



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

SUUNNITTELUTIEDON HALLINTA PROJEKTIN KUSTANNUSARVION PERUSTANA

KPA Unicon Oy

TEKIJÄ:

Mika Paakkunainen

Koulutusala	
Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma	
Energiatekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä	
Mika Paakkunainen	
Työn nimi	
Suunnittelutiedonhallinta projektin kustannusarvion perusteena	
Päiväys	Sivumäärä/Liitteet
17.11.2020	30
Ohjaajat	
Yliopettaja Harri Heikura ja Lehtori Tanja Pentinsaari	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani	
KPA Unicon Oy	
Tiivistelmä	
<p>Tämä opinnäytetyö on tehty yhteistyössä KPA Unicon Oy:n kanssa. Työn aiheena oli voimalaitostoimitusprojektien materiaali- ja yksikköhallinta koko projektin elinkaaren ajalta. Työn tavoitteena oli selvittää, kuinka materiaalitieto liikkuu eri projektivaiheiden välillä ja miten materiaalitieto saataisiin tehokkaammin ohjaamaan suunnittelua sekä projektivaiheita haluttuun lopputulokseen.</p> <p>Opinnäytetyössä tutkittiin nykytilaa, kuinka projektielinkaaren parissa työskentelevät henkilöt näkevät materiaali- ja yksikköhallinnan toimivuuden omassa työympäristössään. Työn tavoitteiden saavuttamiseksi laadittiin verkkopohjainen kysely, sekä haastateltiin projektielinkaaren parissa työskenteleviä ammattilaisia.</p> <p>Tutkimuksen perusteella voitiin tulla tulokseen, että suunnittelun ohjaamiseen ja monitorointiin olisi tärkeää luoda tavoitemalli, jotta materiaali- ja yksikkömäärien muutoksia pystyttäisiin vertaamaan aiemmin määritellyn tasoon, että suunnittelu toteutetaan kustannustehokkaasti.</p> <p>Tutkimuksessa luotiin koko projektinelinkaarta ohjaava materiaali- ja yksikköideologia, joka toteutettiin liitettämällä projektinhallintaprosessiin määrää kontrolloivia portteja. Porttien tarkoituksena olisi ohjata ja kontrolloida materiaali- ja yksikkötietoa etupainotteisesti, jotta toimitusprojekti voidaan saattaa tavoiteajassa loppuun, sekä kustannukset pysyisivät tavoitetasossa.</p>	
Avainsanat	
Materiaali- ja yksikköhallinta, tavoitemalli, projektinelinkaari, Referenssitaso, kustannustehokkuus	

Field of Study		
Technology, Communication and Transport		
Degree Programmer		
Degree Programme in Energy Engineering		
Author		
Mika Paakkunainen		
Title of Thesis		
Design Information as a Basis for Project Cost Estimation		
Date	November 17, 2020	Pages/Appendices 30
Supervisor(s)		
Mr. Harri Heikura, Principal Lecturer and Ms. Tanja Pentinsaari Lecturer		
Client Organization/Partners		
KPA Unicon Oy		
<p>Abstract</p> <p>This thesis was made in collaboration with KPA Unicon Oy. In the thesis the Material and Quantity management of power plant delivery projects throughout the project life cycle were investigated. The aim of the thesis was to study how material information moves between different project phases and to find out how material and Quantity information could be used to guide design more effectively, as well as carry project phases to the desired outcome.</p> <p>In the thesis the current state of how people working on the project lifecycle see the functionality of material and unit management in their own work environment was studied. In order to achieve the goals, a web-based survey was prepared and professionals working in the different stages of project lifecycle were interviewed.</p> <p>Based on the study it could be concluded that it would be important to create a target model for the guidance and monitoring of subcontracted design in order to be able to anticipate changes by comparing with the reference level in order to ensure that the design is implemented cost-effectively.</p> <p>In the study material and Quantity ideology was created to guide the entire project lifecycle. It was implemented by integrating project management into the Material Gates process. The purpose of the gates would be to guide and control material and Quantity information in a front-loaded manner so that the delivery project can be completed in the target time, as well as to keep costs at the target level.</p>		
Keywords		
Material and Quantity management, Target model, Project life cycle, Reference level, Cost-effectively		

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Tausta ja tutkimusasetelma.....	6
1.2	Opinnäytetyölle asetetut tavoitteet.....	7
1.3	KPA Unicon Oy.....	7
1.4	Tuotteet ja palvelut.....	7
2	PROJEKTIHALLINTA JA PROJEKTIN ELINKAARI TEORIA.....	8
2.1	Projektinhallinta.....	8
2.2	Projektin elinkaari ja vaiheistus.....	9
2.3	Materiaali- ja yksikköhallinnan teoria.....	10
3	KUSTANNUSTEN BUDJETOINTI JA SEURANTA.....	11
3.1	Nykytilanne.....	11
3.2	Käytettävät työkalut.....	11
4	KARTOITUS PROJEKTIVAIHEIDEN NYKYTILASTA VERKKOPOHJAISELLA KYSELYLLÄ JA HAASTATTELUILLA.....	13
4.1	Kyselyaineiston tekeminen.....	13
4.2	Kyselyaineiston kerääminen.....	14
4.3	Analysoiminen.....	14
4.4	Haastattelut.....	14
4.5	Johtopäätökset.....	14
5	MATERIAALIMÄÄRÄ- JA YKSIKKÖHALLINTAKYSELYN TULOKSET.....	15
5.1	Projektivaiheiden tarkastelu materiaalihallinnan näkökulmasta.....	15
5.1.1	Myyntivaihe.....	15
5.1.2	Suunnittelu vaihe.....	16
5.1.3	Hankintavaihe.....	18
5.1.4	Valmistusvaihe.....	20
5.1.5	Työmaavaihe.....	21
5.2	Materiaalimääränhallinta suunnittelu- ja voimalaitosprojekteissa.....	23
6	MÄÄRÄÄN PERUSTUVAN TOIMINTAMALLIN LUONTI.....	24
6.1	Määrää mittavat elementit.....	24
6.2	Määrää kontrolloivat portit.....	25
6.3	Suunnittelun tavoitehakuinen malli.....	27
7	TULOKSET.....	28
8	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	29
	LÄHTEET, LIITTEET JA TUOTETUT AINEISTOT.....	30

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT:

I/O = (Input/Output) Tiedon siirtäminen tai signaloimista tietokonelaitteiston komponenttien välillä

Quantity management = Määränsäily

Notes = IBM Lotus Notes on työryhmäohjelmisto, joka sisältää mm. asiakirjahallinnan, sähköpostin ja kalenterin

Alfresco = Vapaan lähdekoodin sisällönhallintaohjelmisto

"Must Win" = Kuvataan asiaa, joka pitää voittaa tai ratkaista yrityksessä. aika jänne on tyyppisesti kvartaalitavoitteiden ja 5-vuotisstrategian välimaastossa, vuosi tai pari.

Create sektori = tiimit, jotka toimittavat uusia kattilalaitostoimituksia.

Renew sektori = Tiimit, jotka keskittyvät korjaamaan tai uudistamaan jo olemassa olevia laitoksia.

After Sale = jälkilaskenta/ takaisinlaskenta

BrainStorming = aivorihi on ideointimenetelmä, jolla pyritään keksimään suuria määriä luovia ideoita johonkin aiheeseen liittyen.

BOM = (Bill of Materials) materiaaliluettelo on luettelo komponenteista / osista, materiaaleista ja lisävarusteista, jotka muodostavat koko tuotteen. Se auttaa pitämään uuden tuotteen valmistusprojektin tiellä kaikissa vaiheissa ja kehittyä uuden tuotekehityksen edetessä.

T&D = (Technology and Development) Teknologia ja tuotekehitys

NPD = (New Product Development) Uusi tuotekehitys/ Uuden tuotteen kehitys

ERP = (Enterprise resource planning) Toiminnanohjausjärjestelmä

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä käsitellään suunnittelutiedon ohjaamisen tärkeyttä projektin kustannusarvion pohjana. Tällä hetkellä projektinelinkaaresta puuttuu selkeä punainen lanka yksikkö- ja määränhallinnan näkökulmasta, ja tämä aiheuttaa yksikkö- ja määrätiedon katkeamisen eri projektivaiheiden välillä.

Tämä opinnäytetyö tehtiin energia-alalla toimivalle KPA Unicon Oy:lle. Yhtiö toimittaa erilaisia poltto-tekniikoita hyödyntäviä lämpö- ja voimalaitoskokonaisuuksia asiakkaille kansainvälisesti. Työn tarkoituksena on tutkia, kuinka yksikkö- ja materiaalihallinta toteutuu toteutuneiden projektien elinkaaren aikana. Työn tavoitteena on kehittää määrään perustuva toimintamalli, joka ohjaa suunnittelua. Työssä tuotetaan määränhallinta ideologia, joka on räätälöitävissä jo olemassa olevaan projektihallinta malliin.

Työn taustana on yritykseen fuusiossa liittynyt Renewa Oy:n aikainen kehitystyö, jossa pyrittiin luomaan hinnoitteluun malleja ajatuksella kilogrammaa/yksikköä per MW. Kehitystyö oli vuosien mittaan laajentunut käsittämään koko projektin elinkaarta ja siinä olevia yksiköitä- ja määriä. Työssä halutaan toimeksiantajan toimesta tuoda esille uusi ideologia, jolla voitaisiin ohjata suunnittelua mahdollisimman etupainotteisesti.

