisoinnista, rekrytoinnista, ohjauksesta, tarkkailusta, kontrolloinnista, innovoinnista sekä edustamisesta eri sidosryhmiin nähden. Projektinhallinnan yksi tärkeimpiä tehtäviä on seuranta, joka on kriittisen tärkeää onnistumisen kannalta. Projektiseurannan tulee olla säännönmukaista ja tehokasta. Seuranta tehdään useilla eri tavoilla, yksi keskeisimmistä seurantavälineistä on aikatauluseuranta. [Hughes & Cotterell, 2006; Pelin, 2002]

11.1. Projektiaikataulun hallinnan työvälineet ja tuotokset eri vaiheissa

Aikataulunhallinnan suunnittelu- ja seurantadokumentteja on lukuisia. Suunnittelumalleja ovat mm. lohkovertikokaavio, Ganttin kaavio sekä avainpäivämäärien eli virstanpylväiden käyttö. Suunnitelmat ja arviot voidaan dokumentoida projektihallintaohjelmistoilla, joissa on olemassa valmiit ominaisuudet näille projektinhallinnan elementeille. Tavanomaisia toimisto-ohjelmia käytetään myös ja ne ovatkin useimmiten projektinhallinta-ohjelmistoja yksinkertaisempia.

Suunnitteludokumentteja ovat projektiorganisaation rakenne, vastuualueiden jako, työn kuvaukset ja työtehtävät. Kaikki nämä vaikuttavat myös aikataulusuunnitteluun. Työaika-raporteilla ja suoritteiden arvioinnilla kontrolloidaan henkilöresurssien käyttöä. Aikataulujen toteutumisen kontrolloimiseen voidaan käyttää etenemisraporttia, jossa suunnitelmia verrataan toteutuneeseen. Henkilöresurssien hallitseminen ja seuranta on hyvin tärkeä aikataulun ja projektibudjetin toteutumisen kannalta. [Burke, 2003]

Aikatauluseuranta perustuu kolmen erillisen aikataulusuunnitelman versioon. Perusaikataulu eli alkuperäinen suunnitelma säilyy muuttumattomana koko projektin alusta loppuun. Toteutuma-aikataululla kuvataan mitä tarkasteluajankohtaan mennessä on tapahtunut. Aikataulutoteuman seuranta voidaan tehdä mm. viikoittaisella työaika-raportoinnilla, johon kerätään toteutuneet työtunnit ja tehtävien eteneminen. Raportointi tulee tehdä tehtäväluettelon tarkkuudella. Toteutumaa verrataan perusaikataulun arvioihin, jolloin poikkeamat havaitaan ja niiden syyt selvitetään. Tarvittaessa tarkennetaan alkuperäisiä arvioita, työmenetelmiä tai muita asiaan vaikuttavia tekijöitä. Tästä syntyy lopputuloksena kolmas aikatauluversio eli täsmennetty suunnitelma. Täsmennetyssä suunnitelmassa on otettu huomioon menneet tapahtumat sekä oletukset projektin jatkosta.

Projektijohto seuraa etenemistä. Projektipäällikkö raportoi johtoryhmälle projektin tilanteen säännöllisesti. Raportoinnille on olemassa valmiita työkaluja, kuten Microsoftin MS Project. Kattavalla raportoinnilla pysytään tilanteen tasalla ja kerätään

kallisarvoista tietoa myös tulevien projektien varalle. [Huotari *et al.*, 1995, Pelin, 2002; Schwalbe, 2007]

11.2. Poikkeusten käsittely

Riskinhallinnassa kiinnitetään erityistä huomiota projektin kriittisimpiin tekijöihin, jotka ovat usein aika ja resurssit. Kun poikkeuksia havaitaan, niihin on puututtava välittömästi. Ongelmiin tartutaan heti ja niihin etsitään mahdollisimman tehokas ratkaisu. Näin vältetään vielä suuremmilta vahingoilta.

Kun mahdolliset ongelmat kartoitetaan etukäteen, niihin on valmistauduttu riskinhallintasuunnitelmalla. Ongelmat tunnistetaan helpommin ja aikaisemmin ja niiden varalle on olemassa valmiita ratkaisumalleja. Yllätykset kuuluvat projektityön luonteeseen. Epävarmuustekijöihin ja ennalta -arvaamattomiin yllätyksiin on hankalampi varautua, mutta niiden olemassaolo on syytä tiedostaa. Samat projektinhallinnalliset ongelmat toistuvat yleensä kerta toisensa jälkeen. [Pelin, 2002]

12. ONNISTUNUT PROJEKTI

Projektin onnistuminen arvioidaan sille asetettujen tavoitteiden perusteella. Projektin päättyessä analysoidaan, miten projekti ja valmis tuote vastaavat alussa asetettuja tavoitteita. Onnistumista ei mitata pelkästään hyvällä tuotteella, vaan että se on aikaansaatu sovitussa aikataulussa ja budjetissa. Laadun käsite keskittyy usein liikaa sisällölliseen laatuun, tällöin vaarana on aikataulujen ja budjetin ylittyminen. Aikataulun ja budjetin onnistumista on helpompi mitata, koska ne ilmoitetaan mitattavissa olevilla suureilla. Sisällöllisen laadun tavoitteita on hankalampi mitata, koska ne ovat osittain arvostuskysymyksiä. Tuote voi olla määritelmien mukainen, mutta ei sitä, mitä haluttiin. Projekti on onnistunut jos odotukset ovat täyttyneet. Projektipäällikkö vastaa projektin tavoitteiden täyttymisestä. Usein myöhästynytkin projekti tyydyttää vielä asiakasta, jos asiakas saa mitä on tilannut. Kannattaa muistaa, että myöhästynyt ja alkuperäisistä suunnitelmistaan paisunut projekti on kallis ja hankala sekä toimittajalle että asiakkaalle. [Pelin, 2002]

Projektin alussa voidaan asettaa laatumittarit, joilla projektin onnistumista mitataan sen aikana sovitussa tarkistuspisteissä sekä projektin lopussa. Laatutarkastusten palaute pitkin projektia on tärkeää, jotta korjaustoimenpiteet voidaan tehdä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa ja virheelliset tuotokset minimoidaan. Koko projektin ajan mitataan ajallista ja tehollista laatua. Teholla tarkoitetaan tässä toteutuksen etenemistä sovitusti. Etenemisen seuranta ja siten ajallisen ja rahallisen laadun mittaaminen tapahtuu projektiaikataulun ja työmääräarvioiden sekä projektikustannusten avulla. Projektipäälliköllä pitää olla koko projektin ajan tiukka ote projektiaikatauluun. Lopputuotteen laatumittareita voivat olla esimerkiksi käytettävyys, vasteajat, ylläpitokustannukset, virheiden määrä ja laatu sekä korjauskustannukset. Ruuska [2001] kuvaa kolmen tekijän samanaikaista hallintaa triangelidraamana. Projektin tulostavoitteen muodostavat lopputuotteen laatu, aikataulu ja kustannukset. Muutos missä tahansa näistä kolmesta tekijästä vaikuttaa aina kahteen muuhun. [Pressman, 2000; Ruuska, 2001]

Jokaisen projektin lopuksi on hyvä pitää loppuyhteenveto, jossa analysoidaan projektin suoritteet. Analysoimalla suunnitelmia verrattuna toteutumiin, saadaan arvokasta tietoa tulevia projekteja varten. Jokaisesta projektista kannattaa säilyttää hyväksi havaitut menetelmät (best practises) ja varmistaa virheistä oppiminen.

13. TUTKIMUS TYÖMÄÄRIEN ARVIOINNISTA JA AIKATAULUJEN SUUNNITTELUSTA

Tässä kappaleessa käsitellään tutkielman empiirisen tutkimusosuuden tekeminen ja tulokset. Empiirisen tutkimuksen tarkoituksena oli kartoittaa edellä esitettyjen työmääräarviointiin ja aikataulusuunnitteluun liittyvien asioiden toteuttamista ja toteutumista käytännössä erilaisissa projektiorganisaatioissa. Tutkimuksessa kerättiin arvokasta tietoa eri organisaatioiden hyvistä käytännöistä ja projektien sudenkuopista. Kohderyhmältä tiedusteltiin myös heidän näkemyksiään suunnittelun tehostamiseksi.

13.1. Tutkimuksen taustaa

Tutkielman tutkimusosuus tehtiin empiirisenä lomakekyselytutkimuksena. Kysely kohdistui eri alojen organisaatioiden henkilöihin, joiden voitiin olettaa tekevän tai ainakin osallistuvan IT-projektien työmääräarviointiin ja aikataulusuunnitteluun ja niiden seurantaan. Vastaajat valittiin eri alojen yrityksistä melko sattumanvaraisesti. Joukkoon pyrittiin ottamaan eri toimialoja ja organisaatiokokoja ja -rakenteita. Niissä tapauksissa, joissa etukäteen valittu kohdehenkilö ei työssään tehnyt kyseistä arviointia ja suunnittelua, kyselyyn vastaaminen siirrettiin edelleen oikealle henkilölle pääasiallisesti organisaation omasta toimesta.

Kysely toimitettiin tutkimusryhmälle sähköpostilla tutkimuksesta kertovan saateen ja sähköisen vastauslomakkeen kera. Tutkimuksen saate on liitteenä 1. Kysely lähetettiin kolmeen eri otteeseen, yhteensä 54 henkilölle, johtuen saatujen vastausten niukasta määrästä. Kyselyyn vastasi yhteensä 16 henkilöä lopullisen vastausprosentin jäädessä siten 29,6 %:iin. Muutamissa tapauksissa organisaatiosta ilmoitettiin, että heillä ei ole mitään järjestelmällisiä keinoja, vaan hallittua kaaosta ja kyselyyn ei sen kummemmin vastattu. Lisäksi tuli useampi ilmoitus, että työtilanteesta johtuen ei ole aikaa vastata kyselyyn. Vastausprosentista ja vastaamatta jättämisen perusteluista johtuen voidaan olettaa, että projektinhallinnan saralla olisi edelleen paljon kehittämistä.

Kyselyssä pyrittiin kartoittamaan organisaatioiden projektisuunnittelussa käytettyjä työmäärien ja aikataulujen arviointi-, suunnittelu- ja seurantamenetelmiä sekä kokemuksia niistä. Vastauslomake jaettiin eri osa-alueisiin, vastaajien taustatietoihin, projektisuunnitteluun yleensä, aikataulusuunnitteluun, työmääräarviointiin ja omakohtaisiin kokemuksiin eri menetelmistä ja tavoista. Lopuksi tiedusteltiin vastaajien kehitysideoita projektin työmääräarvioinnista ja aikatauluttamisesta sekä ideaalisesta projektinhallintaohjelmistosta. Kysymyksiä oli yhteensä 63 kappaletta, joista valtaosa

oli vaihtoehtokysymyksiä. Useimmiten vastauksissa tarjottiin valmiita vastausvaihtoehtoja, mutta vastaajan oli mahdollista antaa myös tarkennuksia tai vapaata informaatiota. Kysymyslomake on liitteenä 2.

13.2. Vastaajien taustatiedot

Vastaajien taustatiedoista selvitettiin vastaajan sukupuoli, tehtävänimike ja rooli organisaatiossa. Koska tutkimus kohdistui projektien työmääräarvointiin ja aikataulusuunnitteluun, selvitettiin myös vastaajan projektityökokemuksen pituus sekä rooli projektiorganisaatiossa. Vastaajan taustaorganisaatiosta selvitettiin organisaation tyyppi ja toimiala.

Suurin osa vastaajista oli miehiä, mukana oli vain neljä naista. Vastaajista puolet toimi projektipäällikön tehtävissä. Lisäksi mukana oli tuotepäällikkö, tuotekehityspäällikkö, tuotepäällikkö, tilipäällikkö, johtava konsultti, toimitusjohtaja, suunnittelija ja kehityspäällikkö. Henkilöiden tehtävänimikkeet vaihtelivat jonkin verran, mutta suunnittelijaa lukuun ottamatta kaikki toimivat johtotehtävissä.

Vastaajien projektityökokemus oli suurimmalla osalla useamman vuoden ajalta. Neljällä vastaajalla oli alan kokemusta 2 - 5 vuotta, viidellä 6 – 10 vuotta ja viidellä yli 10 vuotta. Vain kahdella oli korkeintaan vuoden kokemus projektityöstä.

Vastaajien rooli projektiorganisaatiossa oli neljällä projektipäällikkö ja viidellä jokin muu projektiryhmän rooli. Kaksi vastaajaa oli projektin ohjaus- tai johtoryhmän jäseniä. Vastaajista viisi oli asiakkaan tai tilaajan roolissa.

Organisaatiotyypit vaihtelivat jonkin verran. Suurin vastaajaryhmä olivat pienyritykset, joissa henkilöstömäärä oli alle 250. Pienyrityksiä oli yhteensä kuusi, joista yksi konsultointialalla, yksi sijoitus- ja kehitysyhtiötoiminnan alalla, kaksi ohjelmistotuotannon parissa ja kaksi ei kertonut toimialaansa. Mukana oli yksi koulutusalan valtionlaitos ja yksi kunnallinen kehitysyhtiö. Kuusi vastaajaa työskenteli suuryrityksessä (henkilömäärä yli 1000), joista kolme toimii pankkisektorilla, yksi teollisuudessa, yksi kaupan ja yksi konsultoinnin alalla. Keskisuuria yrityksiä oli kaksi (henkilömäärä 250–1000), joista toinen toimii teollisuuden ja toinen kehitys- ja konsultointialalla.

13.3. Projektisuunnittelu

Ennen työmääräarviointia ja aikataulusuunnittelua selvitettiin projektisuunnittelun yleisiä taustoja vastaajaorganisaatioista.

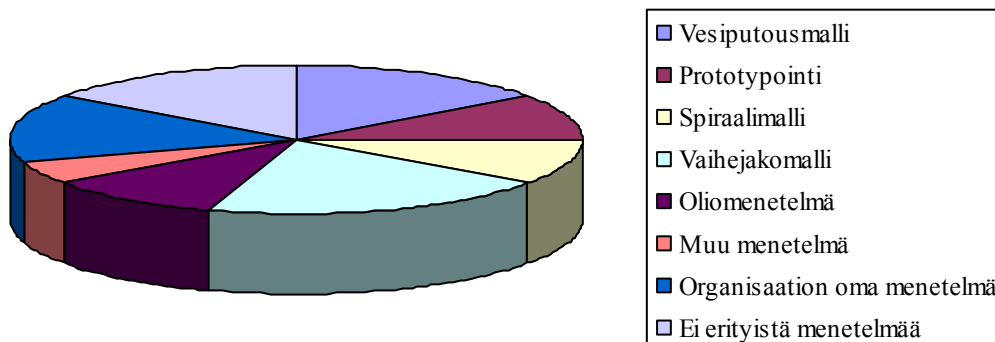
13.3.1. Projektin tilaaja

Projektin luonteeseen vaikuttaa aina myös asiakassuhde. Projektioorganisaatio ja projektityömalli rakentuvat hieman eri tavoin riippuen siitä, onko kyseessä ulkoinen vai sisäinen asiakas.

Tutkimusryhmästä 63 %:lla eli kymmenellä vastaajalla yleisin projektin tilaaja tai asiakas oli organisaation ulkopuolinen. Neljällä vastaajalla asiakas oli oman organisaation sisällä ja kahdella oli molempia.

13.3.2. Projektisuunnittelumallin käyttö

Teoriaosuudessa esiteltiin joitakin projektityömalleja ja mainittiin, että projektin luonteen mukaan pyritään valitsemaan niistä sopivin. Vastaajaorganisaatioissa projektisuunnittelumallit vaihtelivat jonkin verran, mutta suurimmassa osassa (81 %) sellaista käytettiin. Kolmessa organisaatiossa käytettiin organisaation omaa mallia, eli vaiheisiin jaettua metodologiaa, toimintasuunnitelmapohjaista mallia ja yhdestä tapauksesta ei ole tarkempia tietoja. Kolmessa organisaatiossa käytettiin vaihejakomallia, yhdessä NOCOP-mallia, yhdessä oliomenetelmää ja yhdessä prototypointia. NOCOP-mallia ei ole käsitelty tässä tutkielmassa, joten kuvataan se tässä lyhyesti selkeyden vuoksi. NOCOP määrittelee missä projektin etapissa kunkin tietojärjestelmätyön mukaisen tuotoksen (välituote) tulee olla valmis. Lisäksi se määrittelee mitkä roolit osallistuvat kunkin vaiheen työhön. [Palomäki, 2005] Neljä yritystä käytti kahta eri mallia, joista kolmella vesiputousmalli ja sen lisäksi spiraali-, vaihejakomalli tai oliomenetelmä. Eräs organisaatio käytti prototypointia ja spiraalimallia yhdessä. Kolmessa organisaatiossa ei käytetty mitään projektityömallia. Kuvassa 14 kuvataan graafisesti eri projektisuunnittelumetodien käytön jakautuminen vastausorganisaatioissa. Huomattakoon, että osassa käytettiin kahta eri menetelmää.



Kuva 14. Projektisuunnittelumallien käytön jakautuminen

13.3.3. **Projektinhallinnan ulkoistaminen**

Projektinhallinta hoidettiin pääsääntöisesti organisaation sisällä. Vain kolmessa tapauksessa se oli osittain ulkoistettu. Näistä yhdessä käytettiin ulkoisia konsultteja. Yhdessä oli ulkoistettu osa tukitoiminnoista ja yhdellä organisaatiolla oli oma projektinhallinta sekä asiakkaan että toimittajan puolella. Tämä tarkoittanee melko yleistä käytäntöä kahden projektipäällikön systeemistä, jolloin sekä asiakkaalla että toimittajalla on oma projektipäällikkö ja projektiryhmä, jotka toimivat läheisessä yhteistyössä.

13.3.4. **Riskikartoitus ja riskinhallintasuunnitelma**

Projektin alkuvaiheessa kannattaa tehdä riskikartoitus, jonka avulla tiedostetaan projektin riskitekijät sekä ennustetaan niiden esiintymistodennäköisyys. Riskikartoituksen jälkeen tehdään riskinhallintasuunnitelma, jonka avulla pyritään välttämään riskien toteutuminen ja riskin toteutuessa keinot haitallisten seurausten minimoimiseksi ovat valmiina tiedossa. Tiedostamalla projektin riskit, voidaan projektiseurantaa tehostaa erityisesti niillä alueilla joilla on havaittu olevan selkeitä riskitekijöitä. Tehostetulla seurannalla voidaan jopa välttää riskien toteutuminen.

Suurin osa tutkimuskohteista (56 %) teki riskikartoituksen ja riskinhallintasuunnitelman aina. Viidessä organisaatiossa riskisuunnitelma tehtiin toisinaan. Vain kahdessa organisaatiossa riskinhallintaa ei tehty ollenkaan.

13.3.5. **Projektisuunnittelun merkitys**

Tutkimuksen kohteena olevissa organisaatioissa käytettiin vaihdellen kaikkia esitettyjä projektityömalleja. Suurin osa organisaatioista vastasi itse projektinhallinnasta. Alla olevaan taulukkoon on koottu eri projektityömallien ja projektinhallinnan toteuttaminen tutkimuksen kohderyhmässä sekä vertailun vuoksi suunnitteluvaiheessa tehtävä riskikartoitus projektityömalleittain. Riskikartoituksen osana pitäisi aina olla myös ne yllättävät muutostilanteet, jotka vaikuttavat projektin työmääriin tai aikatauluihin. Suunnittelutapaa haluttiin peilata projektin aikataulusuunnitelmien ja työmääräarvioiden pitävyyteen.

Yleisin projektityömalli oli vaihejakomalli ja siinä tehtiin myös riskikartoitus melkein poikkeuksetta. Tämän mallin mukaisen projektin aikataulut ja työmääräarviot pitivätkin vastaajien mukaan hyvin paikkansa. Projektityömalli tuntui toimivan hyvin myös vesiputousmallissa sekä oliomenetelmällä. Käytetyn projektityömallin ja projektimenestyksen suhde mitattuna arvioiden pitävyydellä on kuvattu taulukossa 12.

Samalla voidaan todeta, että mikäli organisaatiossa ei ole käytössään mitään määrämuotoista projektityömallia, suunnittelukin jää vajaaksi. Tällöin projektin aikataulujen ja työmäärienkään suhteen ei voida odottaa pelkästään onnistumisia.

Projektityömalli	Käytössä organisaatioilla	Projektinhallinta ulkoistettu	Riskikartoitus tehty	Aikataulun pitävyys	Työmääräarvion pitävyys
Vesiputousmalli	3	ei	1	Hyvä	Hyvä
Prototypointi	2	ei	0	Hyvä	Hyvä - Kohtalainen
Spiraalimalli	2	ei	0	Kohtalainen	Kohtalainen
Vaihejakomalli	4	1	3	Hyvä	Hyvä
Oliomenetelmä	2	ei	2	Hyvä	Hyvä
Jokin muu (NOCOP)	1	1	1	Hyvä	Erittäin hyvä
Organisaation oma menetelmä	3	1	1	Kohtalainen	Hyvä
Ei tiettyä mallia käytössä	3	ei	2	Kohtalainen	Kohtalainen

Taulukko 12. Käytetyn projektityömallin merkitys projektin aikataululliselle onnistumiselle

13.3.6. Töiden osittelu ja riippuvuudet

Töiden osittelu jakaa projektin pienempiin ja hallittavampiin kokonaisuuksiin. Mitä tarkemmalle tasolle projektin eri työvaiheet ja niiden sisältämät tehtävät on ositeltu, sitä helpompi on arvioida työmääriä ja niiden keskinäisiä riippuvuuksia ja arviota ovat huomattavasti täsmällisempiä. Määrittelemällä riippuvuudet nähdään kriittiset tehtävät ja tiedostetaan kriittinen polku.

Kaikissa tutkimusryhmän tapauksista tehtiin työvaiheiden ja tehtävien osittelua. Kuuden vastaajan projektiorganisaatiossa työt ja työvaiheet ositeltiin vain melko karkealla tasolla. Viidessä organisaatiossa ne jaoteltiin melko tarkasti ja viidessä tapauksessa ositus tehtiin hyvin tarkalla tasolla.

Suurin osa (81 %) osittelee työvaiheet ja tehtävät projektin toteutusvaiheiden perusteella, joissa kahdessa tapauksessa perusteena käytettiin lisäksi toteutettavaa ohjelmistoa tai projektiorganisaatiota. Kahdessa tapauksessa osittelu tehtiin toteutettavien ohjelmistojen tai niiden osien perusteella. Yksi organisaatio ositteli

projektioorganisaation perusteella. Tutkimusryhmältä tiedusteltiin myös eri vaiheiden ja tehtävien keskinäisen riippuvuuden huomiointia suunnittelussa. Kaikissa organisaatioissa ne huomioitiin jollakin tasolla. Yhdeksän (56 %) vastaajaorganisaatioista huomioi vaiheiden ja tehtävien riippuvuuden aina. Kuudessa organisaatioissa ne huomioitiin useimmiten ja yhdessä tapauksessa vain joskus.

Taulukkoon 13 on koottu vertailu eri projektityömallien käytön ja töiden osittelun suhteesta projekti aikataulun ja työmääräarvioiden pitävyyteen. Voidaan todeta, että vaikka organisaatioissa ei olisi käytössä projektityömallia, työtehtävät ositeltiin melko tarkasti. Mikäli työ ositeltiin edes karkealla tasolla ja riippuvuudet huomioitiin, päästiin melko hyvään aikataulujen ja työmääräarvioiden pitävyyteen. Näin ollen töiden keskinäisillä riippuvuuksilla tuntuu olevan suurempi merkitys projektin aikataululliselle onnistumiselle kuin pelkästään työtehtävien osittelulla ja aikataulutamisella.

Projektityömalli	Käytössä organisaatioilla	Töiden osittelu ja peruste	Riippuvuuksien huomiointi	Aikataulun pitävyys	Työmääräarvion pitävyys
Vesiputousmalli	3	Pääasiallisesti karkea taso, peruste vaihteli	Pääasiallisesti aina	Hyvä	Hyvä
Prototyypointi	2	Karkea taso, toteutusvaiheiden perusteella	Useimmiten	Hyvä	Hyvä - Kohtalainen
Spiraalimalli	2	Karkea taso, toteutusvaiheiden tai ohjelmiston perusteella	Useimmiten	Kohtalainen	Kohtalainen
Vaihejakomalli	4	Taso vaihteli, toteutusvaiheiden perusteella	Pääasiallisesti aina	Hyvä	Hyvä
Oliomenetelmä	2	Tarkka taso, toteutusvaiheiden tai ohjelmistojen perusteella	Aina	Hyvä	Hyvä
Jokin muu (NOCOP)	1	Tarkka taso, toteutusvaiheiden perusteella	Aina	Hyvä	Erittäin hyvä
Organisaation oma menetelmä	3	Pääasiallisesti tarkka taso, toteutusvaiheiden tai ohjelmistojen perusteella	Pääasiallisesti aina	Kohtalainen	Hyvä
Ei tiettyä mallia käytössä	3	Melko tarkka taso, toteutusvaiheiden perusteella	Vaihtelevasti	Kohtalainen	Kohtalainen

Taulukko 13. Käytetyn projektityömallin ja töiden osittelun sekä riippuvuuksien merkitys projektin aikataululliselle onnistumiselle

13.3.7. Henkilöresurssien valinta

Henkilöresurssien oikea mitoitus ja tehtävien jakaminen sopivimmille henkilöille on hyvin tärkeä tekijä arvioiden tekemiselle ja projektien etenemiselle. Kun tiedetään resurssit henkilötasolla, vasta sen jälkeen voidaan tehdä täsmällisemmät arviot. Tekijän kykyrakenne ja kokemus vaikuttaa luonnollisesti toteutuksen työmäärään.

Sopivimman henkilön valintaa tehdään eri tavoin. Tämän tutkimuksen perusteella melkein kaikki vastaajat käyttivät useampaa valintaperustetta resursseja valitessaan. Henkilön käytettävyyys on luonnollisesti määräävä tekijä, ja se olikin perusteena 14 tapauksessa (88 %). Henkilön ammattitaito oli toiseksi tärkein valintaperuste, yhteensä yhdeksässä tapauksessa. Kokemus ja henkilön sopivuus kyseiseen tehtävään tulivat kolmannelle sijalle, kumpikin tekijä vaikutti kahdeksassa tapauksessa.

Kolmessa organisaatioissa valinnassa käytettiin vain yhtä perustetta. Eräissä tapauksessa valinta tehtiin kokemuksen perusteella ja toisessa voitiin valita sopivin henkilö. Yhdessä tapauksessa valinta jouduttiin tekemään pelkästään käytettävissä olevien resurssien mukaan.

Tehtävien suorittamisen kannalta onkin positiivista, mikäli valinta voidaan tehdä siten, että sopivinta henkilöä voidaan etsiä kullekin tehtävälle. Henkilöresurssit ovat muiden projektiresurssien tavoin usein hyvin tiukoilla, joten projektipäälliköllä ei ole tilaisuutta käyttää kulloinkin sopivinta henkilöä. Kuten tutkimuskin osoitti, tehtävään valitaan sillä hetkellä käytettävissä olevista sopivin.

13.3.8. Epävarmuustekijöiden huomiointi projektisuunnittelussa

Projektisuunnittelun haasteisiin kuuluu oleellisesti epävarmuustekijöiden arviointi. Projektin aikana voi tulla eteen yllätyksiä, joihin ei ole valmistauduttu. Epävarmuustekijöiden vaikutusta ja arviointia on tutkittu paljon. Mitään varmaa ratkaisua ei ole löydetty, mutta ennakoinnilla voidaan minimoida niiden negatiivinen vaikutus projektin aikataulusuunnitelman toteutumiseen. Tutkimuksessa haluttiin selvittää, miten epävarmuustekijöihin varaudutaan.

Kaikissa vastaajaorganisaatioissa epävarmuustekijät huomioitiin ja suurin osa käytti useampaa eri varokeinoa. Suosituin varautumiskeino epävarmuustekijöille oli pelivaran käyttö. Pelivaraa käytti kymmenen organisaatiota ja suurimmalla osalla oli käytössä myös muita menetelmiä. Toiseksi käytetyin (7) oli resurssivarantojen käyttö ja vararesurssien käyttöönotto tilanteen vaatiessa. Kolmanneksi eniten (6) käytettiin kriittisen polun menetelmää, määrittämällä ja seuraamalla tehtävien aikaisinta ja myöhäisintä mahdollista aloitus- ja päättämisaikajankohtaa. Tätä menetelmää käytettiin enimmäkseen jonkin muun lisänä. Kolme vastaajaa käytti suunnittelun pohjana

pelivaran ja kriittisen polun määrittelyn lisäksi optimistisimman ja pessimistisimmän arvion keskiarvoa. Kahdessa tapauksessa toisen menetelmän rinnalla käytettiin myös todennäköisyyslaskentaa, jolla määriteltiin yllätysten esiintymisennuste. Näistä toinen oli valmis muuttamaan aikatauluja tilanteen vaatiessa ja toinen oli laskenut aikatauluihin pelivaraa. Viidessä organisaatiossa epävarmuustekijöitä ei oletettu olevan, mutta näistä neljä kuitenkin varautui niihin pelivaralla ja yksi vararesursseilla. Taulukossa 14 on kuvattu käytettyjen hallintakeinojen kombinaatiot ja esiintymiskerrat.

Epävarmuustekijöiden hallintakeinot	Käytetyt hallintakeinot																Yht./keino	
Pelivara		x		x	x	x				x	x	x			x	x	9	
Vararesurssit			x			x	x				x	x					6	
Todennäköisyys-laskenta	x				x												2	
Optimin ja pessimistisimmän arvion keskiarvo											x		x			x	3	
Kriittinen polku							x	x		x		x	x	x			6	
Aikatauluja muokataan tarvittaessa	x																1	
Ei uskota oleva epävarmuustekijöitä			x	x	x											x	x	5
Käytetyt keinot per vastaaja kpl	2	2	2	2	2	3	2	1	3	2	4	1	3	2	1		Useimmiten 2 eri metodia käytössä	

Taulukko 14. Käytetyt epävarmuustekijöiden hallintakeinot

13.3.9. Projektien taustatiedot

Tutkimuksen yleisyydessä kartoitettiin vastaajien taustan ja projektisuunnittelun lisäksi heidän projektiorganisaationsa tietoja. Projekteista selvitettiin projektiorganisaation kokoonpano, projektien laajuus henkilömäärällä mitattuna sekä projektien ajallinen kesto. Lisäksi selvitettiin käytettyjä projektinhallintatyökaluja ja mahdollisen laatujärjestelmän käyttöä.

Suurimmalla osalla (75 %) projektiorganisaatio oli perinteinen projektikokoonpano, johon kuului ohjaus- tai johtoryhmä, projektipäällikkö ja projektiryhmä. Kolmessa organisaatiossa ei ollut erillistä johtoryhmää vaan projektin kokoonpano koostui projektipäälliköstä sekä projektiryhmästä. Näistä yksi oli organisaatioltaan suuryritys ja kaksi oli pienyrityksiä. Yhdessä tapauksessa projektiryhmä muodosti projektiorganisaation ja yritys oli keskisuuri teollisuuden yhtiö.

Yleisin (56 %, 9 kpl) projektiorganisaation koko oli 4-8 henkilöä. Viidessä tapauksessa projektiryhmän koko oli 9-20 henkilöä. Kolmella vastaajalla oli pieni projektiorganisaatio, sen muodosti 1-3 henkilön ryhmä. Edellä mainittuihin lukuihin on sisällytetty kaksi suuryritystä teollisuuden ja kaupan alalta, jossa toisella projektikoonpano vaihteli 4-20 henkilön välillä ja toisella yhdeksästä yli 30 henkeen.

Valtaosa vastaajien projekteista (12/16) oli lyhyitä, kestoltaan vain alle vuoden mittaisia. Viidellä vastaajalla projektin pituus oli 2-3 vuotta. Edellä mainittuihin lukuihin sisältyy kaksi tapausta, joilla projektien kesto vaihteli alle vuodesta kolmeen vuoteen. Vain yhdessä tapauksessa projektit olivat pitkiä ja kestivät yli neljä vuotta.

13.3.10. **Projektisuunnittelun apuvälineet**

Projektisuunnittelun avuksi on olemassa useita erilaisia suunnitteluohjelmistoja. Tutkimuksessa tiedusteltiin yhden tunnetuimmista, MS Project-ohjelmiston käyttöä sekä muita mahdollisia työkaluja. Yhdeksässä tapauksessa työkaluna käytettiin MS Project-ohjelmaa ja neljässä jotain muuta. Näistä yhdessä tapauksessa käytettiin MS Projectia sekä organisaation omia mallipohjia (sisältyy edellä mainittuihin lukuihin molemmissa ryhmissä), kahdessa vain organisaation omia ja yhdessä Mind Manageria. Mind Manager on myös Microsoftin suunnittelu- ja mallinnustyökalu. Neljässä organisaatiossa ei ollut käytössä mitään projektisuunnittelutyökalua.

Tutkimuksessa tiedusteltiin myös laatujärjestelmän käyttöä, jolloin laatujärjestelmään liittyvä laatukäsikirja antaa raamit myös projektien suunnittelu- ja hallintaprosesseille. Tällöin organisaatiossa on yleensä käytössä organisaatiotason vakiintunut käytäntö. Laatujärjestelmistä tiedusteltiin niistä tunnetuinta, eli ISO9000-standardin käyttöä. Lisäksi selvitettiin, onko käytössä jokin muu tai organisaation oma laatujärjestelmä. Neljässä organisaatiossa käytettiin ISO9000 standardia, joista yhdessä lisäksi CMMI-mallia (Capability Maturity Model Integration). CMMI on tuotekehityksen kypsyysmalli, joka sisältää yrityksen tuotekehitysprosessien ja käytäntöjen avainprosessit. Mallin mukaisesti prosessialueita kehitetään siten, että saadaan aikaan vakiintuneita hyviä käytäntöjä. CMMI:tä käytetään laatujohtamisen ja prosessikehityksen viitekehityksenä. [Software Engineering Institute, 2008] Yhdessä organisaatiossa käytettiin useampaa eri laatujärjestelmää riippuen järjestelmästä tai projektin sisällöstä. Kolmessa tapauksessa oli käytössä organisaation oma laatujärjestelmä. Seitsemällä ei ollut käytössä mitään varsinaista laatujärjestelmää.