Tutkimus- ja kehitystyö toteutettiin kyselytutkimuksena sekä haastatteluilla, jotka alkoivat touko-kuussa 2020, jossa kartoitettiin projektin elinkaaren nykytilaa materiaali- ja yksikkötiedon kannalta. Vastaukset ja haastattelut analysoitiin ja niiden perusteella voitiin kehittää määrään perustuva toimintamalli sekä antaa kehitysidea, kuinka suunnittelua ohjattaisiin kustannustehokkaasti. KPA Unicon Oy toimii sekä suunnittelutalona että valmistavana konepajana, jolloin materiaali- ja yksikköhallinta ideologian hyödyt saadaan oikeanlaisella toimilla tuottamaan lisäarvoa suunnitteluprojekteissa.

1.1 Tausta ja tutkimusasetelma

KPA Unicon Oy on viimeisinä vuosina kasvanut fuusioiden kautta toimittamaan voimalaitosprojekteja ns. keskisuuriin hankkeisiin teholtaan n. 100 MW:iin asti. Tuoteperhe kattaa erilaisia polttotekniikoita hyödyntäviä kokonaisuuksia, joissa yhdistyy hyvää päästöjen hallittavuus sekä uusiutuvat polttoaineet. Pyrittäessä korkeaan teknologiaan se nostattaa myös materiaalin ja yksikköjen määrän tasoa huomattavasti, jolloin niiden hallittavuuteen on alettu kiinnittämään yhä enemmän huomiota. Materiaali- ja yksikköhallinta näyttelee nykyajan toimitusprojekteissa niin suurta osuutta, ettei sitä ole sivuutettu, mutta on kuitenkin nähty se, että tällä osa-alueella on vielä paljon potentiaalista kehitys- ja kasvumahdollisuutta kustannuksien näkökulmasta. Yleisesti on kuitenkin havaittu, että pienissä ja keskisuurissa toimitusprojekteissa aikaa ja resurssia ei ole kustannustehokkuuden kannalta järkevää käyttää täydellisten laitosmallinnuksien tai pitkälle vietyjen budjettitason myyntiprojektien tekemiseen, jotka sitoisivat paljon henkilöstöresursseja.

Yhteneväisien toimintatapojen ohjeistus on kirjattu KPA Unicon Oy:n laatukäsikirjaan ja samaan lopputulokseen päästäkseen on mahdollista laskea kustannusrakenne alusta alkaen tai ottaa kustannukset sellaisista projekteista, joista on kerran tuotettua materiaalia. Referenssin suora käyttö saattaa aiheuttaa ns. piileviä ongelmia, jos kustannusta ei ole jaoteltu riittävän tarkalla tasolla yksiköihin, suunnittelutunteihin tai materiaalimääriin. Kustannusten osalta budjetoinnissa saattaa jäädä huomioidatta referenssiprojektin laajuuden muutokset yksikkötasolla ja näin ollen se ei pääpiirteittään vastaa uuden projektin laajuutta.

Tässä opinnäytetyössä tutkimusasetelmana on KPA Unicon Oy:n yhdistyneen Renewa Oy:n aikana tehty kehitystyö, jossa pyrittiin luomaan hinnoitteluun malleja ajatuksella kilogrammaa/yksikköä per MW. Työkaluun syötettiin kanavistojen, putkistojen, I/O:n, rakennuksien dataa niiltä osa-alueilta, joista syntyy kg/yksikköä. Hankkeessa syötettiin useamman voimalaitosprojektin data Exceliin, ja saatiin luotua vertailudiagrammeja pohjaksi kustannuksien määrittämiselle. Excel-pohjaisen mallin valmistuttua todettiin kuitenkin, että se ei skaalautunut suoraan lineaarisesti kattilan koon mukaan,

vaan ns. vaikuttavuus- ja muuttuvuustekijöitä oli tuntematon määrä. Todettiin, että muuttuvien tekijöiden avaamiseen sekä tarkasteluun olisi käytettävä paljon resursseja, ja siksi itse metodin oikeellisuus jäi selvittämättä ja hanke päätettiin.

1.2 Opinnäytetyölle asetetut tavoitteet

Opinnäytetyön tavoite on luoda nykyisen projektinhallintaorganisaation rinnalle helposti liitettävä materiaali-/yksikköhallintaan perustuva toimintamalli, joka parantaa projektielinkaaren ennakoitavuutta ja kustannustehokkuutta. Materiaali- ja yksikköhallinnan toteutus projektitoiminnan parissa työskentelevillä ammattilaisilla on usein suunnittelun valvomista sekä ohjaamista, ja tämän osa-alueen vahvistaminen on keskeinen tavoite opinnäytetyön tekemisessä.

KPA Unicon Oy toteuttaa liiketoimintaa toimitusprojekteissa tiimimallilla, jossa kaikkien projektin osa-alueiden takana toimii asiantuntija. Opinnäytetyön tarkoituksena on saattaa materiaali- /yksikköhallintaideologiaa kaikille projektivaiheille, jotta saadaan materiaalihallinnan hyödyt tuotua osaksi nykyistä toimintamallia.

Yrityksellä on käytössään paljon erilaisia laskentatyökaluja, joilla voidaan tuottaa hyvinkin tarkkaa analyysia määristä sekä suunnitteluohjelmistoja, joista on saatavilla referenssiprojektien dataa. Näiden yhdistämistä ja hyödyntämistä olisi syytä tutkia, jotta voidaan määrittää tavoitetaso, joka kulkee läpi koko projektielinkaaren.

1.3 KPA Unicon Oy

KPA Unicon Oy on vuonna 1990 perustettu energia-alalla toimiva perheyritys, joka toimittaa asiakkaille erilaisia polttotekniikoita hyödyntäviä lämpö- ja voimalaitoskokonaisuuksia. Yhtiön toimintaan kuuluu elinkaari- ja operointipalvelut sekä laitosten rahoitusratkaisut. Päätoimipaikka sijaitsee Piekämäellä ja yhtiön palveluksessa on noin 220 henkilöä kuudessa eri maassa. (Penninkangas 2019, 9.)

1.4 Tuotteet ja palvelut

Yhtiö toimittaa biomassalla, maakaasulla, kevyellä ja raskaalla öljyllä sekä jätteellä toimivia kaukolämpö- ja höyrykattilalaitoksia. Elinkaaripalveluina yhtiö tarjoaa korjaus- ja kunnossapitopalvelua sekä varaosia. Digitaalisena palveluna yhtiö tarjoaa Plantsys-palvelualustaansa laitosten etäkäyttöön, joka pitää sisällään raportoinnin, operoinnin, materiaalivirtojen hallinnan sekä kunnossapidon valvonnan. (Penninkangas 2019, 9.)

Tässä opinnäytetyössä keskitytään KPA Unicon Oy:n Create- ja Renew-sektoreiden tuottamiin palveluihin. Nämä osastot tuottavat uusia voimalaitosratkaisuja sekä Retrofit-ratkaisuja, jotka keskittyvät vanhan laitostekniikan modernisointiin. Pääpaino opinnäytetyön tutkimuksessa ja kehityksessä on Create-sektorin tuottamat voimalaitoshankkeet, joissa käytetään useita eri polttoaineratkaisuja sekä polttotekniikoita.

2 PROJEKTIHALLINTA JA PROJEKTIN ELINKAARI TEORIA

Tässä opinnäytetyössä oleva projekti määritellään kirjallisuudessa hyvin väljästi. Kuvaavinta siinä on, että projekti on aina ainutkertainen kokonaisuus, joka on rajattu ajallisesti, kustannuksiltaan ja laajuudeltaan (Mäntyneva 2016, 11). Projektihallinta sekä projektin elinkaari vaihteistuksineen on avattu seuraavissa kappaleissa yksityiskohtaisemmin teoreettisesta näkökulmasta.

2.1 Projektinhallinta

Pelin, Risto (2011, 24) esittää Projektinhallinnan käsikirjassa määritelmän projektitoiminnasta, jonka mukaan:

Projektitoiminta on tietty johtamisjärjestelmä. Siinä on projektiorganisatoriset käsky-suhteet. Avainhenkilönä on projektipäällikkö, jonka toimenkuva on yksinkertaisesti vastata kaikesta, mikä liittyy projektin onnistuneeseen toteutukseen. Tekijöiden ei tarvitse olla suoranaissessa alaisuudessa. Matriisimuotoisessa projektiorganisaatiossa henkilöt varataan projektille tarvittavaksi ajaksi. Tällöin henkilön linjaesimies säilyy, projektipäälliköt vaihtuvat. Projekti ei ylläpidä turhia resursseja, vaan vapauttaa henkilöt muihin projekteihin heti, kun työ on valmis. Projekti voi käyttää alihankkijoita tai konsultteja, joiden kanssa se suoraan laatii sopimukset. Projektilla on ulkoinen tai sisäinen asiakas, joka maksaa projektin.

Kaikki projektit ovat kertaluonteisia, jolloin lopputuloksen ennustettavuus on melko epätarkka. Projekti edustaa aina tiettyä riskiä organisaatiolle. Projekteille on myös ominaista, että ne kuluttavat rahaa, mutta tuottavat sitä vasta välillisesti sen jälkeen, kun projekti on saavuttanut välitavoitteet tai luovutettu asiakkaalle. Tämän vuoksi projektin ohjaamiseen ja valvontaan on kiinnitettävä erityistä huomiota. Toimitusprojektin budjetin ja aikataulujen toteutumista on seurattava tarkasti. Jos arviot eivät pidä, yritys ennen pitkään syö omat tuottomarginaalinsa ja toimituksesta tulee tappiollinen. (Ruuska 2007, 29.)

Yrityksissä on usein jaoteltu linjaorganisaatio, joka huolehtii kaikesta muusta kuin projekteista ja projektiorganisaatiot, jotka ovat vastuussa linjaorganisaatiolle. Työprosessin ainutkertaisuus ja epävarmuus asettavat projektin ohjaukselle ja johtamiselle erityisvaatimuksia, jotka poikkeavat linjaorganisaation työskentelytavoista. (Ruuska 2007, 29–30.) Linjaorganisaatio pyrkii toiminnassaan vakaaseen kehitykseen ja ennustettavuuteen, kun taas projektissa jatkuvat muutokset ja odottamattomat tilanteet ovat pysyvä olotila (Ruuska 2007, 29–30).

Projektilla on aina sama tavoite, joka on sen alkuvaiheessa asetettu. Koska projekti on dynaaminen ja epästabiili prosessi, se vaatii jatkuvaa ennakointia ja sen kyky sopeutua nopeasti muuttuviin tilanteisiin on tunnusomaista. (Ruuska 2007, 30.)

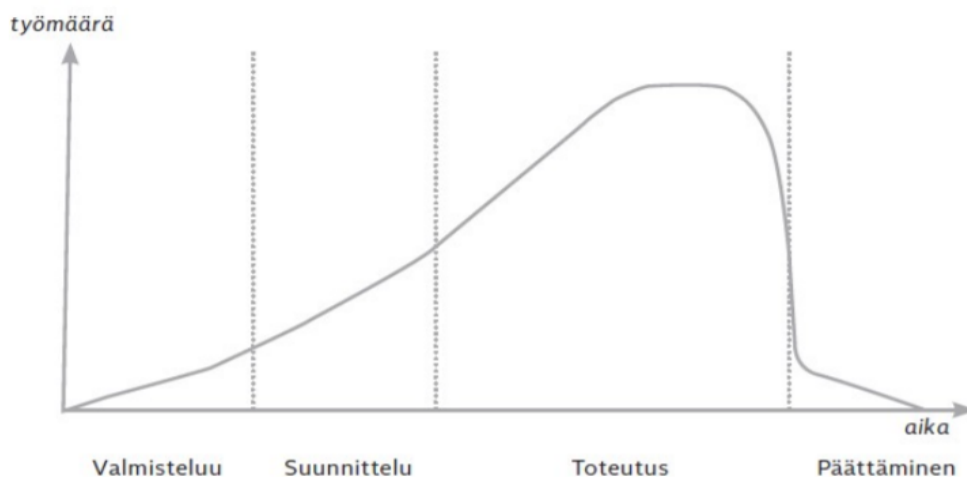
Projektinhallinnalle (Project management) on alan kirjallisuudessa löydettävissä useita samansuuntaisia määritelmiä. Alla listattuna muutamia projektihallinnalle tunnusomaisia määritelmiä:

- Suunnittelua
- Päätöksentekoa
- Toimeenpanoa
- Ohjausta
- Koordinointia
- Valvontaa
- Suunnan näyttämistä
- Ihmisen johtamista

Kaikkiin määritelmiin sisältyy yksi yhteinen tekijä: valvonta. (Ruuska 2007, 30.) Projekti kuluttaa rahaa, joten maksaja haluaa tietää mitä projektissa tapahtuu (Ruuska 2007, 31). Projekti tuottaa myös lopputuotoksen, jonka asiakas haluaa olevan mahdollisimman hyvä. Siksi tietämys siitä millä tasolla projekti jokaisessa vaiheessa on, ja vaatimukset millainen sisältö tulee olemaan, on projektin tilaajalle tärkeä intressi. Projektihallinta pyrkii vastaamaan juuri tähän haasteeseen.

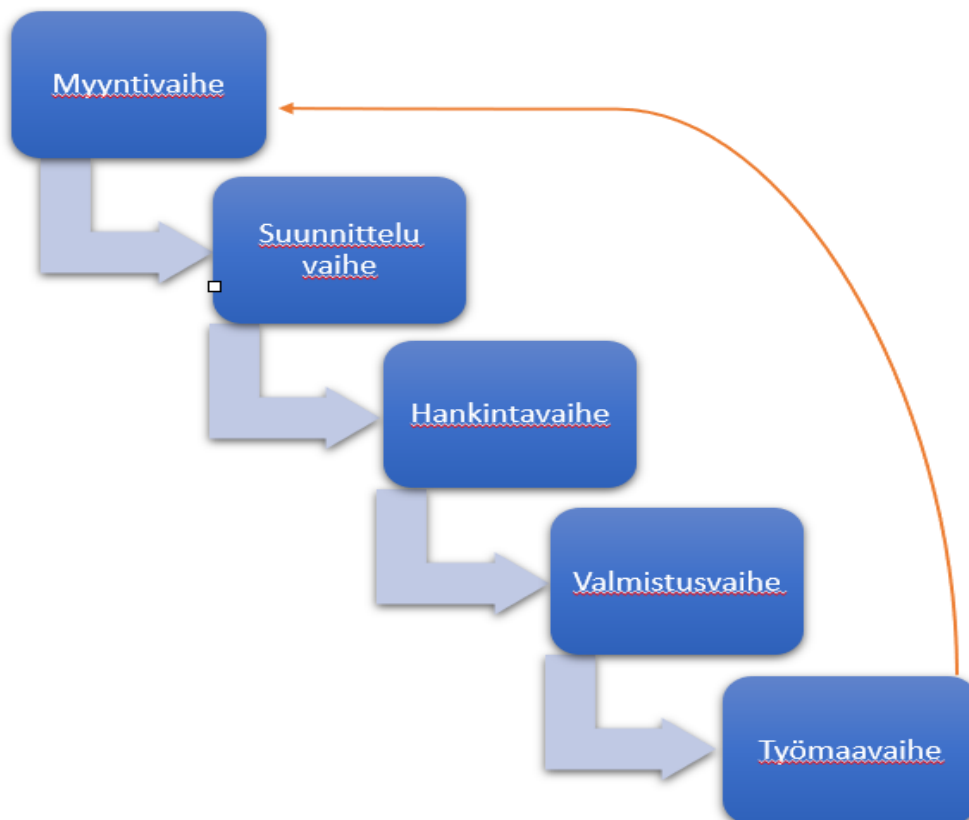
2.2 Projektin elinkaari ja vaiheistus

Projektin elinkaaren tarkasteleminen on hyvä keino saada kokonaiskuva projektista. Projektilla on alkamis- ja päättämisaikajankohta, jotka muodostavat projektin keston (Mäntyneva 2016, 16). Jotta projekti voidaan viedä sujuvasti läpi elinkaaresta, jaotellaan se useampaan vaiheeseen. Nämä vaiheet eroavat toisistaan esimerkiksi toiminnoiltaan, ominaisuuksiltaan ja työskentelytavoiltaan (Mäntyneva 2016, 15). Alla on esitetty yleiskuvaus elinkaaren vaiheista ja niihin kohdistuvasta työmäärästä (Kuvio 1).



KUVIO 1. Esimerkki projektin elinkaaren vaiheista ja työmäärästä (Mäntyneva 2016, 16.)

KPA Unicon Oy:n projektinelinkaari toimitusprojekteissa koostuu vaiheista alla olevan (kuvio 2) mukaisesti, ja lisäksi jokaisen vaiheen väliin on sijoitettu 1–5 eri vaihetta, joilla projektia viedään hallitusti eteenpäin. Kuviossa oleva punainen palautusnuoli kuvaa takaisinlaskentaa (After Sale). Takuu-aika pitää yrityksen suhteessa asiakkaaseen tavallisesti noin kaksi vuotta luovutuksen jälkeen.



KUVIO 2. KPA Unicon projektin elinkaaren vaiheet (Linnas 2020.)

2.3 Materiaali- ja yksikköhallinnan teoria

Onnistunut suunnittelu- ja rakennusprojekti täyttää asiakkaan tarpeet ja hyödyttää suunnitteluyritystä nykyisessä liiketoimintaympäristössä. Raha on tiukassa ja asiakkaat etsivät suunnitteluyrityksiä, jotka voivat tarjota parhaan tuotteen alhaisin kustannuksin. Tämän ongelman teknisinä ratkaisuinä pidetään monimutkaisten analyyttisten työkalujen käyttämistä tehokkaiden mallien nopeaan luomiseen, sekä nykyaikaisten materiaalien hyödyntämistä ja räätälöityjä suunnittelulaitteita optimaalisen tuotoksen saavuttamiseksi. Tässä pyrkimyksessä useimmiten unohdetaan kuitenkin materiaalien hallintaa, jota pidetään yleisesti konepajayritysten tukitoimintona. Ottaen huomioon, että tyypillisessä teollisuuslaitoksessa 10 % -15 % kokonaiskustannuksista on teknistä suunnittelua ja 50 % -60 % on laitteita ja materiaaleja, on selvää, että näiden hankkiminen mahdollisimman pienin kustannuksin tarjoaa eniten säästöjä. (Damora U. Kini 1999, 30.)