Taulukossa 15 on kerrottu, miten eri projektisuunnittelutyökalujen käyttö jakaantui suhteessa laatujärjestelmiin eri organisaatioissa. Organisaatioissa joissa käytettiin MS Project ohjelmaa, oli myös useimmiten käytössä jokin laatujärjestelmä. Tällaisessa asetelmassa voisi kuvitella, että organisaatio jolle on rakennettu laatujärjestelmä olisi useimmiten muodostunut myös jokin omaan tarkoitukseen jalostettu suunnittelutyökalu.

Projektisuunnittelutyökalu	Suunnittelutyökalu käytössä	Laatujärjestelmä käytössä
MS Project	9	ISO9000: 4 Jokin muu: 2 Organisaation oma: 2 Ei laatujärjestelmää: 2
Jokin muu	4	Jokin muu: 2 Ei laatujärjestelmää: 2
Ei suunnittelutyökalua käytössä	4	Jokin muu: 1 Ei laatujärjestelmää: 3

Taulukko 15. Suunnittelutyökalun ja laatujärjestelmän käyttö organisaatioissa

13.4. Aikataulusuunnittelu

Aikataulujen suunnittelusta selvitettiin, kuinka paljon aikataulusuunnittelua tehtiin ja miten vastaaja on osallistunut siihen. Tarkoituksena oli, että kaikki tutkimuksen vastaajat ovat aikataulusuunnitteluun ja työmääräarviointiin osallistuvia henkilöitä. Lisäksi tiedusteltiin käytettyjä arviointimenetelmiä, arviointiin vaikuttavia asioita sekä kokemuksia niistä.

13.4.1. Aikataulusuunnitelman tekeminen ja tekijät

Tutkimuksen mukaan vastanneissa projektiorganisaatioissa tehdään projektin aikataulusuunnitelma melkein poikkeuksetta. Suunnitelma tehtiin aina 87 %:ssa organisaatioista, yhdessä tapauksessa lähes aina, ja vain yhdessä silloin tällöin.

Tutkimukseen vastanneet henkilöt osallistuivat projektin aikataulusuunnitteluun vaihtelevasti. Suunnittelua tehtiin useimmiten projektipäällikkönä yksin tai projektiryhmässä yhdessä. Projektipäällikköä lukuun ottamatta aikataulusuunnittelua tehtiin harvemmin yksin, vain kahdessa organisaatiossa vastaaja teki suunnitelman aina yksin projektityöntekijänä tai projektin omistajana. Kuten kirjallisuusosuudessaakin kerrottiin, paras lopputulos saavutetaan yleensä ryhmätyönä kun arvioitsijoita on useita ja yhden henkilön subjektiivinen näkemys saadaan minimoitua. Samalla saadaan laajempi kokemustietämys käyttöön. Taulukossa 16 on kerrottu, miten vastaajien rooli vaihteli aikataulusuunnittelun suhteen.

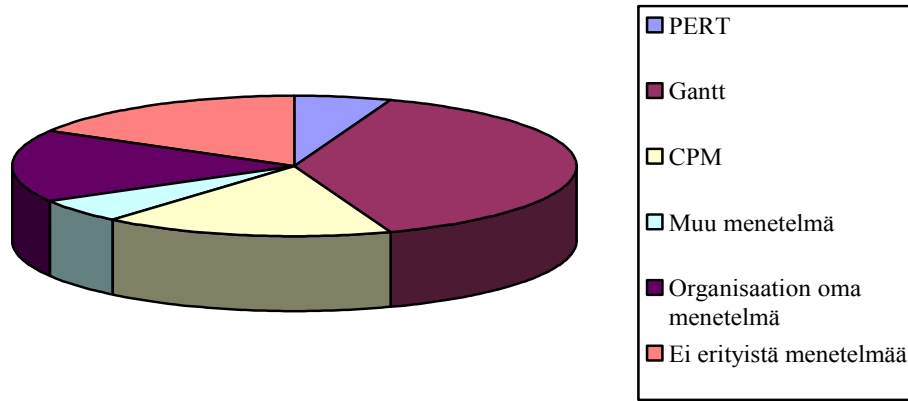
Rooli	Vastaajan eri roolit aikataulusuunnittelussa														Yht./rooli			
Yksin projektipäällikkönä	x	x		x	x		x	x	x		x		x					10
Yksin projektityöntekijänä	x			x					x	x								4
Yksin muussa roolissa	x			x		x											x	4
Ryhmässä projektiryhmän jäsenenä			x	x	x		x		x	x		x		x	x			9
Eri rooleja per vastaaja	3	1	1	4	2	1	2	1	3	2	1	4	1	1	2	1		

Taulukko 16. Vastaajien rooli aikataulusuunnittelussa

Lähes aina projektin aikataulu tehtiin yhteistyössä asiakkaan kanssa (14/16). Näistä kahdessa tapauksessa asiakas antoi raamit aikataululle ja siten myös reunaehdot projektin kestolle. Yhdessä organisaatiossa asiakas asetti raamit, mutta ei juuri muuten osallistunut aikataulusuunnitteluun. Vain yksi toimittaja teki aikataulusuunnittelun pääasiallisesti ilman asiakasta.

13.4.2. Käytetyt aikataulusuunnittelumallit

Aikataulusuunnittelussa käytetyt menetelmät vaihtelivat. Suosituimmaksi menetelmäksi osoittautui Ganttin menetelmä, jota käytettiin seitsemässä organisaatiossa (43 %:a vastaajista). Näistä kahdessa sitä käytettiin yhdessä kriittisen polun menetelmän kanssa (CPM). Kolmessa organisaatiossa käytettiin organisaation omaa mallia. Yksi näistä käytti projektin suunnittelussakin käytettyä arviointityökalua, yksi SAP-pohjaista Osiris2-sovellusta ja yhdessä organisaatiossa tehtiin työmääräarviot sekä resurssikapasiteetilaskelmat ja projektin tilanne päivitettiin viikoittain. Yksi vastaajista käytti vain kriittisen polun menetelmää ja myös PERT-menetelmää käytettiin vain yhdessä vastaajaorganisaatiossa. Aiemmin projektityömalli-kohdassakin esille tullut organisaatio, joka käytti projektityömallinaan NOCOP-mallia, toteutti sitä myös aikataulusuunnittelussaan. Kolmessa organisaatiossa ei ollut käytössä mitään varsinaista aikataulusuunnittelun mallia, mutta näistä kahdessa kuitenkin käytettiin projektisuunnittelumallia. Käytettyjen aikataulusuunnittelumenetelmien käytön jakautuminen on kuvattu graafisesti kuvassa 15.



Kuva 15. Aikataulusuunnittelumenetelmien käytön jakautuminen

13.4.3. Käytetyn suunnittelumetodin valintakriteerit ja hyödyt

Suurin osa (12/16) oli valinnut kyseisen menetelmän, koska oli havainnut sen hyväksi käytännössä. Näistä yhdellä kyseinen menetelmä oli myös organisaation virallinen suunnittelumalli. Kolmessa tapauksessa käytetty metodi oli käytössä vain koska se oli organisaation virallinen malli, mutta sen voidaan kuvitella nousseen viralliseksi malliksi hyvänä käytäntönä. Kahdessa organisaatiossa kyseiseen malliin oli päädytty sattumalta ja yhdessä tapauksessa menetelmä oli monen vuoden kehittelytyön tulos (NOCOP).

Valitun mallin tärkeimmät ominaisuudet liittyivät vastaajien mielestä pääasiallisesti seurannan yksinkertaisuuteen, muutostilanteiden hallittavuuteen ja kokonaisuutena toimivaan projektiorganisaatioon, joka käsittää sekä asiakkaan että toimittaja-osapuolen. Silti yllättävän suuri osa vastaajista, eli puolet ei pystynyt perustelemaan käytetyn aikataulusuunnittelumallin hyvyttä. Useimmissa näistä tapauksista metodi oli organisaation virallisesti käyttämä, eikä sen hyvyttä kenties osattu sen vuoksi tiedostaa ja käyttö liittyi enemmänkin itseäänselvyyden suorittamiseen kuin hyötynäkökulmaan. Taulukossa 17 on tarkempi kuvaus vastaajien mielipiteiden jakautumisesta kunkin mallin tärkeistä ominaisuuksista.

Menetelmän hyvät puolet	NOCOP	Gantt	PERT	Oma	Gantt CPM	Ei mallia	CPM
Standardit kaikkien tiedossa, yhteiset pelinsäännöt	x						
Seuranta helppoa (toteutuma ja riskinhallinta)		x					
Nopea seuranta, nopea muutokseen reagointi		x		x			
Kukaan ei voi hallita kokonaisuutta yksin					x		
Sopii molemmille osapuolille, toimittaja ja asiakas						x	
Joustavuus						x	
Asiakas saadaan sitoutettua paremmin projektiin ja sen edistymiseen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Asiakkaan tarpeet ja näkemykset määräävät enimmäkseen lopputuloksen. Projektiorganisaatio saadaan toimimaan yhteen.					x		
Ei selitystä		x	x	x		x	x

Taulukko 17. Käytetyn aikataulusuunnittelumallin tärkeimmät hyödyt

13.4.4. Aikataulusuunnittelun tarkkuus

Aikataulusuunnitelmat tehdään pääasiassa melko tarkalla tasolla (50 % vastaajista). Hyvin tarkalla tasolla suunnitelmat teki vain neljä vastaajista ja kolmessa tapauksessa ne tehtiin melko karkealla tasolla. Yhdessä organisaatiossa suunnittelua tehtiin vaihtelevasti. Kukaan ei kokenut tekevänsä suunnittelua hyvin karkealla tasolla.

Tämän kysymyksen pienoinen ongelma on vastaajan subjektiivinen kokemus siitä, mikä on tarkkaa ja mikä karkean tason suunnittelua. Sopiva tarkkuustaso riippuu myös projektin pituudesta ja laajuudesta. Oletettakoon että hyvin tarkan tason suunnittelu tarkoittaa tehtävätason aikataulusuunnittelua viikko- tai päivätasolla.

13.4.5. Aikataulusuunnittelun laatimisvaihe ja dokumentointi

Aikataulusuunnitelma laadittiin useimmiten (11/16) projektin tarjousvaiheessa. Näistä neljässä tapauksessa sitä tehtiin myös projektin käynnistyessä. Yhdessä tapauksessa suunnittelu tehtiin vaatimusmäärittelyjen ollessa ratkaisuvaiheessa ennen projektin alkamista ja toisessa suunnitteluvaiheessa ennen tarjouspyyntöjä. Yhdessä organisaatiossa aikataulusuunnittelu oli jatkuva prosessi, jossa kaikki muutostarpeet hyväksyttiin aina projektin ohjausryhmällä.

Aikataulusuunnitelmat dokumentoitiin aina. Seitsemässä tapauksessa käytettiin useampaa eri dokumentointitapaa, kahdeksassa vain yhtä. Yksi ei vastannut tähän kysymykseen, mutta siinäkin tapauksessa aikataulusuunnitelmat kerrottiin tehtävän melko tarkalla tasolla. Näin ollen voidaan olettaa että ne myös dokumentoidaan, mutta vastaaja ei kommentoinut asiaa.

Eri dokumentointimenetelmien käyttö jakautui hyvin tasaisesti aikataulusuunnittelutyökalujen (8 käyttäjää), tekstinkäsittelyn (8 käyttäjää) ja taulukkolaskennan (7 käyttäjää) kesken. Muiden menetelmien lisänä sovellettuja menetelmiä käytettiin kahdessa tapauksessa, joista toisessa Power Pointia käytettiin karkeissa aikatauluissa ja toisessa sidosryhmädokumentaatio projektin virstanpylväisiin liittyen. Seitsemän vastaajaa käytti useampaa kuin yhtä dokumentointimenetelmää ja kahdeksan vain yhtä.

13.4.6. Ulkoisten tekijöiden vaikutus projektiaikatauluun

Projektiaikataulun yleisin lähtökohta oli asiakkaan ilmoittama tavoiteaikataulu (13/16). Puolessa tapauksista aikataulu rakentui useamman tekijän yhteissummuna ja puolessa niihin vaikutti vain yksi ulkopuolinen tekijä. Muita mahdollisia seikkoja olivat mm. kolmansien osapuolten aikataulut ja henkilöresurssit. Ulkoisten tekijöiden vaikutukset aikataulusuunnitteluun on kuvattu tarkemmin taulukossa 18.

Vaikuttava ulkoinen tekijä	Vastaajien kokemukset ulkoisista vaikuttimista															
Yritysjohdon ilmoittama			x	x	x	x										
Asiakkaan ilmoittama	x	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x		x	x
Pakottavat ulkoiset tekijät (esim. Y2K, euromuutokset, lait ja säädökset)	x			x	x	x					x		x			x
Muut seikat			x	x											x	
Ei ulkoisten tekijöiden vaikutusta															x	

Taulukko 18. Ulkoisten tekijöiden vaikutus projektiaikataulun suunnitteluun

13.4.7. Aikataulusuunnittelun kehitysideoita

Vastaajilta tiedusteltiin, miten ja millä menetelmillä he itse tekisivät aikataulusuunnittelua jos saisivat vapaasti valita. Kysymys pyrki löytämään vastaajien mielestä tärkeimmät suunnittelussa huomioitavat tekijät, sekä kartoittamaan heidän kokemuksiaan nykyisten menetelmien hyvydestä.

Kolme vastaajaa oli tyytyväisiä nykyisiin menetelmiin eikä heillä ollut parannusehdotuksia. Seitsemän vastaajaa ei kommentoinut kysymystä millään tavalla. Parannusehdotukset liittyivät käytettäviin menetelmiin tai ohjelmiin sekä suunnittelun tarkentamiseen:

- suunnittelun avuksi MS Project
- käyttöön Ganttin menetelmä
- aikataulusuunnittelun tarkentamiseen liittyen projekti aikataulu pitäisi tehdä tarkemmalla tasolla analysoiden ja varata aikaa myös palautteiden käsittelyyn sekä niiden perusteella tehtäviin lisätöteutuksiin.
- suunnitelmat pitäisi tehdä aina yhteistyössä asiakkaan kanssa, tiekartta eli roadmap resurssisuunnitelmiseen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa projektia vähintään vuodeksi eteenpäin. Roadmapilla tunnistetaan olemassa oleva tilanne ja kuvataan prosessi siitä, miten lähtötilanteesta päästään tavoitteeseen.
- web-käyttöinen suunnittelu- ja hallintatyökalu josta myös mobiiliversio.

13.5. Työmääräarviointi

Työmäärien arvioinnista selvitettiin kuinka paljon sitä yleensäkin tehtiin ja miten vastaaja on osallistunut siihen. Lisäksi tiedusteltiin käytettyjä arviointimenetelmiä, arviointiin vaikuttavia asioita ja vastaajien kokemusta niiden toimivuudesta. Yksi vastaajista ilmoitti, että työmääräarviointia ei tehdä kyseisessä organisaatiossa lainkaan ja aikataulusuunnitelmakin vain silloin tällöin. Näin ollen käsiteltäessä tutkimustuloksia työmääräarvioinnin näkökulmasta tässä yhteydessä käsitellään vain 15 vastaajan tietoja.

13.5.1. Työmääräarvioiden tekeminen ja tekijät

Tutkimukseen osallistuneissa projektiorganisaatioissa työmääräarviointia tehtiin useimmiten. Arviointi tehtiin 63 %:ssa organisaatioista aina, vaikka projekti aikataulu tehtiin aina jopa 87 %:ssa tapauksista. Yhdessä tapauksessa työmääräarviointi tehtiin lähes aina ja kolmessa silloin tällöin. Yksi jätti kokonaan vastaamatta tähän kysymykseen, mutta teki kuitenkin aikataulun aina. Tutkimuksen mukaan projekti aikataulut pitivät yleensä melko hyvin paikkansa, vaikka niistä hieman yli viidesosa tehtiin ilman työmääräarvioita. Täsmällisyys perustuu kokemuksen tuomaan tuntumaan eri työtehtävien kuormittavuudesta sekä niiden keskinäisten riippuvuuksien huomioonottamiseen.

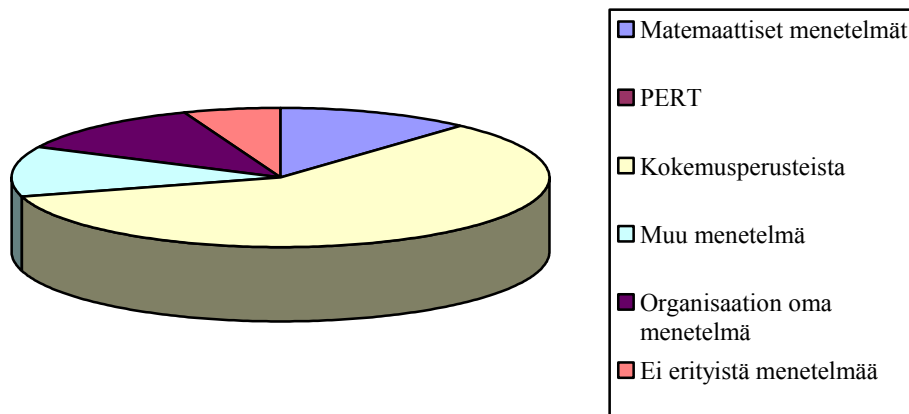
Työmääräarviointia tehtiin harvemmin yksin projektipäällikön toimesta. Projektipäällikkö osallistui arviointiin puolessa tapauksista, mutta vain neljässä

organisaatiossa teki ne yksin. Puolessa tapauksista työmääräarviointi tehtiin projektiryhmän toimesta, useimmiten yhdessä mutta muutamassa tapauksessa myös yksin. Kuten teoriaosuudessakin kerrottiin, paras lopputulos saadaan kun arvion tekoon osallistuvat ne henkilöt jotka tekevät itse kyseistä työtä ja heillä on siten myös paras tuntuma todellisuudesta.