Toimitusprojekteista saatujen lukujen mukaan KPA Unicon Oy:n kustannukset jakautuvat Damora U. Kinin (1999) viittaamiin lukuihin verrattuna keskiarvolla:

Tekninen suunnittelu 10 %,

Laitteita ja materiaaleja 63 %.

Damora U. Kini (1999) on tehnyt jaottelun hyvin karkeasti, kun taas KPA Unicon Oy:n tapa toimia on luonnollisesti paljon yksityiskohtaisempi, jotta voidaan seurata paremmin kustannuksia verrattuna budjetoituun kaikkien litteroiden osalta. Kustannuksien kannalta katsottuna on tärkeää, että projektin lopussa tehtävä yhteenveto tehdään mahdollisimman tarkasti ja siirretään tieto uusiin hankkeisiin. Palautteen ja opittujen asioiden kirjaamiseen käytetään loppuraportointia analysoimaan projektissa opitut kokemukset, katetaso sekä onnistumiset ja haasteet. (KPA Unicon Oy laatukäsikirja 2020.)

Damora U. Kini (1999) painottaa materiaali- ja yksikköhallinnan tärkeyden kannalta, että hankkeiden lopussa tulisi suorittaa puolueeton arvio materiaalien hallintaprosessista potentiaalisten parannusalueiden tunnistamiseksi ja hyviksi havaittujen saavutuksien kirjaamiseksi. Konepaja- ja suunnitteluyritys saa voittoa keskittymällä selkeästi esineisiin, laitteisiin ja materiaaleihin, jotka johtavat kustannuksiin. Yrityksen työvoimaa motivoidaan enemmän osana hanketta, jolla on selkeästi määritelty organisaatio ja missio. Lopuksi parantuneet suhteet päätoimittajiin johtavat parempaan hinnoitteluun. Materiaalien hallintaprosessin tehokas toteutus on avain onnistuneeseen projektinhallintaan. (Damora U. Kini 1999, 34.)

Projektinelinkaaren eri osa-alueilla on kuitenkin materiaali- ja yksikköhallinnan kannalta huomattu olevan puutteita eli toteutunut kulu kirjautuu järjestelmällisesti tiettyyn paikkaan, mutta varsinainen jaottelu kustannuksen tuovaan yksikköön, suunnittelutuntiin tai raaka-aine tonneihin voi olla yksittäisen dokumentin tai listan erilleen jäänyt projektitietokantaan tallennettu tieto. (Linnas 2020.)

3 KUSTANNUSTEN BUDJETOINTI JA SEURANTA

Projektille asetetaan aina taloudelliset tavoitteet. Kustannusten tarkastelu koko projektin tasolla voidaan kokonaisuudessaan nähdä vasta, kun se päätetään ja projekti luovutetaan asiakkaalle. Vaikka projektikirjanpidon luotettavuus on yksi tärkeimmistä edellytyksistä projektin kustannusohjaukselle, on kustannusohjauksen keskeisenä tehtävänä pyrkiä vaikuttamaan ennakoiden ja aktiivisesti projektin kustannuksiin. Kustannuksia tulee arvioida projektin etenemistä ja saavutettuja tuloksia vastaan. (Mäntyneva 2016, 75.)

3.1 Nykytilanne

Tässä työssä tutkittua projektien kustannustasoa määriteltäessä siihen käytetty aika verrattuna tarkkuus ovat olleet haasteellisia, koska summutunut data, joka on otettu referenssiprojektista, ei välttämättä huomioi toimituslaajuuden muutosta uudessa toimitusprojektissa. Tästä voidaan pitää esimerkkinä teoriatasolla tilannetta, jossa suunnitellaan voimalaitoskattilaa ja referenssiprojektin kattilan kokonaispaino olisi n. 90 tonnia. Alihankintana ostettu painelaitesuunnittelu haluaa varmistaa uuden projektin kattilan kestävyys ylläpitämällä kokonaisuuden, joten kokonaispaino nousisi 110 tonniin. Tällä toimenpiteellä alihankkija välttää riskin mahdollisten reklamaatioiden osalta. Ylisuunnittelu nostaa automaattisesti kattilan painoa, kun seinämävahvuus kasvaa, ja sitä kautta materiaalin hankintakustannukset kohoavat. Kuvattua tilannetta verrattaessa budjetoituun kattilan hinnoitteluun, voidaan huomata suuriakin poikkeavuuksia toteutuneen ja ennustetun kustannuksen välillä.

Jokainen voimalaitosprojekti on ainutkertainen kokonaisuus, joka suunnitellaan pitkälti alusta alkaen uudestaan ja tämä luo haasteita kustannuksien määrittelyssä. Kokonaisuudet suunnitellaan ja mitoiteetaan, ennen kuin voidaan tehdä tarjouskyselyt hinnoista, joita verrataan budjettiin. Budjetti on laadittu toteutuneista projekteista, sekä laskentaa hyväksi käyttäen, jolloin saadaan käyttöön paras sen hetkinen näkemys kustannusrakenteesta. Suunnittelun etenemistä kontrolloidaan pitämällä katselmointeja alihankinnan, tilaajan tai projektitiimin kanssa yhteistyössä. Toimituslaajuus sekä laitevalinnat varmistuvat sekä tarkat sijainnit määrittyvät, joten kustannukset suunnittelusta seuraavat aiemmin esitetyn projektinelikaaren työmäärä käyrää (KUVIO 1). Tästä voidaan pitää esimerkkinä putkistojen, kanavien ja eristeiden yksiköitä, joista tieto siitä millä tarkkuudella ollaan verrattuna budjettiin, selviää pitkälti suunnittelun edetessä lähelle loppua sekä detajisuunnitteluvaiheessa, kun ensimmäiset tiedustelut todellista kokonaiskustannuksista saadaan tarjouskyselyssä. Aikaisemmista hankkeista saadun palautteen pohjalta, alihankintana ostettu suunnittelun viivästyminen tai ali/ylimitoittamiset ovat muodostuneet pullonkaulaksi, joka viivästyttää olennaisesti jatkovaiheita ja tämä näkyy kasvavana paineena projektin työmaavaiheen loppuunsaattamisessa. (Linnas 2020.)

3.2 Käytettävät työkalut

Yrityksellä on käytössä toteutuneen toimitusprojektin aikana Excel-pohjainen kustannuksien seurantaan tehty työkalu, johon on liitetty myös materiaali- ja yksikköhallintaan soveltuvia laskuvälilehtiä. Kustannusjaottelu jakautuu litteroihin, jotka ovat tarkkoja kustannuserittelyjä kaikille projektivaiheissa toteutuville kuluille. Projektin edetessä kuluseuranta pyrkii noudattaman toteutuneiden ja odotettavissa olevien kulujen kehittymistä. Katselmoinnit pitävät sisällään ajantasaisen tietojen vaihtamisen ja kommunikoinnin suunnittelun ja hankinnan välillä.

Materiaali- ja yksikkömäärät ovat suunnittelun, hankinnan, valmistuksen ja työmaavaiheen ajan osittain sellaisessa tilassa, missä tieto on tallennettu Excel-listoiksi tai dokumenteiksi ja tallennettu pro-

jektitietokantoihin. Näitä ovat Notes ja Alfresco, jotka toimivat projektitietokantoina ja näihin tallentuu kaikki toimitusprojektissa kertyvä data. Projektit raportoidaan Wisma L7 ERP-pohjaiseen ohjelmaan, joka seuraa europainotteisesti kustannuksia.

Yritys käyttää myös suunnittelutiedon hallintaan Autodesk-tuoteperheen Vault-tiedonvarastointia. PI-kaaviot rakentuvat Autodesk 3D-plant-suunnittelu ohjelmistolla, ja riippuen laitostyypistä sekä sopimuksesta alihankkijasuunnittelutalon kanssa, tuotettu suunnitteludata tallentuu Vaultiin. Suunnittelutieto pysyy alihankinnan hallussa suunnittelun ajan. Tästä on poikkeuksena esimerkiksi valikoiduissa projekteissa oma kattilasuunnittelu, jolloin tieto on jatkuvasti käytettävissä. Jos kyseessä ei ole ns. Vault-projekti, jossa kaikki suunnittelutieto kerääntyy varastoon, on tieto saatavilla aina katselmoinneissa ja pyydettyäessä, jos sopimustekniset pykälät täyttyvät.

4 KARTOITUS PROJEKTIVAIHEIDEN NYKYTILASTA VERKKOPOHJAISELLA KYSELYLLÄ JA HAASTATTELUILLA

Tässä työssä toteutettiin verkkopohjainen kysely oppilaitoksen käytössä olevalla Webropol-ohjelmalla. Kyselyn tarkoitus oli testata tiettyjä olettamuksia projektiprosessissa, sekä välittää materiaali- ja yksikköhallintatietoutta kyselyn vastaajille. Vastauksissa haluttiin esille, onko suunnittelutiedon hallinta yrityksessä halutulla tasolla ja miten he näkevät materiaalinhallinnan omassa työssään.