13.5.2. Käytetyt työmääräarviointimenetelmät

Työmääräarviot perustuivat suurimmaksi osaksi kokemuksen tuomaan tietämykseen. Kokemusperusteista suunnittelua tehtiin kymmenessä organisaatiossa, joista yhdessä käytettiin lisäksi toimintopistelaskentaa ja sitä tukevaa ohjelmaa. Matemaattisia laskentamenetelmiä käytettiin vain kahdessa organisaatiossa. Kahdessa organisaatiossa käytettiin organisaation omaa sovellusta, joista toinen käytti oman sovelluksen lisäksi matemaattista laskentaa ja toinen sovellettua arviointityökalua. Vastajat eivät kertoneet tarkempia kuvauksia organisaatioiden omista menetelmistä. Yksi organisaatio käytti työmääräarviointiin samaa NOCOP-menetelmää kuin koko projektisuunnitteluun muutenkin.

Yhdessä organisaatiossa ei ollut käytössä mitään varsinaista menetelmää työmäärien arviointiin, mutta teki sitä kuitenkin silloin tällöin. Mielenkiintoista oli huomata, että PERT-menetelmää eli todennäköisyyslaskentaa ei työmääräarviointiin käyttänyt kukaan vastaajista. Työmääräarviointimenetelmien jakautuminen on kuvattu graafisesti kuvassa 16.



Kuva 16. Työmääräarviointimenetelmien käytön jakautuminen

13.5.3. Käytetyn arviointimenetelmän valintakriteerit ja hyödyt

Kuten aikataulusuunnittelussakin, myös työmääräarviointimenetelmän merkittävin valintakriteeri oli se, että se oli havaittu hyväksi käytännössä (12/15 tapauksessa). Näistä kahdella kyseinen menetelmä oli myös organisaation virallinen menetelmä. Kahdessa tapauksessa menetelmä oli käytössä vain koska se oli organisaation virallinen malli.

Valitun mallin tärkeimmät ominaisuudet liittyivät vastaajien mielestä pääasiallisesti menetelmän yksinkertaisuuteen, täsmällisyyteen ja käytettävyyteen töiden suunnittelussa. Kuitenkin yli puolelle vastaajista kyseisen menetelmän hyödyt eivät olleet selviä. Oletettavasti nämä tahot käyttivät jo pidempään käytössä ollutta menetelmää, jolloin eivät olleet valinneet sitä sen ominaisuuksien perusteella. Taulukossa 19 on tarkempi kuvaus vastaajien mielipiteiden jakautumisesta käytetyistä arviointimenetelmistä ja niiden tärkeimmistä ominaisuuksista.

Menetelmän hyvät puolet	Käytetty työmääräarviointimenetelmä/käytetyn arviointimenetelmän merkitys vastaajille														
	NOCOP	Kokemus	Matemaattiset	Toimintopisteet	Kokemus	Kokemus	Kokemus	Matemaattiset	Oma	Ei menetelmää	Kokemus	Kokemus	Kokemus	Kokemus	Kokemus
Kokemuksen tuoma tietämys					x	x									
Teoreettiset menetelmät olisivat arpomista						x									
Tarkkuus									x						
Käytettävyys			x						x						
Helppous			x												
Joustavuus			x												
Edesauttaa töiden suunnittelua merkittävästi	x								x		x				
Ei selitystä		x		x			x	x		x	x		x	x	x

Taulukko 19. Käytetyt arviointimenetelmät ja niiden hyvät puolet

13.5.4. Työmääräarvioinnin tarkkuus

Työmääräarviot tehtiin tutkimuksen mukaan pääasiassa henkilötyöpäivätasolla. Vastaajista yksitoista teki arviot henkilötyöpäivätasolla, joista kolme toisinaan jopa henkilötyötuntitasolla ja yksi taas vaihdellen karkeammalla tasolla henkilötyöviikkoina. Neljässä organisaatiossa työmäärät arvioitiin aina vain henkilötyötunteina, eli hyvin tarkalla tasolla. Yhteenvetona voidaan todeta, että työmääräarviot tehtiin pääsääntöisesti tarkalla tasolla. Pidemmissä projekteissa henkilötyöpäivien taso riittää ja hyvin lyhyissä projekteissa se on hyvä tehdä vielä tarkemmalla tasolla. Toisinaan voidaan tehdä kokonaissuunnitelmat karkeammalla tasolla ja lähitulevaisuus tarkennetaan.

13.5.5. Työmääräarvioiden tekovaihe ja dokumentointi

Työmääräarviot tehtiin, kuten aikataulusuunnitelmakin useimmiten jo (11/16) projektin tarjousvaiheessa. Näistä viidessä tapauksessa suunnitelmia tehtiin myös projektin käynnistyessä. Yhdessä tapauksessa arviot tehtiin projektin käynnistyessä, yhdessä vaatimusmäärittelyjen ollessa ratkaisuvaiheessa ennen projektin alkamista ja kolmessa työmääriä arvioitiin pitkin matkaa.

Työmääräarviot dokumentoitiin aina. Seitsemässä tapauksessa käytettiin samaa työkalua kuin aikataulusuunnitteluunkin. Näistä kahdessa käytettiin lisänä tekstinkäsittelyä ja kolmessa vain tekstinkäsittelyä. Neljässä organisaatiossa työmääräarvioinnin dokumentointiin käytettiin taulukkolaskentaohjelmaa ja yhdessä menetelmä vaihteli.

Oli erittäin hyvä huomata, että arviot tehtiin mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Toisaalta suunnitelmia tulee kuitenkin päivittää kun suunnitelmat tarkentuvat. Suunnitelmien ja arvioiden dokumentointi on myös ehdottoman tärkeää, jotta ne saadaan kaikkien osallisten tietoisuuteen ja tiedetään mitä on sovittu ja toteumaa voidaan yleensäkin seurata. Dokumentointiin ei varmasti ole yhtä hyvää ratkaisumallia. Paras lienee kunkin organisaation rakenteeseen ja toimintamalliin sopiva kokonaisuus joka on mahdollisimman helppolukuinen ja yksinkertainen päivitettävä.

13.5.6. Työmääräarviointimenetelmien kehitysideoita

Vastaajilta tiedusteltiin, miten ja millä menetelmillä he itse tekisivät työmääräarviointia jos saisivat vapaasti valita. Kysymys pyrki löytämään vastaajien mielestä tärkeimmät suunnittelussa huomioitavat tekijät sekä kartoittamaan heidän kokemuksiaan nykyisten työmääräarviointimenetelmien hyvydestä.

Parannusehdotukset koskivat lähinnä kokemustiedon parempaa hyödyntämistä ja arvioinnin tarkkuuden parantamista eri keinoin. Neljä vastaajaa oli tyytyväisiä nykyisiin menetelmiin eikä heillä ollut parannusehdotuksia. Kuusi vastaajaa ei kommentoinut kysymystä millään tavalla, oletettavasti he olivat tyytyväisiä nykyiseen tai heillä ei ollut parannusehdotuksia. Taulukossa 20 on kerrottu tarkemmin vastaajien kehitysehdotuksista työmääräarviointimenetelmien parantamiseksi.

Työmääräarviointimenetelmien kehitysideat	Vastaajien ideoiden jakautuminen															
Nykyinen menetelmä hyvä	x	x	x										x			
Arviot osissa projektin eri vaiheissa				x												
Arvion ja toteuman seuranta				x												
Kokemuksen hyödyntäminen					x	x										
Tarkat tehtäväkohtaiset arviot					x											
Kompleksisuuskertoimen käyttö						x										
Organisaatiolle oma soveltuva arviointityökalu										x	x					
Ei kehityskommentteja									x	x			x		x	x

Taulukko 20. Työmääräarviointimenetelmien kehitysideoita

13.6. Kokemuksia suunnittelusta

Tutkimuksessa selvitettiin kohderyhmän käyttämien suunnittelumenetelmien lisäksi käyttökokemuksia, sekä lisätietoja suunnittelun haasteista ja täsmällisyydestä.

13.6.1. Vastuun kantaminen

Kohderyhmältä tiedusteltiin, kuka heidän organisaatiossaan vastaa projektiaikataulun ja työmäärien pitävyydestä. Vastuunjako noudatti melko perinteistä mallia, mutta sitä oli myös hajautettu koskemaan koko projektiorganisaatiota. Hajautetun vastuun voidaan olettaa vaikuttavan ryhmän sitoutumiseen positiivisesti.

Melkein poikkeuksetta vastuu oli projektipäälliköllä (14/16), mutta vain seitsemässä tapauksessa hän vastasi toteutumasta yksinään. Vastuu jaettiin useimmiten projektin ohjausryhmän kanssa, mutta kahdessa tapauksessa myös projektiryhmän kanssa. Yhdessä organisaatiossa vastuussa olivat kaikki projektin sidosryhmät aina yritysjohdosta projektiryhmän jäsenen henkilökohtaiseen vastuuseen saakka. Yhdessä tapauksessa vastuu oli yksin ohjausryhmällä ja yhdessä projektiryhmällä.

13.6.2. Aikataulujen seuranta ja pitävyys

Aikataulusuunnitelmia seurattiin useimmiten säännöllisissä projektipalavereissa (12/16) ja lisäksi näistä kolmessa organisaatiossa käytettiin apuna projektinhallintaohjelmistoa. Seuranta oli vapaamuotoisempaa vain kolmessa organisaatiossa ja vain yhdessä se tehtiin pelkästään projektinhallintaohjelmistolla.

Yli puolessa (9/16) vastaajaorganisaatioita aikataulutoteumat pitivät hyvin paikkansa tehtyihin suunnitelmiin nähden. Näistä yhdellä se vaihteli hyvän ja kohtalaisen välillä. Vain kaksi vastaajaa oli sitä mieltä, että aikataulut pitivät erittäin hyvin ja viidessä organisaatiossa ne pitivät kohtalaisesti. Tulos on yllättävän positiivinen verraten aiemmin tehtyihin tutkimuksiin, kuten alussa mainittu Standish Groupin löydös. Yksi hyvän tuloksen taustatekijöistä lienee se, että ainakin osalla tutkimusryhmän organisaatioista aikataulusuunnitelmat tehtiin aina ja vielä melko tarkalla tasolla. Molemmissa tapauksissa, joissa aikataulut pitivät erittäin hyvin paikkansa, aikataulusuunnittelu tehtiin hyvin tarkalla tasolla henkilötyötunteina. Aikataulusuunnittelu ei radikaalisti epäonnistunut missään vastaajaorganisaatiossa.

Kymmenen vastaajaa oli sitä mieltä, että projektiaikataulut olivat yleensä melko realistisia, yhdellä näistä se koettiin toisinaan myös melko tiukaksi. Kuudella vastaajalla projektiaikataulu oli heidän mielestään melko tiukka ja kahdella näistä se oli myös stressaava. Kuten teoriaosuudessa kerrottiin, aikaa yleensä menee annettu määrä. Kevyt aikataulu ei usein ole tehokasta, mutta liian tiukka puolestaan stressaa projektiorganisaatiota ja voi pahimmillaan aiheuttaa stressin tuomaa tehottomuutta ja siten projektin viivästymistä. Sanomattakin on siis selvää, että aikataulu tulee rakentaa mahdollisimman realistisesti. Taulukossa 21 on kuvattu tutkimusorganisaatioiden projektiaikataulujen pitävyys sekä vastaajien kokemus projektien aikataulusuunnitelmista toteumaan nähden.

Aikataulumuutossyyiden jakautuminen				
Asiakkaan edellyttämät tuotemuutokset	2	2	1	
Alkuperäiset määrittelyt tai suunnitelmat muuttuvat	9	2	1	1
Väärinkäsitykset	1			1
Epärealistinen aikataulusuunnittelu	1		1	1
Liian pienet resurssit	3	2	1	
Projektiorganisaation muutokset	2	1		
Osaprojektien viivästyminen		1		
Aikataulun päivittäminen muutostilanteessa	Aina	Useimmiten	Ei päivitetty	Harvoin

Taulukko 22. Aikataulumuutosten aiheuttajat ja suunnitelmien päivittäminen muutostilanteissa

Vastaajista suurin osa päivitti aikataulusuunnitelmia aina kun projektin todelliseen etenemiseen tuli muutoksia. Kymmenen kuudestatoista teki päivityksen aina muutostarpeen ilmaantuessa. Kolme teki muutoksia useimmiten ja kaksi harvoin. Vain yksi vastaaja ilmoitti, että aikatauluja ei päivitetä. Tässä organisaatiossa aikataulusuunnittelu tehtiin karkealla tasolla ja vastaaja totesikin projekti aikataulun olevan tiukka ja stressaava.

Yleisin korjaustoimenpide oli aikataulun muuttaminen todellista tilannetta vastaavaksi. Näin tehtiin 88 %:ssa tapauksista. Lisäksi näistä viidessä organisaatiossa muutettiin myös suunnitelmia ja/ tai hankittiin lisäresursseja. Vain yhdessä tapauksessa muutettiin pelkästään suunnitelmia, joka useimmiten tarkoittaa toteutuksen karsimista tai yksinkertaistamista jos viiveet halutaan minimoida. Yhdessä organisaatiossa muutosten vaikutus arvioitiin kaikkiin projektin osa-alueisiin myös sen ulkopuolella ja tulos esiteltiin projektin ohjausryhmälle muutoksen hyväksyntää tai hylkäystä varten. Tässä tapauksessa muutoksiin ryhdyttiin hyvin harkiten. Viimeksi mainittu keino on turvallisempi, mutta tietysti käytännössä myös raskaampi pienten muutosten ollessa kyseessä. Toisaalta tällä menettelyllä kynnyks harkitsemattomampien muutosten kohdalla nousee rajusti, mikä on hyvä asia projekti aikataulun pitävyyden kannalta.

Aikataulumuutokset olivat suurimmalla osalla vastaajista kohtuullisia (13/16). Yhdellä näiden vaikutus projektille vaihteli kohtuullisesta pieneen. Vain yhdellä projektiorganisaatiolla muutokset olivat suuria ja kahdella pelkästään pieniä. Tästä voidaan päätellä, että nopea reagointi muutoksiin ja tilanteen päivittäminen myös aikatauluarvioihin edesauttaa muutosvaikutusten pysymistä hallitumpana.

Aikataulujen muuttamisesta seurasi useimmiten (kymmenessä tapauksessa) projektin viivästyminen, jonka yhteydessä myös budjetti ylittyi. Seitsemässä tapauksessa seuraamuksia oli useampia kuin yksi, mutta projektin keskeytykseen oli ajautettu onneksi vain yhdessä tapauksessa. Vain yhdellä vastaajalla muutoksilla ei

ollut mainittavia vaikutuksia. Eri seuraamusten esiintyminen vastaajaorganisaatioissa kuvataan taulukossa 23.

Aikataulumuutoksen seuraukset	Seurausten esiintyminen															
Budjetin ylitys	x	x		x			x						x	x	x	
Projektin viivästyminen		x	x	x			x			x	x	x		x	x	x
Tuotevaatimuksista tinkiminen														x		x
Resurssien lisääminen		x	x		x	x								x		x
Projektin keskeytys														x		
Projekti aikataulun muutos sovitaan asiakkaan kanssa									x							
Työtahdin kiristäminen														x		
Ei seuraamuksia							x									

Taulukko 23. Aikataulumuutosten seuraukset

Muutosten ilmaantuessa ei aina välttämättä ajauduta projektin aikataulullisiin muutoksiin. Muutoksenhallinnassa on tärkeitä, että niiden väistämätön olemassaolo tiedostetaan alusta alkaen ja projektisuunnittelussa on tehty riskianalyysi ja hallintasuunnitelma. Riskinhallintasuunnitelma antaa hyvän avun korjausliikkeiden välittömäksi tekemiseksi kun projektissa havaitaan muutostilanteita, joihin on varauduttu etukäteen. Vastaajilta tiedusteltiin, mitkä muutokset ovat heidän mielestään sellaisia, että niistä selvittää pienenköillä korjausliikkeillä ilman, että projekti aikataulua joudutaan muuttamaan. Noin puolet vastaajista mainitsi muutostekijöitä, joiden ilmaantuessa yleensä selvittää vielä ilman aikataulumuutoksia. Näissä kaikissa oli yksi määräävä sana, pieni. Kaikki mikä on vaikutukseltaan melko pientä, siitä yleensä selvittiin kohtuudella. Seuraavaksi tutkimuksen tuloksena mainittuja tekijöitä, joista selvittää yleensä ilman aikataulumuutoksia:

- muutokset koskevat projektiorganisaatiota sisäisesti, saadaan hoidettua ”omin voimin”
- toteutusjärjestyksen pienet muutokset
- pienet määrittelymuutokset
- pienet laatuongelmat
- lyhyet sairaslomat
- alle viikon viiveet
- pienet käytettävyyssuutokset
- uudet standardityökalut
- pienet käyttäjämäärämuutokset.

13.6.4. Työmääräarvioiden seuranta ja pitävyys

Työmääräarvioiden realistisuutta seurattiin useimmiten säännöllisissä projektipalavereissa (10/16) ja lisäksi tehtiin työtuntiraportointia. Projektinhallintaohjelmistoa käytettiin neljässä tapauksessa, useimmiten edellä mainittujen keinojen lisänä. Pelkästään projektinhallintaohjelmistoa käytti vain yksi organisaatio ja yhdessä seuranta tehtiin vain laskutuksen yhteydessä. Yhdessä tapauksessa tehtiin myös budjettiseurantaa, mikä on pelkästään hyvä asia koska työmäärien muuttuessa sillä on välittömiä seurauksia myös projektin budjettiin. Työmäärien seuranta on projektin kokonaisseurannan kannalta erittäin tärkeätä ja projektipäällikön pitää tietää missä mennään, koska työmääräarvioiden ja toteuman eroavaisuudet vaikuttavat aina kokonaisuuteen. Työtuntiseuranta yhdistettynä hyvään seurantaohjelmistoon ja läpikäyntiin projektipalavereissa on erittäin toimiva ja tehokas seurantamenetelmä, josta havaitaan poikkeamat helpommin.

Hieman alle puolessa (6/16) vastaajaorganisaatioita työmääräarviot pitivät sekä määrällisesti että sisällöllisesti hyvin paikkansa. Neljässä organisaatiossa työtehtävien sisältö tiedettiin hyvin, mutta työmääräarvoissa päästiin vain kohtuulliselle tasolle. Työmääräarviot pystyttiin tekemään erittäin hyvin vain yhdessä organisaatiossa, mutta työtehtävien sisältö tiedettiin hyvin tarkasti kuitenkin viidessä. Hyvään tasoon päässeissä projekteissa työvaiheet ositeltiin projektin toteutusvaiheiden perusteella ja pääasiassa melko tarkalla tai tarkalla tasolla. Mahdollisimman tarkkaan tehty töiden osittelu edesauttaa työmääräarvioinnin tekemistä huomasti. Arviointiin vaikuttaa luonnollisesti myös vaihe, jossa se joudutaan tekemään. Vastaajista valtaosa teki työmääräarvion jo tarjousvaiheessa, jolloin toteutuksesta ei usein ole vielä tarkkoja määrityksiä valmiina. Sanomattakin on siis selvää, että mitä enemmän tiedetään toteutettavasta kokonaisuudesta, sitä realistisempaan arvioon päästään. Toisaalta tarjouksen mukainen hinnoittelu sitoo molempia osapuolia ja asettaa siten raamit myös projektin aikataululle, jotta budjetin ylityksiin ja tappiollisiin toteutuksiin ei jouduta. Taulukossa 24 kerrotaan tarkemmin, miten todenmukaisesti eri vastaajaorganisaatioissa kyettiin arvioimaan työmäärät ja työtehtävien sisällöt.

Työmääräarvioiden pitävyys	Työmääräarvioiden täsmällisyys																
Määrällisesti erittäin hyvin	x																
Määrällisesti hyvin			x		x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Määrällisesti kohtalaisesti		x		x											x	x	x
Määrällisesti huonosti																	
Määrällisesti erittäin huonosti																	
Sisällöllisesti erittäin hyvin	x					x	x		x		x						
Sisällöllisesti hyvin		x	x		x			x		x		x	x	x	x	x	
Sisällöllisesti kohtalaisesti				x													
Sisällöllisesti huonosti																	
Sisällöllisesti erittäin huonosti																	
Työmääräarvioiden luonne	Kokemus työmääräarvioista																
Melko realistinen	x					x	x	x	x		x	x	x	x		x	
Melko tiukka		x	x	x		x			x						x	x	
Melko rauhallinen																	
Stressaava				x													
Lähes mahdoton																	

Taulukko 24. Työmääräarvioiden pitävyys ja kokemus arvioista

Kymmenen vastaajaa oli sitä mieltä, että työmääräarviot olivat yleensä melko realistisia, näistä yhdellä arviot osoittautuivat välillä myös tiukoiksi. Kuudessa organisaatiossa työmääräarviot oli tehty melko tiukoiksi, joista yhdellä ne olivat stressaavia kuten vastaajaorganisaation projektiaikataulutkin. Mikäli projektin työmäärien arviointivaiheessa tiedostettuihin määrityksiin tulee muutoksia, ne vaikuttavat väistämättä myös työmääriin. Kun työmäärä lisääntyy, tehtäväkokonaisuudet eivät muuten suju oletetulla tavalla tai tehtävän suorittaja vaihtuu, sillä on välittömiä seurauksia työmääriin ja projektiaikatauluun. Työmäärän muuttuessa projektiaikataulun ylläpitämiseksi joudutaan tekemään korjausliikkeitä sen mukaan, onko venytysmahdollisuus aikataulussa, budjetissa vai resursseissa.

Työmääräarvioiden muutosten syitä tiedusteltiin vastaajilta ja heitä pyydettiin laittamaan annetut mahdolliset muutossyyt tärkeysjärjestykseen, merkittävin muutossyy alkaen järjestysnumerolla 1. Vastaajien mielestä merkittävin työmäärien muuttumiseen vaikuttava syy oli selkeästi alkuperäisten määrittelyiden tai suunnitelmien muuttuminen. Toiseksi merkittävin tekijä olivat asiakkaan edellyttämän tuotemuutokset. Kun määrittelyt tehdään puutteellisesti, eivät työmääräarviotkaan, voi pitää paikkaansa. Siitä seuraa myös muita ongelmia, kuten resurssivaje ja väärinkäsityksiä. Määrittely- ja tuotemuutokset voidaan minimoida riittävän huolellisella suunnittelulla ja määrittelyllä

mahdollisimman aikaisessa vaiheessa projektia. Mikäli toimittaja tai asiakas ei ole täysin tietoinen toteutettavasta kokonaisuudesta siinä vaiheessa kun projektin työmääriä, aikatauluja ja kustannuksia arvioidaan, on suurienkin yllätysten mukaantulo projektin myöhemmässä vaiheessa melko varmaa. Tietoisuuden tasoa on vaikea usein mitata, koska näkemykset ovat subjektiivisia ja jokainen taho olettaa tiettyjä asioita, jotka eivät muille osapuolille olekaan itsestäänselvyyksiä. Näin ollen määrittelyn ja suunnittelun merkitystä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa ja huolellista dokumentointia ei voida liiaksi korostaa. Hyvä nyrkkisääntö on, että mikään ei ole itsestään selvää. Eri muutostekijöiden merkitys työmäärien muuttumiselle kuvataan taulukossa 25. Tekijöiden merkitys on laskettu vastaajien antaman tärkeysjärjestyksen mukaan keskiarvona, merkittävin tekijä keskiarvoltaan pienin.

Työmääräarvioiden muutoksen syy	Muutossyyiden tärkeysjärjestys																Keskiarvo	Järjestysnro
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Asiakkaan edellyttämät tuotemuutokset	1	4	1	2	2		5	2	2	4	1	2	1	3		5	2.5	2.
Alkuperäiset määrittelyt tai suunnitelmat muuttuvat	2	1	2	1	1	1	2	1	1	3	2	1	2	4	2	3	1.8	1.
Väärinkäsitykset	5	3		5	4		7			6	3	3		5		1	4.2	6.
Epärealistinen työmääräarviointi	6	2	3	3			4	3		7	6	5		1	3	2	3.8	4.
Väärät henkilövalinnat	7	6		6			8			8	5	6		2		6	6.0	7.
Liian pienet resurssit	3	5	4	4	3		3			1	7	4		6	1	4	3.6	3.
Projektiorganisaation muutokset	4	7		7			6			2	4	7		7		7	6.8	8.
Riippuvuussuhteessa oleva ulkoinen syy						2											Muut	5.
Asiakkaan työosuuden viivästyminen							1										yht.	
Muu syy (ei selitystä)										5		8					4.0	

Taulukko 25. Työmääräarvioiden muutosten yleisimmät aiheuttajat

Vastaajista yli puolet (9/16) päivitti alkuperäisiä työmääräarvioita aina muutostarpeiden ilmaantuessa. Kolmessa organisaatiossa työmäärät päivitettiin useimmiten ja kolmessa harvoin. Vain yhdessä organisaatiossa työmääriä ei päivitetty ollenkaan, mutta työmäärät ja sitä myötä myös aikataulut osoittautuivatkin yleensä tiukoiksi ja stressaaviksi. Tämäkin organisaatio voisi varmasti parantaa projektejaan hallittavammaksi paremmalla suunnittelulla ja seurannalla.

Työmäärätoteuman heittäessä arvioista, yleisin toimintamalli (11/16) oli projektiaikataulun muuttaminen tarpeen mukaan. Näistä neljässä tapauksessa

muokattiin lisäksi suunnitelmia ja kahdessa hankittiin lisäresursseja. Yhdessä organisaatiossa aikataulumuutosten lisäksi hankittiin lisäresursseja ja ne pyrittiin myös kohdistamaan oikein eli oikea henkilö oikeaan tehtävään oikeaan aikaan. Vain kahdessa tapauksessa muokattiin pelkästään suunnitelmia ja yhdessä hankittiin vain lisäresursseja jotka kohdistettiin mahdollisimman oikein. Yhdessä tapauksessa korjaustoimenpiteet riippuivat kokonaisuudesta, eli puntaroitiin vaikuttavatko muutokset aikatauluihin ja edellyttivätkö ne myös muita toimenpiteitä.

Työmääräarvioiden muutokset olivat suurimmalla osalla vastaajista kohtuullisia (12/16). Yhdellä näiden vaikutus projektille vaihteli kohtuullisesta suureen ja yhdessä organisaatiossa muutokset olivat aina suuria. Vain kahdella projektiorganisaatiolla muutokset olivat melko pieniä ja yhdellä hyvin vähäisiä. Verrattuna aikataulumuutoksiin, työmäärämuutokset olivat ilmaantuessaan vaikutuksiltaan suurempia. Tämä selittyy määrittelyjen yleisellä puutteellisella, joka todettiin myös työmääräarvioiden muutosten yleisimmäksi aiheuttajaksi.

Aikataulujen muuttamisesta seurasi useimmiten (yhdeksässä tapauksessa) projektin viivästyminen, jonka yhteydessä useimmiten myös budjetti ylittyi. Resursseja lisättiin kuudessa organisaatiossa, tuotevaatimuksista tingittiin vain yhdessä. Yhdessä organisaatiossa työmäärämuutoksesta seurasi jotain muuta, mutta vastaaja ei eritellyt tarkemmin mitä se tarkoitti. Taulukossa 26 on kerrottu eri seuraamusten esiintyminen vastaajaorganisaatioissa.

Työmäärämuutoksen seuraukset	Seurausten esiintyminen																	
Budjetin ylitys	x	x	x	x				x							x	x	x	x
Projektin viivästyminen			x	x	x			x			x		x			x	x	x
Tuotevaatimuksista tinkiminen																	x	
Resurssien lisääminen				x		x	x		x			x					x	
Projektin keskeytys																		
Jotain muuta (ei selitystä)											x							

Taulukko 26. Työmäärämuutosten seuraukset

13.6.5. Kokemuksista oppiminen

Tutkimuksessa tiedusteltiin vastaajien kokemusten lisäksi, onko mahdollisista ongelmatilanteista ja niiden ratkaisemisesta otettu opiksi tulevia projekteja ajatellen. Kaikki tutkimukseen osallistuneet organisaatiot kertoivat hyödyntäneensä aiemmat kokemukset suunnittelussa. Heiltä tiedusteltiin myös miten he hyödyntävät

kokemuksiaan. Kaksitoista vastaajaa antoi vapaamuotoisia kommentteja siitä, miten aiemmissa projekteissa kohdattuja ongelmatilanteita ja kokemuksia on käytetty hyödyksi ja mitä niistä on opittu. Neljä vastaajaa ei kommentoinut miten he hyödyntävät kokemuksiaan, vaikka niin tekevätkin. Alla vastaajien kommentteja kokemusperäisestä oppimisesta:

- projektityötapoja on tiukennettu määrämuotoisemmaksi
- suunnittelu perustuu jatkossa enemmän kokemustietoon
- jokaisesta projektista tehdään loppuanalyysi, jotta samat virheet voidaan välttää tai minimoida jatkossa tavoitteena parhaiden käytäntöjen kerääminen
- tarkemmat vaatimusmäärittelyt
- tarkempi suunnittelu
- nopeampi muutoksiin reagointi
- pelivaran käyttö aikatauluissa
- toimittajan näkemys toteutuksen laajuudesta jo tarjousvaiheessa, tilaajalla ja toimittajalla voi olla hyvinkin erilainen käsitys projektin laajuudesta.
- jatkuva oppiminen
- osataan ottaa yhteyttä oikeisiin vastuuhenkilöihin.

13.6.6. **Ongelmien ennakointi ja ehkäiseminen**

Vastaajilta tiedusteltiin, olisiko heidän mielestään havaittuja ongelmia voitu ennakoida. Vastaajista suurin osa, 63 %, oli sitä mieltä että ongelmat olisi voitu ennakoida. Kuitenkin 81 % vastaajista oli sitä mieltä, että kyseisiä ongelmia ei olisi voitu kokonaan ehkäistä. Yleisin ehdotetuista ennakointikeinoista oli tarkempi suunnittelu ja määrittely. Jälleen palataan määritysten ja niiden dokumentoinnin tärkeyteen sekä suunnittelun realistisuuteen. Vastausten kombinaatioista aikataulusuunnittelun ja työmääräarvioinnin ongelmien ennakoinniseksi ja niiden ehkäisymahdollisuuksista on koottu yhteenveto taulukkoon 27.

Olisiko ongelmia voitu ennakoida, miten?	Olisiko ongelmia voitu ehkäistä, miten?
<ul style="list-style-type: none"> tilaajan/projektipäällikön tarkempi tarveselvitys ennen projektin aloitusta 	<ul style="list-style-type: none"> olisi voitu ehkäistä paremmalla suunnittelulla
<ul style="list-style-type: none"> ei olisi voitu ennakoida 	<ul style="list-style-type: none"> ei olisi voitu ehkäistä
<ul style="list-style-type: none"> tarkemmat kuvaukset ja toteutuksen hyvä suunnittelu 	<ul style="list-style-type: none"> ei olisi voitu ehkäistä
<ul style="list-style-type: none"> varaus asioiden loppuun viemisestä vaikuttamalla tarjousmenettelyyn ja asiakkaan vaatimuksiin laadukkaan ja vastuullisen toiminnan painotus 	<ul style="list-style-type: none"> ei olisi voitu ehkäistä
<ul style="list-style-type: none"> tarkemmat vaatimusmäärittelyt pitemmistä projekteista roadmap 	<ul style="list-style-type: none"> ei olisi voitu ehkäistä
<ul style="list-style-type: none"> tarkemmat tarvemääritykset asiakkaalta asiakkaan tiiviimpi osallistuminen projektiin 	<ul style="list-style-type: none"> olisi voitu ehkäistä paremmalla yhteistyöllä
<ul style="list-style-type: none"> budjetti- ja aikatauluvaranto valmiit resurssivarannot, käyttöön tarvittaessa 	<ul style="list-style-type: none"> ei olisi voitu ehkäistä
<ul style="list-style-type: none"> ei olisi voitu ennakoida 	<ul style="list-style-type: none"> ei olisi voitu ehkäistä
<ul style="list-style-type: none"> asiakaskentän huomiointi 	<ul style="list-style-type: none"> ei vastausta
<ul style="list-style-type: none"> olisi voitu, mutta ei selitystä miten 	<ul style="list-style-type: none"> ei olisi voitu ehkäistä
<ul style="list-style-type: none"> tarkempi suunnittelu 	<ul style="list-style-type: none"> ei olisi voitu ehkäistä
<ul style="list-style-type: none"> tarkempi suunnittelu 	<ul style="list-style-type: none"> ei olisi voitu ehkäistä
<ul style="list-style-type: none"> ei olisi voitu ennakoida 	<ul style="list-style-type: none"> ei olisi voitu ehkäistä
<ul style="list-style-type: none"> nopea reagointi havaittuihin epäkohtiin 	<ul style="list-style-type: none"> ei olisi voitu ehkäistä
<ul style="list-style-type: none"> ei olisi voitu ennakoida 	<ul style="list-style-type: none"> ei olisi voitu ehkäistä
<ul style="list-style-type: none"> olisi voitu, mutta ei selitystä miten 	<ul style="list-style-type: none"> ei olisi voitu ehkäistä

Taulukko 27. Ongelmien ennakointi- ja ehkäisymahdollisuudet

13.6.7. Vastaajien arviointiosaamisen koulutustausta

Vastaajilta tiedusteltiin, ovatko he saaneet jotain erityistä koulutusta projekti-aikataulujen tai työmääräarvioinnin tekemiseen. Suurin osa vastaajista (12/16) oli saanut koulutusta aiheeseen liittyen. Vain neljällä vastaajalla ei mitään koulutustausta aikataulusuunnitteluun ja työmääräarviointiin.