4.1 Kyselyaineiston tekeminen

Kyselyaineistoa tehtäessä pyrittiin kartoittamaan projektielinkaaren nykytila määrähallinnan kannalta ja myös välittämään materiaali-/yksikköhallinta tietoutta tiimeille. Aluksi pohdimme yrityksen ohjaajan kanssa sitä kysymystä, mitä haluamme tällä kyselyllä saada aikaan. Lähtötietona pidettiin sitä tosiasiaa, ettei materiaali- ja yksikkötietoon ollut riittävän paljon panostettu. Ensin kysymyksillä ajateltiin saada vastaajat havahtumaan määrä- ja yksikkötiedon tärkeydestä, koska oli tiedossa tiettyjä olettamuksia, mutta lopulta päädyttiin osallistuvaan sekä kehittävään lähestymistapaan. Elinkaaren eri vaiheisiin sijoitettavia kysymyksiä tehdessä ja niitä yhdessä ohjaajan kanssa läpi käydessä vahvistui ajatus siitä, että osallistava ja kehittävä tapa kysyä ja laatia kysymyksiä olisi parempi ratkaisu. Sillä arveltiin olevan mahdollista päästä samaan lopputulokseen.

Kysymykset ryhmiteltiin kaikille viidelle projektivaiheelle omiin osioihin, joissa projektivaihe kuvataan tasona. Tasojen väliin tuli välivaiheita, joiden väliin portti sijoitettiin, jotta saadaan kohdennettua kysymykset mahdollisimman tarkasti. Vaiheiden välissä olevat portit olivat yrityksen avainasiakaspäällikkö Ilkka Linnaksen näkemyksen mukaan tarpeellisia, jotta materiaali- ja yksikköhallinta toteutuisi hallitusti ja siihen pystyttäisiin puuttumaan mahdollisimman ennakoivasti. Opinnäytetyön tekijä aloitti luonnin ensin BrainStorming-periaatteella (Liite 1) ja sittemmin siihen sidottiin enemmän yrityksen avainhenkilöitä jatkokehitykseen ja kysymyksiä loppujalostukseen. Vaihe- ja portti/katselointipistetyyppinen projektinhoitomalli on yrityksen toimintatapa jo entuudestaan, joten sen ympärille rakennettu kysely materiaalinhallinnan näkökulmasta oli luonnollinen ratkaisu. BrainStorming-dokumentti jää ainoastaan yrityksen käyttöön.

Kysymyksiä laatiessa voitiin valita kyselyohjelmiston valikoimasta erityyppisiä kysymyksiä. Sellainen oli esimerkiksi matriisi, jolla kysyttiin mielipidettä 1–5. Tämä mahdollisti tilastollisen tiedon keräämisen, josta voitiin jalostaa diagrammi, opinnäytetyön kyselytuloksien havainnollistamisen tueksi. Toinen malli oli avoin kysymys, johon voitiin vastata kirjoittamalla vapaasti vastaus. Työkalulla laadittiin ennalta valikoitujen kysymyksiä perusteella erilaisia kysymysmalleja, avoin teksti sekä valintamatriisimalli asteikolla 1–5. Jatkojalostusvaiheen jälkeen kysymykset arvioi laatuinsinööri, ja näin saimme ulkopuolisen näkökulman kysymyksiä asettelemaan. Palauteen pohjalta päätimme kysymysmallit ja kysymykset, joilla kysely julkaistaan, sekä ketkä olisivat kyselyyn osallistujat.

Kyselyssä oli viisi eri tasoa, jossa kussakin oli 10–25 kysymystä. Osassa niistä oli mielipidepohjainen kysymys, mihin piti asettaa arvosana asteikolla 1–5. Muut kysymykset oli avoimia kysymyksiä, joissa pyydettiin kirjoittamaan ajatuksia, kommentteja tai esimerkkejä kuhunkin porttiin liittyen.

Kyselyn osallistujat valikoituivat pitkälti sillä perusteella, että heillä oli vuosien kokemus asiasta ja olivat seuranneet useita projekteja alusta loppuun saakka. Näin pystyttiin saamaan ns. hiljaista tietoa esille organisaatiossa. Kyselyn otanta pyrittiin laatimaan niin, että vastaajia oli kaikista ikäluokista sekä työtehtävistä.

Kyselyn alkujohdannossa pyrittiin avaamaan mahdollisimman tarkasti se, mikä on kyselyn tavoite, sekä mitä tarkoitusta se palvelisi parhaiten. Alkujohdanto muotoiltiin myös jokaiselle projektivaiheelle sopivaksi, jolloin pyrittiin saamaan esille sen vaiheen tärkeimmät kohdat.

4.2 Kyselyaineiston kerääminen

Verkkopohjainen kyselynluontityökalu Webropol antaa kattavat mahdollisuudet kerätä tietoa, ja jaa-
lostaa tiedosta raportteja sekä diagrammeja. Kerää vastauksia-välilehdellä oli mahdollista määrittää
osallistujat ja luoda sähköpostissa näkyvä viesti, jossa oli suora linkki kyselyyn. Tiedon keräämiseen
käytettiin yrityksen intranetiä, jolloin kyselyn lähettäjä oli yrityksen postijärjestelmässä oleva osoite.
Järjestelmänvalvoja asetti kyselypolun luotetuksi, jolloin se ei päätenyt suoraan roskapostiin. Suosi-
tuksena oli, että kyselyohjelma suorittaa toimenpiteen, jotta saataisiin parempi otanta, jos käytetään
yrityksen sisäistä sähköpostijärjestelmää.

4.3 Analysoiminen

Vastaukset analysoitiin kunkin kyselyn osalta käyttäen Webropol-raportointityökalua, josta voitiin
ottaa opinnäytetyöhön tilastoitavien kysymyksien osalta diagrammi suoraan käyttöön.

Avoimien kysymyksien osalta laadittiin opinnäytetyöhön yhteenveto tiivistettynä vastauksien havain-
noista, mielipiteistä ja tämänhetkisestä nykytilasta, kaikkien projektivaiheiden osalta.

4.4 Haastattelut

Opinnäytetyötä varten käytiin kuusi eri haastattelua kesän 2020 aikana, jotka toimivat myös ohjaa-
vana palaverina. Yritys käyttää kommunikoinnissa Microsoftin Teams-ohjelmaa ja siinä olevaa pala-
verin nauhoitusominaisuutta käyttäen saatiin kerättyä opinnäytetyössä käytettävä pohjatieto.

4.5 Johtopäätökset

Kyselyn luominen oli opinnäytetyössä eniten aikaa vievä osio, josta tekijä sai paljon arvokasta tietoa,
kuinka eri projektin vaiheet toimivat ja kuinka isoa kokonaisuutta työssä ollaan käsittelemässä. Omat
haasteensa kyselyä tehdessä toivat kesäajankohta, jolloin lomat olivat käynnissä, sekä projektin pa-
rissa työskentelevien vastaanottajien työkuorma, jolloin riittävä otanta vastaajia oli haasteellista
saada. Kyselyyn tuotettiin yhteensä 53 eri kysymystä ja Kysely lähetettiin 34 henkilölle. Kyselyyn
vastasi 13 henkilöä.

Kyselyn vastaukset tullaan viemään jatkokäsittelyyn ja niistä saatava tieto on käytettävissä prosessia
parantavaa kehitystyötä varten. Kyselyn ajankohta sattui oikeaan kohtaan, koska materiaali- ja yk-
sikköpohjaisen tiedon tarkentaminen oli ajankohtaista.

Vastauksista voitiin yleisellä tasolla saada hyvä näkemys siitä, ettei omalla projektin elinkaaren alu-
eella työskentelevä ammattilainen saanut läpinäkyvästi kaikkia tarvittavia määrä- ja yksikkötietoja,
jotka edesauttaisivat oman työn sujuvuutta ja tehokkuutta.

5 MATERIAALIMÄÄRÄ- JA YKSIKKÖHALLINTAKYSELYN TULOKSET

Materiaalimäärän hallintaa käsiteltiin työssä projektivaiheille suunnatulla kyselyllä, sekä yrityksen avainhenkilöiden haastatteluilla.

5.1 Projektivaiheiden tarkastelu materiaalihallinnan näkökulmasta

Tässä opinnäytetyössä käytetyn verkkokyselyn vastauksista selvitettiin eri projektivaiheiden nykytilaa ja ongelmakohtia, jos prosessia ei tutkita ja seurata materiaali- ja yksikköhallinnan kautta.

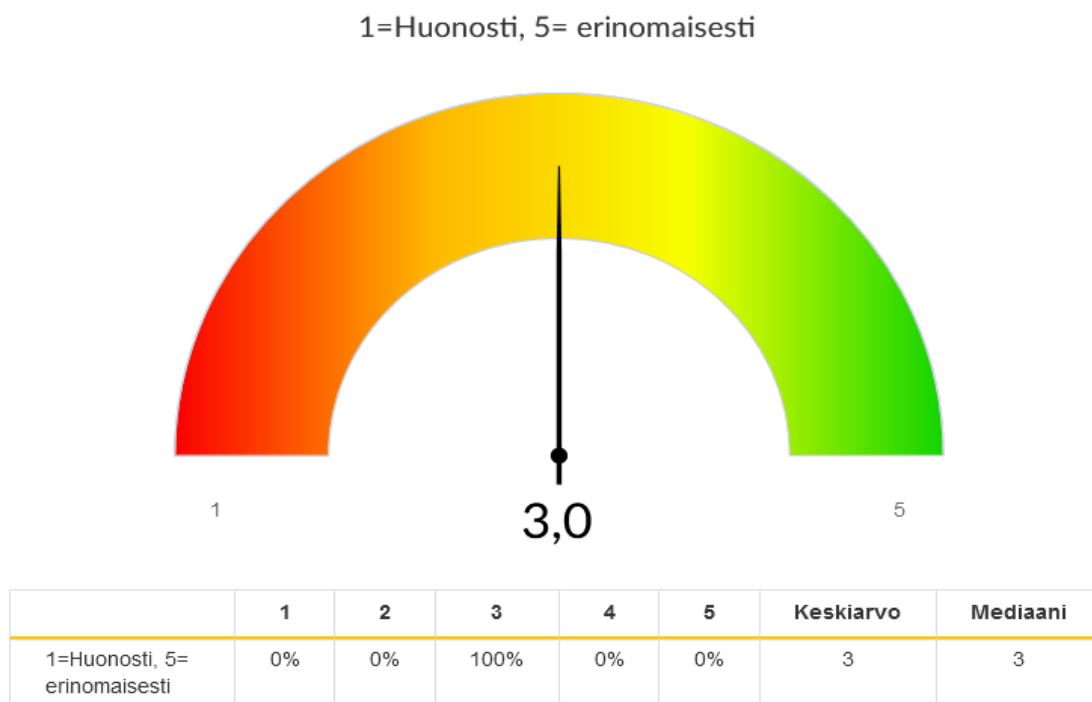
5.1.1 Myyntivaihe

Myynti sisältää kolme eri vaihetta, joilla se saadaan toteutettua: Budjettitarjous-vaihe, sitova tarjousvaihe, sopimus/kick off -vaihe. Näiden kolmen vaiheen tarkasteluun materiaalin ja yksiköiden kannalta myynnille toteutettiin räätälöity kysely, jolla selvitettiin nykytilaa.