Suunnittelukoulutusta oli saatu työpaikalla, erilaisilla projektityökursseilla, projektipääällikkökoulutuksessa ja ammattikorkea- ja korkeakouluasteisissa ammatillisissa opinnoissa. Useampi vastaaja piti kokemusta hyvänä ja tehokkaana joskin kovana opettajana. Ne jotka eivät olleet saaneet alueen koulutusta, toivoivat saavansa projektityö- ja projektijohtamisen koulutusta jatkossa.

13.6.8. **Ideaallinen projektinhallintaohjelmisto**

Tutkimuksen perimmäisenä tarkoituksena oli löytää työmääräarvioinnin ja aikataulusuunnittelun yleisimmät ongelmakohdat ja parhaat käytännöt. Yksi mielenkiintoisimmista tutkimuksen kohderyhmälle esitetyistä kysymyksistä olikin, millainen projektinhallintaohjelmisto olisi vastaajien mielestä ideaalinen apuväline tehokkaaseen työmääräarviointiin ja aikataulusuunnitteluun. Projektinhallintaohjelmistoja on lukuisia, mutta niillä on usein yhteisenä piirteenä käytettävyyden ja suunnitelmien päivitettävyyden raskaus ja monimutkaisuus. Mielenkiintoinen ajatus olisi kehittää projektinhallintaohjelmisto joka on monipuolinen, mutta helppokäyttöinen ja samalla tehokas. Juuri tästä syystä organisaatioilla onkin usein käytössään omia projektinhallintasovelluksia, joilla tarkoitetaan yksinkertaisimmillaan taulukkolaskentaa ja tekstinkäsittelyä. Vastaajien ajatuksia ideaalisen suunnittelutyökalun ominaisuuksista:

- helppokäyttöinen
- päivittämisen ja seurannan tehokkuus ja helppous tärkeää
- integroitavuus yrityksen työaikaseurantaan
- integroitavuus ostopohjelmään
- suunnittelun pohjana voi helposti hyödyntää aiempia toteutumia
- valmiita laskentamalleja (esim. todennäköisyyslaskenta kuormittavuudesta)
- web-liittymä ja lisäksi mobiiliversio saatavilla
- hyvä käyttäjäperehdytys
- kristallipallon ominaisuudet.

14. TUTKIMUKSEN TULOKSET

Lopuksi tutkimuksen teoriataustaa on peilattu empiirisen kyselytutkimuksen tuloksiin. Empiirinen kyselytutkimus vahvistaa teoratiedon oppeja melko hyvin. Tässä kappaleessa käsitellään keskeisimmät tutkimustulokset ja lopuksi esitellään niistä johdettu hyvän projektityön malli. Ideaalimallissa on keskitytty nimenomaan työmääräarvioiden ja projektiaikataulun onnistumisen parantamiseen ja vahvistamiseen ja sitä kautta projektityön tehostamiseen.

14.1. Suunnittelijan ominaisuuksien ja taustatekijöiden vaikutus

Empiirisen tutkimuksen perusteella työmääräarvioitsijan ja aikataulusuunnittelijan henkilökohtaisilla ominaisuuksilla sekä projektityökokemuksella, sen enempää kuin organisaatiotyypillä ja toimialallaakaan ei voida todeta olevan merkittävää yhtäläisyyttä IT-projektien aikataulusuunnittelun ja työmääräarvioinnin onnistumiselle. Tärkeimmät menestystekijät löytyvät suunnittelun perusteellisuudesta ja projektiryhmän kokemuksen tuoman tietämyksen hyödyntämisestä. Teoriaa vahvistaen ryhmätyönä tehty suunnittelu on yleensä toimivampi.

Projektiorganisaation koolla ei myöskään voida olevan suurta vaikutusta projektin aikataululliseen onnistumiseen. Sen sijaan projektin kestolla on vaikutusta. Lyhyet, alle vuoden mittaiset projektit onnistuivat aikataulullisesti yleensä paremmin kuin pidemmät projektit. Riskit lisääntyvät kun kokonaisuus kasvaa. Pitempää ennustetta on vaikeampi tehdä, joten mitä pidempi projekti on kyseessä, suosituksena ovat sitäkin kattavammat projektisuunnitelmat, aikataulut ja työmääräarviot.

14.2. Projektityötavat ja niiden vaikutukset

Projektin tilaajalla ei todettu olevan merkittävää vaikutusta lopputuloksen laatuun, riippuen siitä onko asiakas organisaation sisäinen vai ulkoinen. Voisi kuitenkin kuvitella, että ulkoinen ohjelmistotoimittaja pyrkii entistä kovemmin hyvään palveluun, koska muussa tapauksessa riskeerataan koko liiketoiminta sekä vanhoihin että uusiin asiakkaisiin nähden.

Empiirinen tutkimus ei kartoittanut ohjelmistosuunnittelumenetelmien käyttöä, mutta teoratieto osoitti, että käyttäjäkeskeinen suunnittelu edesauttaa lopputuotteen onnistumista kun sitä mitataan asiakkaan tyytyväisyydellä. Projektipäällikkö oli ulkoistettu hyvin harvoin. Tästä voidaan päätellä että teoratiedonkin esittävä väite

siitä, että hyvän projektipäällikön tulee tuntee erittäin hyvin myös projektiympäristön liiketoiminta-alue pitää paikkansa.

Tutkimus vahvisti ajatusta soveltuvan projektityömallin käytöstä määrämuotoisen projektityöskentelyn apuvälineenä ja ohjenuorana. Suurin osa käytti määrämuotoista tunnettua mallia. Käytännössä olisi voinut odottaa enemmänkin organisaatioiden omien projektityömallien käyttöä. Suosituimmaksi yksittäiseksi projektityömalliksi nousi vaihejakomallin käyttö. Luultavimmin tunnetuimpia projektityömalleja sovelletaan organisaation tarpeiden mukaan. Riskikartoitus oli sisäistetty tärkeänä osana projektisuunnitelmaa, se tehtiinkin yli puolessa tapauksista.

Työvaiheiden ja tehtävien osittelu tehtiin kaikissa vastaajaorganisaatioissa. Osittelu tehtiin pääasiassa melko tarkasti, joka selittää tutkimuksen melko hyvän tuloksen projektiaikataulujen ja työmääräarvioiden onnistumisesta pitävyydestä. Hyväksi ja eniten käytetyksi osittelumetodiksi osoittautui projektin toteutusvaiheiden perusteella tehty töiden osittelu. Samoin tehtävien keskinäisten riippuvuuksien huomiointi suunnittelussa osoitti toimivuutensa. Tutkimuksen tuloksena todettakoon, että osittelu suurempi merkitys on työtehtävien keskinäisten riippuvuuksien huomioinnissa. Vain siten löytyy tehtäville looginen järjestys ja pohja realistiselle aikataulusuunnittelulle.

Sopivien henkilöresurssien tärkeys on sisäistetty, vaikka usein henkilövalinnat jouduttiin tekemään käytettävissä olevien resurssien perusteella. Vasta resurssien kiinnittämisen jälkeen voidaan huomioida henkilön soveltuvuus tehtävään ja arvioida tehtävän todellinen työmäärä ja kesto.

Kuten riskikartoitusten tiheys osoittaa, epävarmuustekijöihin oli varauduttu kohtuullisesti. Useimmilla organisaatioilla oli käytössään useampi varokeino. Teorian kanssa hieman ristiriitainen ja kohderyhmässä yksittäinen useimmiten käytetty varautumiskeino oli pelivaran käyttö. Tilanne on silloin ihanteellinen, kun organisaatiolla on olemassa vararesursseja joita voidaan ottaa tarvittaessa käyttöön. Tietysti voidaan kyseenalaistaa kuinka paljon pelivaraa voidaan pitää, koska yleensä resurssit ja projektiaikataulut ovat tiukoilla jo muutenkin.

Suurin osa vastaajista käytti aikataulusuunnitteluun ja työmääräarviointiin projektisuunnittelutyökalua. Yksittäisistä ohjelmistoista MS Project nousi käytetyimmäksi. Hieman yli puolella organisaatioista oli käytössään myös laatujärjestelmä. Näiden kahden järjestelmän yhdistelmä antaa lähtökohdat projektisuunnittelulle ja sen dokumentoinnille. Tutkimuksen tuloksena odotettiin enemmän yrityskohtaisten sovellusten käyttöä, joka palvelee parhaiten juuri kyseistä organisaatiota. Yleisemmät suunnittelutyökalut lienevät käytössä niiden yleisyyden vuoksi, jolloin niiden käyttö ei rajoitu pelkästään organisaation sisälle.

14.3. Aikataulusuunnittelumenetelmien käyttö ja kokemukset

Projektin aikataulusuunnitelma tehtiin melkein poikkeuksetta ja keskimäärin melko tarkalla tasolla. Aikataulu rakennettiin melko aikaisin useimmiten tarjousvaiheessa jolloin ei yleensä vielä tiedetä kokonaisuutta tarkalla tasolla. Suunnitelmat dokumentoitiin aina, jakautuen melko tasaisesti suunnittelutyökaluihin ja tavanomaisiin toimisto-ohjelmiin. Suunnittelua tehtiin useimmiten projektipäällikkönä yksin tai projektiryhmässä yhdessä. Projektipäällikkö on usein asemansa puolesta vastuussa projektin aikataulusuunnittelusta ja seurannasta. Tutkimus vahvistaa uskomusta ryhmätyön vahvuudesta ja lopputuloksena on varmasti realistisempi aikataulusuunnitelma johon kaikki voivat paremmin sitoutua. Useimmissa tapauksissa myös asiakas osallistui aikataulusuunnitteluun ja lähtökohtana asiakkaan tavoiteaikataulu. Asiakasyhteistyö on erinomainen keino saada molemmille osapuolille realistisempi ja yksiselitteisempi kokonaiskuva projektista sekä sitouttaa kaikki osapuolet samaan projekti aikatauluun.

Suosituimmaksi aikataulusuunnittelumenetelmäksi osoittautui Ganttin menetelmä. Lisäksi käytössä oli useita organisaatioiden omia menetelmiä, jotka luultavimmin ovat tunnetuimpien menetelmien parhaiden ominaisuuksien ja organisaation omien käytäntöjen kombinaatio. Kullekin organisaatiolle paras menetelmä on se, mikä tarjoaa eniten soveltuvia ominaisuuksia sisältäen ne piirteet jotka parhaiten palvelevat tarkoitustaan. Suunnittelumenetelmän yleisin valintaperuste oli kokemus, käytettiin sitä mikä oli käytännössä havaittu hyväksi. Toimivan mallin tärkeimpinä ominaisuuksina pidettiin käytettävyyttä, yksinkertaisuutta ja päivitettävyyttä. Olisi mielenkiintoista tietää, mikä oli menetelmän alkuperäinen valintaperuste, tässä lienee myös sattumalla osuutta.

14.4. Työmääräarviointimenetelmien käyttö ja kokemukset

Tutkimuksen mukaan työmääräarviointi tehtiin useimmiten. Ilman työmääräarvioita tehdyt projekti aikataulut pitivät myös melko hyvin. Tärkein seikka arvioiden realistisuuden kannalta oli kokemustieto sekä tehtävien keskinäisten riippuvuuksien huomiointi. Kuten aikataulusuunnittelu, myös työmääräarviointi tehtiin pääasiallisesti ryhmätyönä.

Käytetyt työmääräarviointimenetelmät vaihtelivat. Eniten käytettiin kokemuksen tuomaa tietämystä ja organisaatioiden omia menetelmiä, jälleen niitä jotka koettiin hyväksi käytännössä. Kuten aikataulusuunnittelumenetelmissäkin, myös työmääräarviointimenetelmän tärkeimpinä kriteereinä pidettiin yksinkertaisuutta, täsmällisyyttä ja käytettävyyttä. Käytössä oli myös toimintopisteisiin perustuvia ja

matemaattisia arviointimenetelmiä, joskin näitä käytettiin harvemmin. Teoreettisten menetelmien pieneen käyttöasteeseen vaikuttanee juuri niiden monimutkaisuus ja teoreettisuuden tuoma epätasällisuus. Työmääräarviointia haluttiin kehittää kokemustiedon paremmalla hyödyntämisellä. Kokemuksen merkitys näkyy tutkimustuloksissa niin selvästi, että sen tehokkaammaksi hyödyntämiseksi kaikista projekteista kannattaa aina kerätä suunnittelu- ja toteutumatieta. Tuloksia on hyvä verrata keskenään projektien välilläkin. Tältä pohjalta organisaatiolle voidaan tehdä oma suunnittelupohja, jota voidaan käyttää kaikkien tulevien projektien työmääräarviointiin melko turvallisilla mielin.

Työmääräarvioiden sopiva tarkkuustaso on tutkimuksen mukaan henkilötyöpäivä. Arviot tehtiin aikataulun tavoin useimmiten projektin tarjousvaiheessa ja ne dokumentoitiin aina. Dokumentointiin käytettiin samoja työkaluja kuin aikataulusuunnitteluun, projektisuunnittelutyökaluja ja toimisto-ohjelmia. Arvioiden tarpeellinen tarkkuustaso oli mielletty hyvin, mutta ne jouduttiin tekemään usein hyvin aikaisessa vaiheessa.

Projektipäällikkö vastasi yleensä projektiaikatauluista ja työmääräarvioinnista. Ylemmän tason vastuu oli yhdessä projektipäälliköllä ja projektin ohjausryhmällä. Seuranta tapahtui säännöllisissä projektipalaverissa ja seurantaan käytettiin usein projektinhallintaohjelmistoa. Työmäärien suhteen tehtiin myös työtunti- ja budjettiseurantaa.

Projektiaikataulut pitivät keskimäärin hyvin. Työmääräarvioiden pitävyydessä oli enemmän hajontaa, vain alle puolessa työmääräarviot pitivät sekä määrällisesti että sisällöllisesti hyvin paikkansa. Yleisesti ottaen työtehtävien sisällön arviointi oli täsmällisempää kuin niiden määrällinen arvio. Parhaaseen tulokseen päästiin projektin toteutusvaiheiden mukaisella vähintään melko tarkan tason töiden osituksella. Työmäärien epätasällisuus selittynee osaltaan myös niiden aikaisesta arviointivaiheesta jo tarjousvaiheessa, jolloin ei yleensä voida tietää tarpeeksi toteutettavan kokonaisuuden yksityiskohdista realistisen suunnitelman aikaan saamiseksi.

Projektiaikatauluja ja työmääräarvioita pidettiin yleisesti melko realistisina. Oli yllättävää huomata, että henkilöillä joiden mielestä tahti oli tiukka, sitä ei kuitenkaan useimmiten koettu stressaavaksi. Muutoksiin ajaututtiin yleensä useamman tekijän summasta. Tutkimuksen mukaan yleisimmät riskitekijät ovat alkuperäisten määrittelyiden tai suunnitelmien muuttuminen, asiakkaan toivomat tuotemuutokset sekä liian pienet resurssit. Pienet, työmäärältään alle viikon muutokset eivät yleensä aiheuttaneet aikataulumuutoksia.

Muutostilanteessa vastaajista suurin osa päivitti aikataulusuunnitelmia aina ja työmääräarvioita useimmiten. Pääasiallisesti arvioita muutettiin todellista tilannetta vastaavaksi, lisäksi saatettiin muuttaa suunnitelmia ja hankkia lisäresursseja.

Aikataulumuutokset olivat suurimmalla osalla vastaajista kohtuullisia, mutta työmäärämuutokset yleensä suurempia. Aikataulujen ja työmääräarvioiden muuttamisesta seurasi useimmiten projektin viivästyminen ja budjetin ylitys. Tutkimuksen mukaan kokemuksista opitaan ja niitä pyritään hyödyntämään tulevaisuudessa muuttamalla projektityötapoja toimivammiksi. Samoja virheitä ei tietenkään kannata toistaa. Kohderyhmänkin mielestä suurin osa ongelmista olisi voitu ennakoida, mutta ei kokonaan ehkäistä. Riskikartoitus, riskianalyysi ja korjaustoimenpiteiden määrittäminen projektin alussa antavat lääkkeet useimmille ongelmatilanteille. Paras ennakointikeino on mahdollisimman tarkka suunnittelu ja määrittely.

14.5. Tutkimustuloksen mukainen hyvä projektityökäytäntö

Lopuksi teorian tiedon ja empiirisen tutkimuksen vahvistamat hyvät projektityökäytännöt on koottu yhteen taulukkoon 27 parhaiksi työkäytännöiksi, jotka ovat helposti käyttöönotettavissa. Kun nämä tekijät huomioidaan minkä tahansa IT-projektioorganisaation projektityötavoissa ja -välineissä, aikataulusuunnittelun ja työmääräarvioinnin ongelmat pienenevät ja projektityö on hallitumpaa.

Hyvä projektityökäytäntö käsittää huolellisen suunnittelun ja menetelmät, joiden avulla projektinhallinta ja seuranta tehostuvat ja helpottuvat. Projektityömallin tulee olla aina tilanteeseen sopivin. Se voi olla eri malleista koottu parhaiden ominaisuuksien kombinaatio, mutta sen pitää olla määrämuotoinen. Projektioorganisaatio toimii tämän määrämuodon mukaan. Kaikkien projektioorganisaation jäsenten pitää tuntea omat ja toistensa vastualueet ja niiden pitää olla selkeästi rajattuja. Huolellinen suunnittelu ja dokumentointi ovat ensiarvoisen tärkeitä ja samalla varmistetaan eteneminen kohti yhteistä tavoitetta. Samoin riskianalyysi kannattaa tehdä huolellisesti ja niihin varaudutaan etukäteen riskinhallintasuunnitelmalla.

Projektiaikataulun prosessi etenee töiden osittelusta ja riippuvuussuhteiden huomioinnista resurssien varaamiseen ja työmäärien arviointiin. Aikataulusuunnitelma tehdään näiden pohjalta ryhmätyönä projektiryhmässä, jotta saadaan mahdollisimman laaja kokemustieto käyttöön ja ryhmä sitoutuu suunnitelmiin.

Projektiseuranta on säännöllistä ja poikkeuksista raportoidaan. Muutostilanteisiin reagoidaan viipymättä ja työmääräarvioita sekä projektiaikataulua päivitetään. Toteumaa verrataan arvioihin projektin aikana sekä lopussa. Projektinloppuanalyysi kannattaa tehdä aina. Projektityömallin ja suunnittelun avuksi valitaan siihen soveltuva projektinhallintatyökalu, joka pitää olla mahdollisimman helppokäyttöinen ja kaikkien saatavilla.

Huolellinen projektisuunnittelu ja hyvät työkäytännöt	Hyvä projektinhallintatyökalu	Projektin eri vaiheiden aikataulu- ja työmäärätuotokset
<ul style="list-style-type: none"> • soveltuvin määrämuotoinen projektityömalli • selkeät vastuut • soveltuvin suunnittelu- ja dokumentointityökalu • hyvä dokumentointi • riskikartoitus, riskianalyysi ja riskisuunnitelma • tarkka vaatimusmäärittely tarpeeksi ajoissa • toimittajalla ja tilaajalla sama tavoite • tarpeeksi tarkka töiden osittelu (3-4 tasoa) • tehtävien riippuvuussuhteiden huomiointi • aikataulusuunnittelu ryhmätyönä, toimittaja ja asiakas • suunnitelma: mitä, miten, kuka ja koska? • kokemustiedon hyödyntäminen • loppuanalyysi ja yhteenveto - > best practises! 	<ul style="list-style-type: none"> • helppokäyttöinen • tehokas • suunnitelmien helppo ja tehokas käyttö ja ylläpito • hyvä työseuranta • organisaation omat mallipohjat • suunnittelun pohjana voi helposti hyödyntää aiempia toteutumia • valmiita laskentamalleja • web-liittymä • myös mobiiliversio saatavilla 	<p>Käsitteellistämisen- ja suunnitteluvaihe</p> <p>Projektin perusaikataulu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • työmääräarviot • resurssit • aikataulut • tehtävien keskinäiset riippuvuudet <p>Toteutusvaihe</p> <p>Toteuman seuranta ja päivitetty toteuma-aikataulu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • arvion ja toteuman vertailu • aikataulun täsmennys • muutosten vaikutukset alkuperäiseen aikatauluun <p>Päätösvaihe</p> <p>Toteuman seuranta ja lopullinen toteuma-aikataulu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • arvion ja toteuman vertailu ja analysointi • toteumatiedon tilastointi seuraavia projekteja varten

Taulukko 27. Hyvät projektityökäytännöt

15. YHTEENVETO

Tutkimuksen perimmäisenä tarkoituksena oli löytää työmääräarvioinnin ja aikataulusuunnittelun yleisimmät ongelmakohdat ja parhaat käytännöt. Mielestäni tutkimus pääsi tavoitteeseensa ja käytäntö vahvisti teorian. Projektisuunnittelun haasteet ovat edelleen vailla täydellistä ratkaisumallia, mutta hyödyntäen yleisesti tiedostetut ongelmakohdat ja niiden ehkäiseminen voidaan päästä hyvinkin onnistuneeseen lopputulokseen. Tutkimus pystyi kokoamaan hyvä projektityökäytännöt selkeäksi ja perustelluksi kokonaisuudeksi. Tulokset ovat hyödynnettävissä missä tahansa projektiorganisaatiossa ja jo pienillä korjaustoimenpiteillä päästään aiempaa parempiin tuloksiin.

Työmääräarvioinnin ja aikataulusuunnittelun ongelma ei ole menetelmien puute, vaan niiden käyttö. Tutkimukset ovat osoittaneet tämänkin tutkielman vahvistaessa säännön, suurimmat ongelmat ovat liian ylimalkaisesti tehdyissä suunnitelmissa ja määrittelyissä. Kun nämä kaksi asiaa saadaan kehittymään, myös aikataulujen hallinta paranee. Lisättäessä hyvään suunnitteluun kokemuksen tuoma tietämys käsissämme on entistä tehokkaampi keino taistella projektityön haasteita vastaan.

Viiteluettelo

- [Agarwal *et al.*, 2001] R. Agarwal, Manish Kumar, Yogesh, S. Mallick, R.M. Bharadwaj, D. Anantwar, *Estimating Software Projects*, ACM SIGSOFT Software Engineering Notes, vol 26 no 4, pages 60-67 (2001). Saatavilla: <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=505482.505491&coll=GUIDE&dl=ACM&idx=J728&part=newsletter&WantType=Newsletters&title=ACM%20SIGSOFT%20Software%20Engineering%20Notes&CFID=://www.google.fi/search?hl=fi&CFID=://www.google.fi/search?hl=fi>
- [Agile Manifesto] Agile Alliance, Manifesto for Agile Software Development, 2001. Saatavilla: <http://agilemanifesto.org/>
- [Albrecht, 1979] A. Albrecht, *Measuring Application Development Productivity*, Proc. Joint SHARE/GUIDE/IBM Application Development Symposium (October, 1979), pages 83-92.
- [Bray, 1997] Michael Bray, *Object-Oriented Design - Software Technology Roadmap*, Carnegie Mellon Software Engineering Institute, Pittsburgh, Philadelphia, USA, 1997. Saatavilla: <http://www.sei.cmu.edu/str/descriptions/oodesign.html>
- [Boehm *et al.*, 1995] Barry Boehm, Bradford Clark, Ellis Horowitz, Ray Madachy, Richard Selby, Chris Westland, *An Overview of the COCOMO 2.0 Software Cost Model*, Software Technology Conference, April 1995. Saatavilla: http://sunset.usc.edu/csse/research/COCOMOII/cocomo_papers.htm
- [Burke, 2003] Rory Burke, *Project Management – Planning and Control Techniques*. John Wiley & Sons Ltd, England, Fourth Edition 2005.
- [Chapman, 1997] James R. Chapman, *Project Schedule Estimating*, 1997. Saatavilla: http://www.hyperhot.com/pm_sked.htm
- [Haikala, 2008] Ilkka Haikala, Ohjelmistotuotannon menetelmät -kurssin kurssimateriaali, Tampereen yliopisto, Tietojenkäsittelytieteiden laitos, 2008. Saatavilla: <http://www.cs.tut.fi/%7Eotm/luennot/kalvot/index.html>
- [Heikkilä & Santanen, 2005] Hilikka Heikkilä ja Jukka-Pekka Santanen, *Projektin hallinta ja johtaminen*, Sovellusprojekti-kurssin luentomateriaali, Jyväskylän Yliopisto, Informaatioteknologian tiedekunta, 2005. Saatavilla: <http://mit.jyu.fi/palvelut/sovellusprojektit/luennot/projektiluento2005s.pdf>
- [Herroelen and Leus, 2003] Willy Herroelen and Roel Leus, *Project scheduling under uncertainty: Survey and research potentials*. European Journal of Operational Research **165**, (2005), pages 289 – 306.
- [Hirvonen, 2000] Ville Hirvonen, Aikataulusuunnittelu ohjelmistoprojekteissa, Pro gradu -tutkielma Tampereen yliopisto, Tietojenkäsittelyopin laitos, 2000.

- [Honkonen *et al.*, 2008] Tapio Honkonen, Turo Lamminen, Tuomas Räsänen, Tapio Väärämäki, Projektisuunnitelma, Kokako – projekti, Jyväskylän Yliopisto, Tietotekniikan Laitos, Jyväskylä, 2008. Saatavilla: <http://209.85.135.104/search?q=cache:qAudyAfibJkJ:sovellusprojektit.it.jyu.fi/kokako/tiedostot/dokumentit/Projektisuunnitelma.doc+gantt+kaavio&hl=fi&ct=clnk&cd=8&gl=fi&client=firefox-a>.
- [Hughes & Cotterell, 2006] Bob Hughes & Mike Cotterell, *Software Project Management*, Fourth Edition, McCraw-Hill Education, Berkshire, UK, 2006.
- [Huotari *et al.*, 1995] Jouni Huotari, Matti Kangas ja Paavo Moilanen, *Microsoft Project for Windows, Hyötykäyttäjän opas*. Gummerus, Jyväskylä, 1995.
- [Ikkelä] Kalle Ikkelä, Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Projektinhallinta-kurssin luentomateriaali, Luennot 4-7. Saatavilla: <http://www.it.lut.fi/kurssit/04-05/010761001/lectures.html>
- [Joensuun yliopisto, 2006] Metsäteknologia Jyväskylän yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta, Metsäteknologia, opetusmateriaali, dokumentit, kriittinen polku, 2006. Saatavilla: http://www.forest.joensuu.fi/opiskelu/metsatek/opetus/documents/kriittinenpolku_001.pdf.
- [Jones, 2002] Capers Jones, *Software Cost Estimation in 2002*, The Journal of Defense Software Engineering, June 2002, **Issue 06**. Saatavilla: <http://www.stsc.hill.af.mil/crosstalk/2002/06/jones.html>.
- [Ke and Liu, 2005] Hua Ke and Baoding Liu, *Project scheduling problem with stochastic activity duration times*, Applied Mathematics and Computation **168** (2005), pages 342-353.
- [Kemppainen, 2000] Janne Kemppainen, Projektien miehitykseen vaikuttavia tekijöitä, Pro Gradu tutkielma Tampereen yliopisto, Tietojenkäsittelyopin laitos, 2000.
- [Klemetti, 1996] Harri Klemetti, Ohjelmointiprojektin aikataulun hallinta, Pro Gradu tutkielma Tampereen yliopisto, Tietojenkäsittelyopin laitos, 1996.
- [Kipponen, 2005] Teemu Kipponen, Ohjelmiston laadun parantaminen puutemittareiden avulla, Pro Gradu tutkielma Joensuun yliopisto, Tietojenkäsittelytieteen laitos, 2005.
- [Lappalainen, 2007] Lappalainen Vesa, Ohjelmointikurssin aineisto, Jyväskylän yliopisto, Tietotekniikan laitos, 2007. Saatavilla: <http://www.mit.jyu.fi/~vesal/kurssit/ohjelmointi2007/materiaali/agile.html>
- [Lewis & Rieman, 1994] Clayton Lewis and John Rieman, Task-Centered User Interface Design, HCI Bibliography, Human-Computer Interaction Resources, 1994. Saatavilla: <http://www.hcibib.org/tcuid/chap-1.html>

- [Lockyer & Gordon, 2005] Keith Lockyer & James Gordon, *Project Management and Project Network Technique*. Seventh Edition, Pearson Education Limited, England, 2005.
- [Lohvansuu, 2002] Janne Lohvansuu, Käyttäjäkeskeinen suunnittelu, Tieto Enator, 2002. Saatavilla:
http://www.mit.jyu.fi/tka/opetus/ohjsuun02/Kayttajakesk_suunnittelu.pdf
- [Longstreet, 2008] David Longstreet, Function Points Analysis Training Course, Longstreet Consulting Inc., Blue Springs, MO, USA, 2008. Saatavilla:
<http://www.softwaremetrics.com/freemanual.htm>
- [Mantel, Meredith, Shafer, Sutton, 2005] Samuel J. Mantel, Jr. Jack R. Meredith, Scott M. Shafer, Margaret M. Sutton, *Core Concepts – project management in Practice*, John Wiley and Sons, Inc., USA, Second Edition, 2005.
- [Oulun seudun ammattiopisto] Datanomitutkinnon Johdatus tietojärjestelmiin - kurssin verkko-opetusmateriaali, Oulun ammattiopisto. Saatavilla:
http://www.okol.org/verkkokurssit/datanomi/tietojarjestelmien_kaytto_ja_kehittaminen/johdatus_tietojarjestelmiin/kehittamistyon_vaiheet_ja_elikaarimallit/kehittamistyon_vaiheet_ja_elinkaarimallit_asia.htm
- [Palomäki, 2005] Aija Palomäki, *Informaatioarkkitehtuurityö Nokialla*, Systemityö, Systemityöyhdistys SYTYKE ry:n jäsenlehti **4/2005**, s. 5 - 8.
- [Pelin, 2002] Risto Pelin, *Projektinhallinnan käsikirja*. Gummerus, Jyväskylä, 2002.
- [Phillips, 2005] Joseph Phillips, *IT-projektinhallinta sertifikaatti*. Edita Publishing Oy, Helsinki, 2005.
- [Pinedo, 1995] Michael Pinedo, *Scheduling Theory, Algorithms, and Systems*, Prentice-Hall Ltd, USA, 1995.
- [Pressman, 2000] Roger S. Pressman, *Software Engineering, A Practitioner's Approach*. McGraw-Hill Publishing Company, England, 2000.
- [Project Smart] Project Smart, Projektinhallinnan portaali. Saatavilla:
<http://www.projectsart.co.uk/>
- [QSM, 2005] Quantitative Software Management Inc., Function Point Programming Languages Table, version 3.0, QSM, McLean, VA, USA, April 2005. Saatavilla:
<http://www.qsm.com/FPGearing.html>

- [Raisamo, 2002] Roope Raisamo, Ohjelmistotuotannon kurssimateriaali, *Olioperustainen ohjelmistoprosessi*, Tampereen yliopisto, Tietojenkäsittelyopin laitos, 2002. Saatavilla: <http://www.cs.uta.fi/~jyrki/ohto02/olio-ohjelmistokehitys.ppt>
- [Pressman, 2001] Roger S. Pressman, Software Engineering, A Practitioner's Approach, McGraw-Hill Higher Education, R. R. Donnelley & Sons Company, NY, USA, 2001.
- [Ruuska, 2001] Kai Ruuska, Projekti hallintaan. Gummerus, Jyväskylä, 2001.
- [Saarenpää, 2005] Tero Saarenpää, Projektityökurssin opetusmateriaali, Tampereen yliopisto, Tietojenkäsittelyopin laitos, 2005. Saatavilla: <http://www.cs.uta.fi/~ts55167/projektikurssit/kyselytunti.pdf>
- [Software Engineering Institute, 2008] Software Engineering Institute, What is CMMI?, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, USA, 2008. Saatavilla: <http://www.qsm.com/FPGearing.html>
- [Taina, 2000] Juha Taina, Ohjelmistotuotannon kurssin opetusmateriaali, Helsingin yliopisto, 2000. Saatavilla: <http://www.cs.helsinki.fi/u/taina/ohtu/s-2000/luennot/arviointi/kaikki.html>
- [Tessella, 2005] Tessella Scientifics Software solutions, *Software design methods and UML*, United Kingdom, 2003. Saatavilla: http://www.tessella.com/literature/Supplements/swdesign_UML.htm
- [Tilastokeskus, 2006] Tilastokeskus, Tilastokoulutus, 2.10 Hajontaluvut - keskihajonta ja varianssi. Saatavilla: http://www.stat.fi/tk/tp/verkkokoulu/vk/tt/oppitunnit/tt02/tt02_10/view.
- [Torkkola, 1994] Jari Torkkola, Työmääräarviointimenetelmät ohjelmistoprojektissa, Pro gradu -tutkielma, Tampereen yliopisto, Tietojenkäsittelyopin laitos, 1994.
- [Tsui, 2004] Frank Tsui, *Managing Software Projects*, Jones and Bartlett Publishers Inc., Canada, 2004.

[Webcredible, 2006] Webcredible, User experience research & design, *User - centered design (UCD) - 6 methods*, May 2006. Saatavilla:

<http://www.webcredible.co.uk/user-friendly-resources/web-usability/user-centered-design.shtml>

[Wikipedia] Wikipedia. Saatavilla: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Etusivu>

[XP, 2006] Extreme Programming, The Rules and Practices of Extreme Programming, 2006. Saatavilla: <http://www.extremeprogramming.org/rules.html>

Tampereen yliopisto
Tietojenkäsittelytieteiden laitos
Tietojenkäsittelyoppi

AIKATAULUSUUNNITTELU JA TYÖMÄÄRÄARVIOINTI IT-PROJEKTEISSA

Tampereen yliopiston tietojenkäsittelytieteiden laitoksen opiskelija Heli Helminen tekee Pro gradu-tutkielmaa tietojärjestelmäprojektien aikataulusuunnittelusta ja työmääräarvioinnista. Tutkimuksessa selvitetään projektisuunnittelussa käytettyjä työmäärien ja aikataulujen arviointi-, suunnittelu- ja seurantamenetelmiä. Lisäksi kartoitetaan suunnitelmien toteutumista sekä muutostilanteita ja niiden seurauksia. Työn tavoitteena on löytää ratkaisuja aikataulusuunnittelun ja työmääräarvioinnin ongelmiin.