Kyselyssä haluttiin liittää jälkilaskenta/After sale osaksi myynnin kysymyksiä, koska sieltä saatava tieto jalostettuna yhdessä projektityötä tekevien henkilöiden kanssa muodostaa laadukkaampaa tietoa myynnin käytettäväksi.

Myynnille suunnatussa kyselyssä haluttiin selvittää, kuinka hyvin tieto materiaalien yksikkömääristä (esim. kg) liikkuu projektivaiheiden välillä. Tulokseksi saatiin keskiarvo 2.5 (KAAVIO 3).

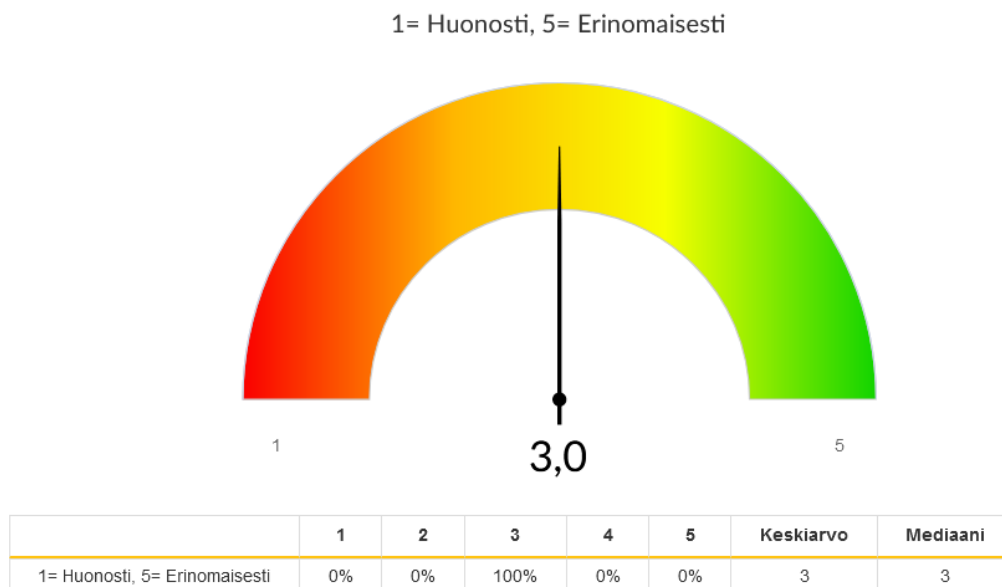
Vastaajien määrä: 1



KUVIO 3. Kysymys (myyntivaihe): Kuinka hyvin tieto materiaalien yksikkömääristä (esim. kg) liikkuu projektivaiheiden välillä?

Toinen mielipidetä mittaava kysymys koski sitä onko materiaaleista ja yksiköistä oikeat listat oikeaan aikaan saatavilla, kuinka hyvin tämä toteutuu? Vastauksista saatiin keskiarvo 3.0. (kuva 2).

Vastaajien määrä: 1



KUVIO 4. Kysymys (myyntivaihe): Onko materiaaleista ja yksiköistä oikeat listat oikeaan aikaan saatavilla, kuinka hyvin tämä toteutuu?

Myynnille suunnatussa kyselyssä ilmeni, että jälkilaskenta on lähinnä tietojen tallentamista tiedonhallinta-alustaan ja esimerkiksi materiaalilistat eivät ole yksiselitteisesti saatavilla. Kysyttäessä mielpiteitä siitä, kuinka tieto määrästä liikkuu projektivaiheiden välillä, vastattiin tietojen olevan tarjouslaskenta Excel-taulukossa. Budjettitarjousvaiheessa, kun verrataan laskelmia toteutuneisiin vastaaviin laitoksiin, myynti käyttää apunaan Wisma L7 sovellusta, joka on europohjainen ERP-ohjelmisto. Tässä nähtiin myös se, että budjettitason hinnoitteluun otetaan usein Wisma L7 sovelluksesta saatuja lukuja. Sama toistuu verrattaessa sitovien tarjouksien toteumaa.

Laskennan avuksi saatavilla olevaa varmistettua tietoa materiaalien yksikkömääristä ei vastaajien mukaan ole välttämättä saatavilla, mutta yleisellä tasolla sitä löytyy keskimääräistä paremmin.

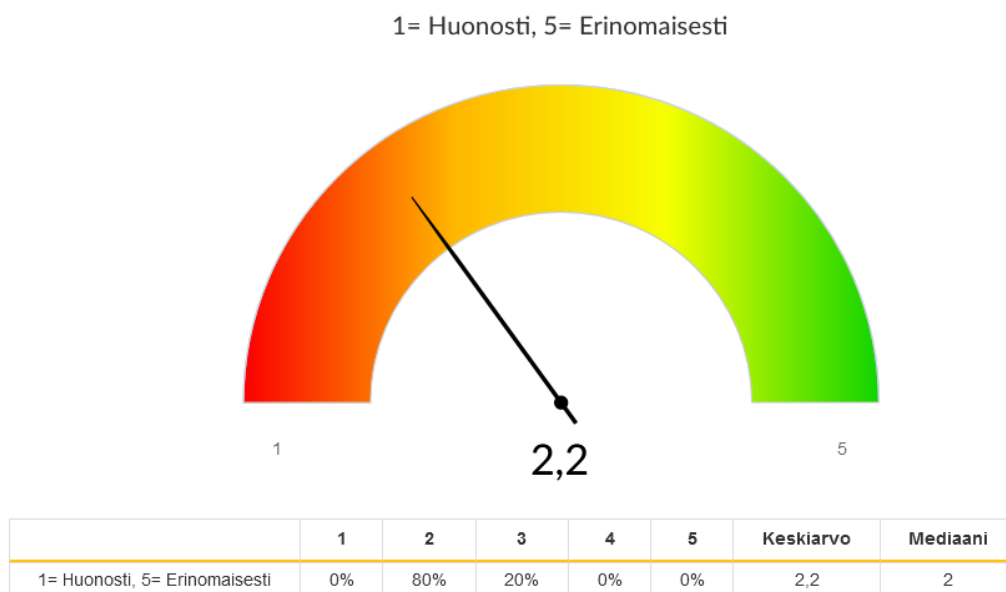
Sitova tarjousvaiheessa kysyttiin, onko sitouduttu johonkin tiettyyn osakokonaisuuden toimittajaan ja vastaajien mielestä näin ei tehdä, koska voidaan vielä kilpailuttaa. Siinä nähtiin kuitenkin vaarana, että saatavuus voi tulla ongelmaksi, jos järjestetään kilpailutus.

5.1.2 Suunnittelu vaihe

Suunnittelu sisältää kolme eri vaihetta, joilla suunnittelu saadaan toteutettua: Esisuunnitteluvaihe, suunnittelu vaihe, detail suunnitteluvaihe. Näiden kolmen vaiheen tarkasteluun materiaalin ja yksiköiden kannalta suunnittelulle toteutettiin räätälöity kysely, jolla selvitettiin nykytilaa.

Suunnittelulle suunnatussa kyselyssä haluttiin selvittää, kuinka hyvin tieto materiaalien yksikkömääristä (esim. kg) liikkuu projektivaiheiden välillä. Tulokseksi saatiin keskiarvo 2.2 (kuva 3).