Tutkielmassa pyritään keräämään aineistoa kyselylomakkeen avulla projektien aikataulusuunnitteluun ja työmääräarviointiin osallistuvilta henkilöiltä yritysmaailmasta. Tutkimus on kohdistettu pääasiallisesti henkilöille, joilla on omakohtaista kokemusta projektien aikataulu- ja työmääräsuunnittelusta. Vastaukset käsitellään täysin luottamuksellisesti ja tutkimustulokset julkaistaan yhteenvedon omaisesti, jolloin ne eivät henkilöidy mihinkään yritykseen.

Toivomme, että teillä on mahdollisuus osallistua tutkimukseen ja arvokkailla vastauksillanne vaikutatte projektinhallinnan parantamiseen. Kyselytutkimukseen osallistuneet tulevat luonnollisesti saamaan yhteenvedon tutkimuksen tuloksista. Tutkimustulokset antavat varmasti lisätukea projektienne suunnitteluun ja aikataulujen ja työmäärien arviointiin.

Toivomme että vastaatte oheiseen kyselylomakkeeseen **3.11.2006 mennessä** ja palautatte sen osoitteella: Heli.Helminen@uta.fi.

Manuaalisesti täytetyt lomakkeet voi postittaa osoitteella:

Heli Helminen
Sammallammintie 611
35700 Vilppula

Lisätietoja tutkimuksesta saatte halutessanne puhelimitse tai sähköpostitse allekirjoittaneilta.

Kiitos osallistumisesta!

Tampereella 9.10.2006

Pirkko Nykänen
Professori
Tutkimuksen ohjaaja
Pirkko.Nykanen@uta.fi
GSM 040-526 1336

Heli Helminen
Opiskelija
Tutkimuksen tekijä
Heli.Helminen@uta.fi
GSM 050-377 4888

AIKATAULUSUUNNITTELU JA TYÖMÄÄRÄARVIOINTI IT-PROJEKTEISSA

KYSELYLOMAKE

1. VASTAAJAN TAUSTATIEDOT

1. Sukupuoli

- mies
 nainen

2. Tehtävänimike organisaatiossa

3. Organisaation tyyppi

- valtion laitos
 kunnallinen yhteisö
 suuryritys (henkilömäärä yli 1000)
 keskisuuri yritys (henkilömäärä 250 – 1000)
 pienyritys (henkilömäärä alle 250)

4. Organisaation toimiala

- teollisuus
 kauppa
 pankki
 vakuutusyhtiö
 ohjelmistotuotanto
 jokin muu, mikä?

5. Kokemus projektityöstä

- 0 – 1 vuotta
 2 – 5 vuotta
 6 – 10 vuotta
 yli 10 vuotta

6. Rooli projektiorganisaatiossa

- ohjaus-/johtoryhmän jäsen
 projektipäällikkö
 projektiryhmän jäsen
 asiakas/tilaaja
 muu, mikä?

2. PROJEKTISUUNNITTELU

7. Kuka on yleensä projektin tilaaja/asiakas?

- organisaation sisäinen asiakas
- organisaation ulkopuolinen asiakas

8. Onko organisaatiossanne käytössä jokin tietty projektisuunnittelumalli?

- on:
 - vesiputousmalli
 - prototypointi
 - spiraalimalli
 - vaihejakomalli
 - oliomenetelmä
 - jokin muu, mikä?
 - organisaation oma menetelmä, lyhyt kuvaus:
- ei

9. Onko projektinhallintaa tai osia siitä yleensä ulkoistettu?

- on:
 - käytetään konsulttia
 - kokonaan ulkoistettu
 - osittain ulkoistettu, mitä?
- ei

10. Tehdäänkö projektin alussa yleensä riskikartoitus ja riskinhallintasuunnitelma?

- kyllä, aina
- kyllä, joskus
- ei

11. Miten tarkalla tasolla projektin eri työvaiheet ja tehtävät yleensä ositetaan suunnitteluvaiheessa?

- työvaiheet ja tehtävät jaotellaan karkealla tasolla
- työvaiheet ja tehtävät jaotellaan melko tarkasti
- työvaiheet ja tehtävät jaetaan hyvin tarkalle tasolle
- työvaiheita ja tehtäviä ei juuri jaotella
- työvaiheita ja tehtäviä ei jaotella ollenkaan

12. Millä perusteella projektin eri työvaiheet ja tehtävät yleensä ositetaan suunnitteluvaiheessa?

- projektin toteutusvaiheiden perusteella
- toteutettavien ohjelmistojen tai niiden osien perusteella
- projektiorganisaation rakenteen perusteella
- muulla perusteella, millä?

13. Huomioidaanko suunnitteluvaiheessa eri vaiheiden ja tehtävien keskinäinen riippuvuus?

- kyllä, aina
- kyllä, useimmiten
- kyllä, joskus
- ei koskaan

14. Miten suunnittelussa huomioidaan henkilöresurssit?

(rastita kaikki huomioonotettavat)

- käytettävissä olevat henkilöt
- henkilöiden ammattitaito
- henkilöiden kokemus vastaavista tehtävistä
- jokaiselle tehtävälle pyritään yleensä löytämään sopivimmat henkilöt
- ei huomioida

15. Millaiset epävarmuustekijät yleensä huomioidaan suunnittelussa?

(rastita kaikki huomioitavat)

- varataan ns. pelivaraa
- varataan vararesursseja jotka otetaan käyttöön tarvittaessa
- todennäköisyyslaskennalla riskit huomioidaan
- suunnittelun pohjana keskiarvo optimistisimmän ja pessimistisimmän arvion välillä
- kriittisen polun menetelmällä, määrittämällä ja seuraamalla tehtävien aikaisinta ja myöhäisintä aloitus – ja päättämisaikajankohtaa
- aikatauluja ja arvioita muokataan muutosten ilmaantuessa, ei ennakoida
- epävarmuustekijöitä ei oleteta olevan
- epävarmuustekijöitä ei oteta huomioon
- muita, mitä?

16. Mitkä seuraavista osista muodostavat projektiorganisaationne?

(rastita kaikki siihen kuuluvat osat)

- ohjaus-/johtoryhmä
- projektipäällikkö
- projektiryhmä
- jokin muu, mikä?

17. Kuinka suurina projektitne yleensä ovat?

- 1 – 3 hloä
- 4 – 8 hloä
- 9 – 20 hloä
- 21 – 30 hloä
- yli 30 hloä

18. Kuinka pitkäkestoisia projektitne yleensä ovat?

- alle 1 vuosi
- 2 – 3 vuotta
- yli 4 vuotta

19. Onko organisaatiossanne käytössä jokin projektin suunnittelutyökalu?

- MS Project
- jokin muu, mikä?
- ei ole

20. Onko organisaatiossanne käytössä jokin laatujärjestelmä?

- ISO9000
- joku muu, mikä?
- organisaation oma laatujärjestelmä
- ei varsinaista laatujärjestelmää

3. AIKATAULUSUUNNITTELU

21. Teettekö projektin aikataulusuunnitelman

- aina
- lähes aina
- silloin tällöin
- ei koskaan

22. Miten olet osallistunut projektien aikataulusuunnitteluun?

- tehnyt yksin projektipäällikkönä
- tehnyt yksin projektityöntekijänä
- tehnyt yksin muussa roolissa, missä?
- tehnyt projektiryhmässä

23. Onko teillä käytössä jokin aikataulusuunnittelumenetelmä?

- PERT-menetelmä
- GANT-menetelmä
- CPM-menetelmä (kriittisen polun menetelmä)
- jokin muu, mikä?
- organisaation oma menetelmä, lyhyt kuvaus:
- ei mitään varsinaista mallia

24. Missä määrin asiakas osallistuu aikataulusuunnitteluun?

- asiakas määrää kokonaisuikataulun
- aikataulu rakennetaan yhteistyössä
- asiakas osallistuu hyvin vähän
- asiakas ei osallistu ollenkaan

25. Miksi olette valinneet kyseisen menetelmän?

- organisaation virallinen menetelmä
- hyväksi havaittu
- sattumanvaraisesti
- muulla perusteella, millä?

26. Mitä hyviä ominaisuuksia (tärkeimmät) kyseisessä menetelmässä mielestänne on?

27. Millä tarkkuustasolla aikataulusuunnitelmat yleensä tehdään?

- hyvin tarkalla tasolla
- melko tarkalla tasolla
- melko karkealla tasolla
- hyvin karkealla tasolla
- vaihtelevasti

28. Miten aikataulusuunnitelmat yleensä dokumentoidaan?

- käyttämälläne aikataulusuunnittelutyökalulla
- tekstinkäsittely
- taulukkolaskenta
- muuten, miten?
- ei dokumentoida

29. Missä vaiheessa aikataulusuunnitelmat yleensä tehdään?

- tarjousvaiheessa
- projektin käynnistyessä
- muussa vaiheessa, milloin?

30. Riippuuko projektienne aikataulu yleensä projektin ulkopuolisista tekijöistä?

- yritysjohdon ilmoittama aikataulu
- asiakkaan ilmoittama aikataulu
- pakottavat ulkoiset tekijät (esim. Y2K, euro, lait ja säädökset jne.)
- muista asioista, mistä?
- ei riipu

31. Miten itse tekisit aikataulusuunnitelmat tai mitä menetelmää käyttäisit jos saisit vapaasti valita (tärkeimmät suunnittelussa huomioitavat asiat)?

4. TYÖMÄÄRÄARVIOINTI

32. Teettekö projektin työmääräarviointia

- aina
- lähes aina
- silloin tällöin
- ei koskaan

33. Miten olet osallistunut projektien työmääräarviointiin?

- tehnyt yksin projektipäällikkönä
- tehnyt yksin projektiryhmän jäsenenä
- tehnyt yksin muussa roolissa, missä?
- tehnyt projektiryhmässä

34. Onko teillä käytössä jokin työmääräarviointimenetelmä?

- matemaattiset laskentamenetelmät
- PERT-menetelmä, todennäköisyysarviot
- arviot tehdään kokemuksen perusteella
- jokin muu, mikä?
- organisaation oma menetelmä, lyhyt kuvaus:
- ei mitään varsinaista menetelmää

35. Miksi olette valinneet kyseisen menetelmän?

- organisaation virallinen menetelmä
- hyväksi havaittu
- sattumanvaraisesti
- muulla perusteella, millä?

36. Mitä hyviä ominaisuuksia (tärkeimmät) kyseisessä menetelmässä mielestänne on?

37. Millä tarkkuustasolla työmääräarviot yleensä tehdään?

- henkilötyötunnit (hth)
- henkilötyöpäivät (htpv)
- henkilötyöviikot (htvko)
- henkilötyökuukaudet (htkk)
- muulla, millä?

38. Miten työmääräarviot yleensä dokumentoidaan?

- käyttämälläne aikataulusuunnittelutyökalulla
- tekstinkäsittely
- taulukkolaskenta
- muuten, miten?
- ei dokumentoida

39. Missä vaiheessa työmääräarviot yleensä tehdään?

- tarjousvaiheessa
- projektin käynnistyessä
- muussa vaiheessa, milloin?

40. Miten itse tekisit työmääräarviot tai mitä menetelmää käyttäisit jos saisit vapaasti valita (tärkeimmät suunnittelussa huomioitavat asiat)?

4. KOKEMUKSIA

41. Kuka vastaa projekti aikataulun ja työmäärien pitävyydestä?

- yhtiön johto
- projektin ohjausryhmä
- projektipäällikkö
- projektiryhmä
- projektiryhmän yksittäinen jäsen
- joku muu, kuka?

42. Miten aikataulusuunnitelmia seurataan projektin edetessä?

- säännöllisissä palavereissa
- projektinhallintaohjelmistolla
- vapaamuotoisesti
- muuten, miten?
- ei seurata

43. Kuinka hyvin ennalta tehdyt aikataulusuunnitelmat yleensä pitävät paikkansa?

- erittäin hyvin
- hyvin
- kohtalaisesti
- huonosti
- erittäin huonosti

44. Millaiseksi suunnittelun mukainen projekti aikataulu on yleensä osoittautunut?

- melko realistiseksi
- melko tiukaksi
- melko rauhalliseksi
- stressaavaksi
- lähes mahdottomaksi

45. Päivitetäänkö alkuperäisiä aikataulusuunnitelmia projektin edetessä, mikäli todellisiin aikatauluihin tulee muutoksia?

- kyllä, aina muutostarpeen ilmaantuessa
- useimmiten
- harvoin
- ei ollenkaan

46. Mistä aikataulumuutokset yleensä johtuvat?

- asiakkaan edellyttämistä tuotemuutoksista
- alkuperäisten määrittelyiden tai suunnitelmien muutoksista
- väärinkäsityksistä toimittajan ja asiakkaan välillä
- epärealistisesta aikataulusuunnittelusta
- liian pienistä resursseista
- projektiorganisaation muutoksista
- muusta, mistä?

47. Ovatko aikataulujen muutokset vaikutuksiltaan yleensä

- erittäin suuria
- suuria
- kohtuullisia
- melko pieniä
- hyvin vähäisiä

48. Miten toimitaan, kun havaitaan muutostarpeita aikatauluissa

- muutetaan aikatauluja todellista tilannetta vastaavaksi
- muutetaan suunnitelmia
- hankitaan lisäresursseja
- muuten, miten?

49. Mitä aikataulujen muutoksista yleensä seuraa?

- budjetin ylityksiä
- projekti viivästyy
- tuotevaatimuksista tingitään
- resurssien lisäystä
- projektin keskeytys
- muuta, mitä?

50. Mitkä muutokset/tekijät ovat luonteeltaan sellaisia, että ne eivät yleensä aiheuta uudelleenaikatauluttamista, vaan selvittään pienehköillä suunnitelmien korjauksilla?

51. Miten työmääräarvioita seurataan projektin edetessä?

- säännöllisissä palavereissa
- työtuntiraportoinnilla
- projektinhallintaohjelmistolla
- muuten, miten?
- vapaamuotoisesti
- ei seurata

52. Kuinka hyvin ennalta tehdyt työmääräarviot yleensä pitävät paikkansa?

▪ **määrällisesti:**

- erittäin hyvin
- hyvin
- kohtalaisesti
- huonosti
- erittäin huonosti

▪ **sisällöllisesti (eri työvaiheiden sisältö):**

- erittäin hyvin
- hyvin
- kohtalaisesti
- huonosti
- erittäin huonosti

53. Millaiseksi suunnittelun mukaiset työmääräarviot ovat yleensä osoittautuneet?

- melko realistiseksi
- melko tiukaksi
- melko rauhalliseksi
- stressaavaksi
- lähes mahdottomaksi

54. Päivitetäänkö alkuperäisiä työmääräarvioita projektin edetessä, mikäli todellisiin työmääriin tulee muutoksia?

- kyllä, aina muutostarpeen ilmaantuessa
- useimmiten
- harvoin
- ei ollenkaan

55. Mistä työmäärien muutokset yleensä johtuvat? (laita mielestäsi vaikuttavat tekijät tärkeysjärjestykseen, 1-yleisin jne.)

asiakkaan edellyttämistä tuotemuutoksista

alkuperäisten määrittelyiden tai suunnitelmien muutoksista

väärinkäsityksistä toimittajan ja asiakkaan välillä

epärealistisesta työmääräarvioinnista

vääristä henkilövalinnoista (sopivin henkilö tehtävään)

liian pienistä resursseista

projektiorganisaation muutoksista

muusta, mistä?

56. Ovatko työmäärien muutokset vaikutuksiltaan yleensä

- erittäin suuria
- suuria
- kohtuullisia
- melko pieniä
- hyvin vähäisiä

57. Miten toimitaan, kun havaitaan että työmääräarviot heittävät todellisista työmääristä?

- muutetaan aikatauluja
- muokataan suunnitelmia
- muutetaan tuotevaatimuksia
- hankitaan lisäresursseja
- tarkistetaan resurssien oikea kohdistus (oikea henkilö oikeassa tehtävässä)
- muuten, miten?

58. Mitä työmäärien muutoksista on yleensä seurannut?

- budjetin ylityksiä
- projektiaikataulun viivästymistä
- tuotevaatimuksista tinkimistä
- resurssien lisäystä
- projektin keskeytys
- muuta, mitä?

59. Mikäli aiemmissa projekteissa tai tehtävissä on törmätty aikataulu- tai työmääräongelmiin, onko kokemukset käytetty hyödyksi seuraavissa projekteissa ja tehtävissä ongelmien välttämiseksi?

- kyllä, miten?
- ei

60. Olisiko aikataulusuunnittelun tai työmääräarvioinnin ongelmia voitu ennakoida?

- kyllä, miten?
- ei

61. Olisiko aikataulusuunnittelun- tai työmääräarvioiden ongelmia voitu kokonaan ehkäistä?

- kyllä, miten?
- ei

62. Oletko saanut koulutusta aikataulusuunnitteluun tai työmääräarviointiin?

- kyllä, millaista?

- en, mitä haluaisit?

63. Millaisia ominaisuuksia kaipaisit ideaaliseen projektinhallintaohjelmistoon aikataulusuunnittelun ja työmääräarvioinnin helpottamiseksi ja seurannan parantamiseksi?

64. Muita kommentteja?

Kiitos arvokkaista vastauksistasi!