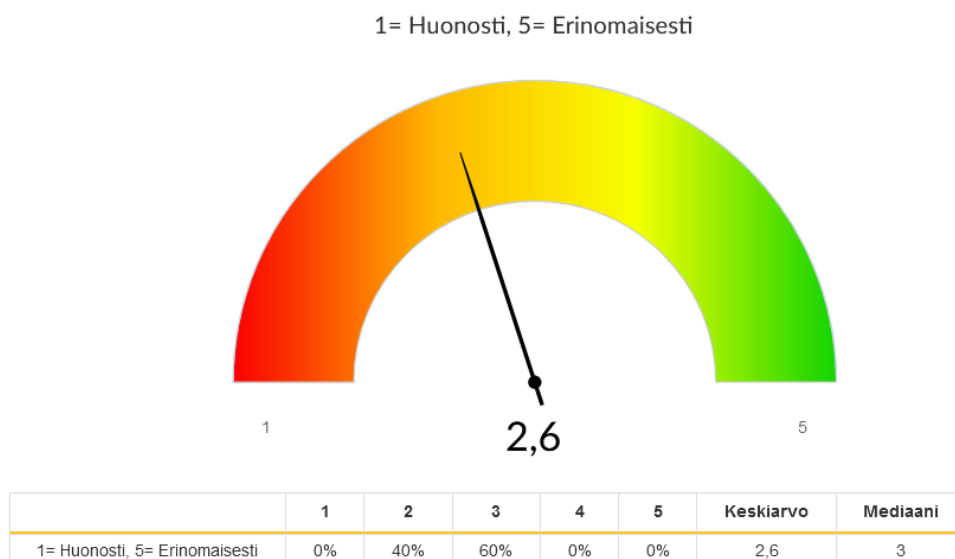
Vastaajien määrä: 5



KUVIO 5. Kysymys (suunnitteluvaihe): Kuinka hyvin tieto materiaalien yksikkömääristä (esim. kg) liikkuu projektivaiheiden välillä?

Toinen mielipidettä mittaava kysymys koski sitä onko materiaaleista ja yksiköistä oikeat listat oikeaan aikaan saatavilla, kuinka hyvin tämä toteutuu? Vastauksista saatiin keskiarvo 2.6. (kuva 4)

Vastaajien määrä: 5



KUVIO 6. Kysymys (suunnitteluvaihe): Onko materiaaleista ja yksiköistä oikeat listat oikeaan aikaan saatavilla, kuinka hyvin tämä toteutuu?

Arvioita prosessin toimivuudesta mittavien kysymyksien yhteenvedona voitiin päätellä, ettei yksikköihin perustuva toimintamalli ole riittävällä tasolla. Vastanneiden mielestä suunnitteluun ei ole varattu riittävästi aikaa ja muutokset suunnittelussa vievät aikaa, kun kaikki pitää mitoittaa uudelleen. Myyntiprojekteissa ristiin katsominen on osin puutteellista ja päälaitetason konsepti on enemmän arvaus kuin fakta, josta syntyy jatkosteppeihin suuriakin heittoja suunnittelussa. Uusien konseptien osalta

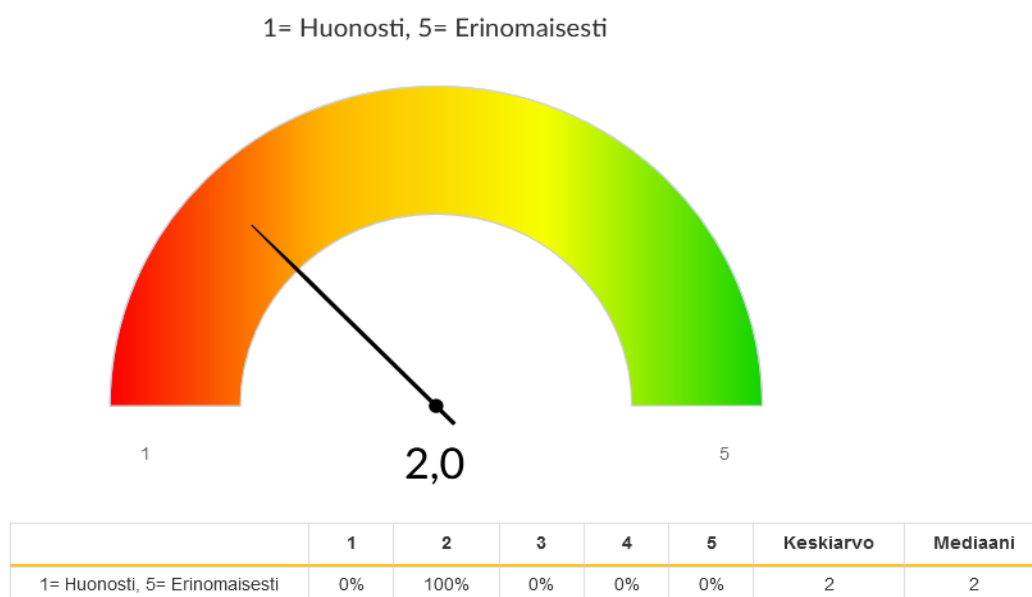
toivottiin, että teknologiatuotevastaavat olisivat prosessissa enemmän mukana ja tämä auttaisi tarkentamaan tuotosta. Myös päätöksen tekoon tarvittavien tietojen puuteellisuus tai epätarkkuus nousi esille kyselyssä ainakin prosessilaitteiden, perustussuunnittelun kuormatietojen sekä €/kg tai €/kpl tietojen osalta. Kyselyssä esiin nousi myös selkeä epäkohta eli suunnittelun piti suunnitella sellaisia kokonaisuuksia, joita ei ollut edes budjetoitu. Riippumatta siitä kuinka suuri suunniteltava kokonaisuus on, kuluu siihen resursseja sekä aikaa enemmän kuin on budjetoitu ja sitä kautta syntyy lisäkustannuksia. Asiakaspalvelutiimin myydessä kohdetta, jokaisella osa-alueella on omat vastaavat, jotka huolehtivat massat tai yksiköt kuntoon polun jokaisessa vaiheessa, kuitenkin sen pitäisi olla läpinäkyvää ja systemaattista, jotta se voisi kehittyä korkeammalle tasolle. (Materiaalinhallinta projektioorganisaatiossa kysely. Suunnitteluvaihe KPAU 14.9.2020.)

5.1.3 Hankintavaihe

Hankintavaihe saatetaan loppuun kolmessa välivaiheessa: Budjettikysely-vaihe, sitovat tarjoukset/sopimusvaihe ja lisätyöt/muutokset. Näiden kolmen vaiheen tarkasteluun materiaalin ja yksiköiden kannalta hankinnalle toteutettiin räätälöity kysely, jossa selvitettiin nykytilaa.

Hankinnalle suunnatussa kyselyssä haluttiin selvittää, kuinka hyvin tieto materiaalien yksikkömääristä (esim. kg) liikkuu projektivaiheiden välillä. Tulokseksi saatiin keskiarvo 2.0 (kuva 5).

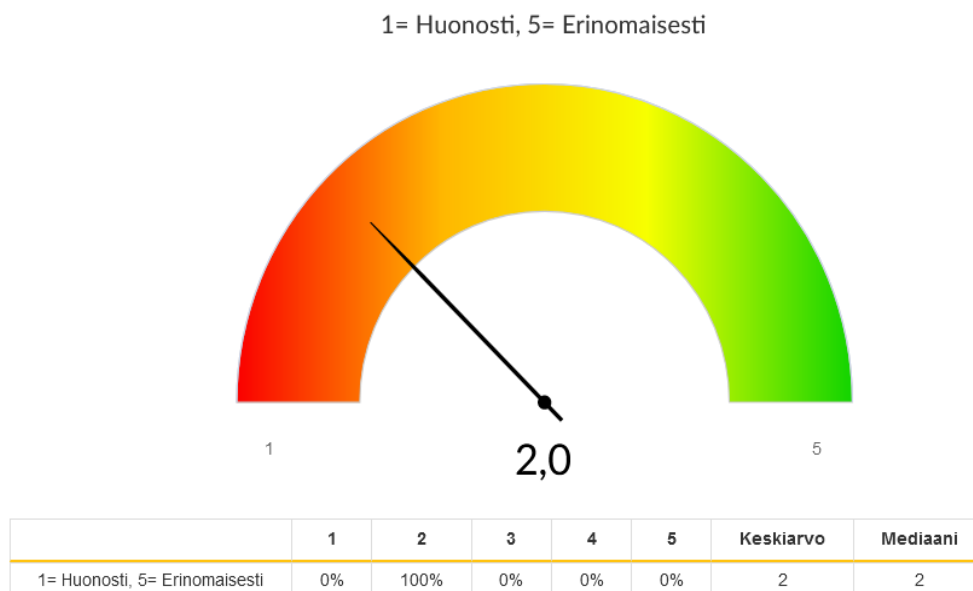
Vastaajien määrä: 1



KUVIO 7. Kysymys (hankintavaihe): Kuinka hyvin tieto materiaalien yksikkömääristä (esim. kg) liikkuu projektivaiheiden välillä?

Toinen mielipidettä mittaava kysymys koski sitä onko materiaaleista ja yksiköistä oikeat listat oikeaan aikaan saatavilla, kuinka hyvin tämä toteutuu? Vastauksista saatiin keskiarvo 2.0. (kuva 6)

Vastaajien määrä: 1



KUVIO 8. Kysymys (hankintavaihe): Onko materiaaleista ja yksiköistä oikeat listat oikeaan aikaan saatavilla, kuinka hyvin tämä toteutuu?

Kyselyn perusteella hankinta kiinnitti huomiota siihen, että kokonaisuuksien kilot ja tunnit olivat ne osa-alueet, joissa on materiaali- ja yksikkömäärien osalta puutteellisuutta ja epätarkkuutta. Näitä pidetään usein myös kaikkein kalliimpina yksiköinä.

Hankinta nostaa esiin kyselyssä myös sen, että usein jää joitain osa-alueita huomioimatta ja joudutaan tekemään hankintoja vajain tiedoin. Tällöin määritellään yksikköhinta mahdollisille lisätöille. Yksiköiden kannalta ydintiedon löytyminen tarjousaineistosta budjettikyselyyn tällä hetkellä on hyvin karkeaa arviota, jolloin tieto ei välttämättä ole tarkkaa.

Sitovat tarjoukset/sopimukset-vaiheessa riittävän tarkka aineisto, esimerkiksi massalista, nähdään hyvänä vaihtoehtona. Samaisessa vaiheessa pyritään sopimuksella varmistamaan materiaalilistojen toimitusajat, sekä kirjaamaan aikatauluun, milloin ne pitää olla toimitettuna. Myös avaimet käteen-toimituksia pidetään hyvänä vaihtoehtona, mutta niissä ei ole eriteltynä tarkasti yksikköjä, jolloin toimituslaajuus on käytävä tilaajan ja toimittajan kanssa huolellisesti läpi sopimusvaiheessa.

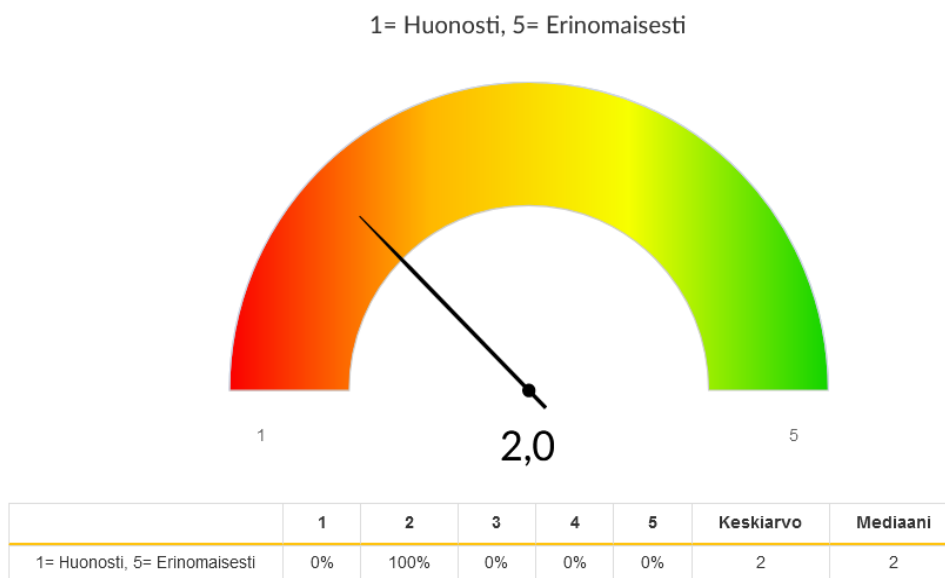
Kysymyksillä pyrittiin saamaan vastauksia siihen kuinka hankitut tuotteet siirtyvät esivalmistukseen omalle konepajalle tai työmaalle materiaalihallinnan näkökulmasta. Vastauksissa nousi esiin se, että asennussuunnitelma pitää olla hyvin laadittu ja selkeä. Vastauksissa muistutettiin myös toimittajan vastuuta noudattaa annettua aikataulua, ja jos aikataulu muuttuu, on sitä noudatettava. (Materiaalihallinta projektiorganisaatiossa kysely. Hankintavaihe KPAU 14.9.2020.)

5.1.4 Valmistusvaihe

Valmistusvaihe saatetaan loppuun kolmessa välivaiheessa: Materiaalin hankintavaihe, valmistuksen hankinta kyselyvaihe ja valmistuksen aloitusvaihe. Näiden kolmen vaiheen tarkasteluun materiaalin ja yksiköiden kannalta valmistukselle toteutettiin räätälöity kysely, jossa selvitettiin nykytilaa.

Kyselyssä haluttiin selvittää, kuinka hyvin tieto materiaalien yksikkömääristä (esim. kg) liikkuu projektivaiheiden välillä. Tulokseksi saatiin keskiarvo 2.0 (kuva 7).

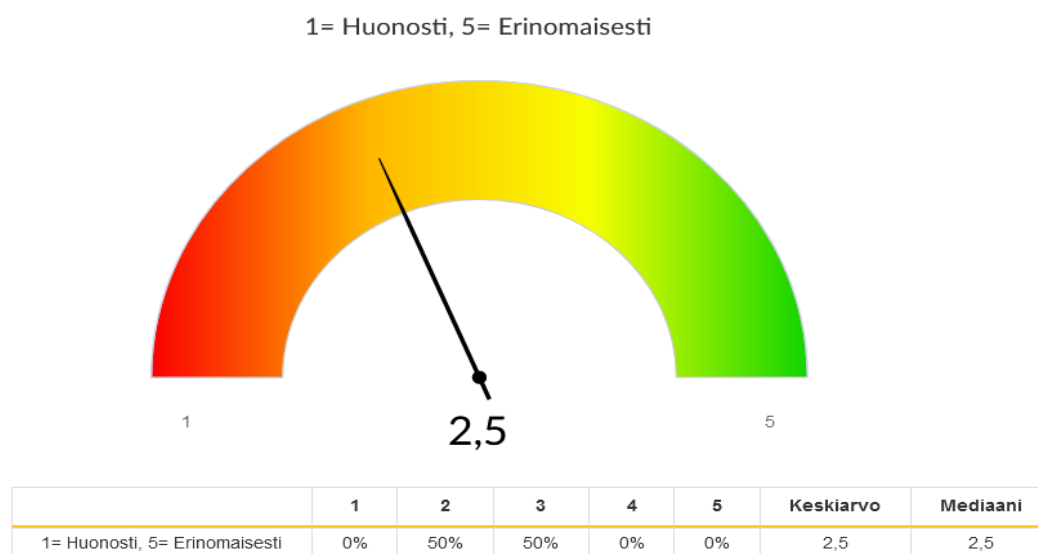
Vastaajien määrä: 2



KUVIO 9. kysymys (valmistusvaihe): Kuinka hyvin tieto materiaalien yksikkömääristä (esim. kg) liikkuu projektivaiheiden välillä?

Toinen mielipidettä mittaava kysymys koski sitä onko materiaaleista ja yksiköistä oikeat listat oikeaan aikaan saatavilla, kuinka hyvin tämä toteutuu? Vastauksista saatiin keskiarvo 2.5. (kuva 8)

Vastaajien määrä: 2



KUVIO 10. kysymys (valmistusvaihe): Onko materiaaleista ja yksiköistä oikeat listat oikeaan aikaan saatavilla, kuinka hyvin tämä toteutuu?

Kyselyssä valmistuksessa toimivat henkilöt nostivat esille sen, että hankinta ja tuotanto joutuvat odottamaan usein suunnittelusta saatavaa aineistoa, joka aiheuttaa kiirettä myöhemmillä prosesseilla koko loppu projektin ajan. Esimerkkinä esiin nousivat useat projektit viimeisen kahden vuoden ajalta. Syinä materiaali- tai yksikkötiedon puutteellisuuteen ja epätarkkuuteen, joka hidastaa päätöksentekoa, pidettiin sitä, että aikataulullisesti mekaaniselle suunnittelulle ja hankinnalle ei ole varattu riittävästi aikaa ja resursseja. Hankinta aloitetaan puutteellisilla suunnitteluaineistoilla, jolloin hankintaa joudutaan tekemään yhden valmistettavan tuotteen/kokonaisuuden osalta useaan kertaan, koska täytyy ottaa täydennyseriä ja revisioista johtuvaa uudelleen hankintaa.

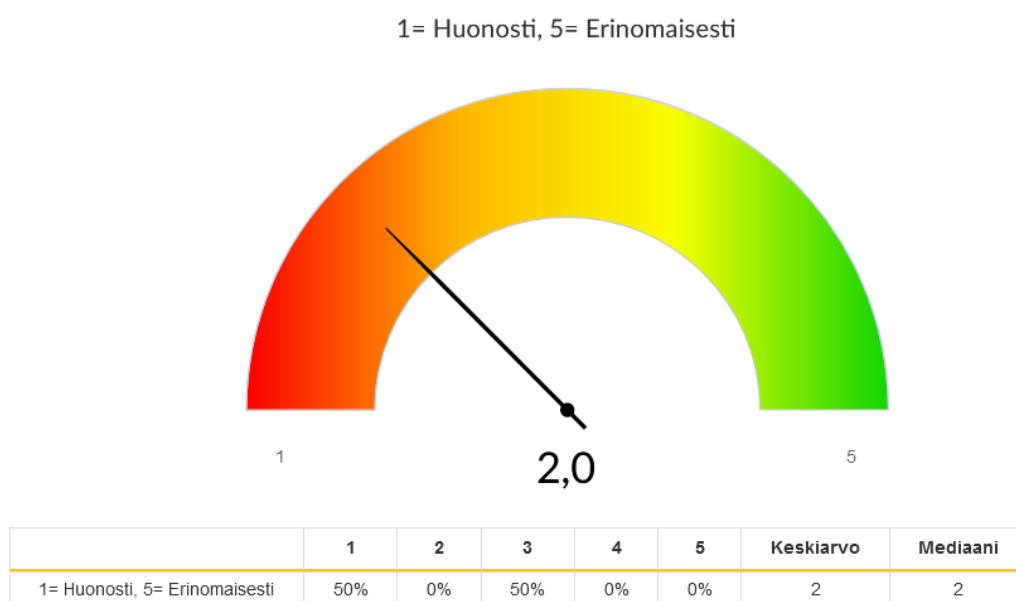
Tästä nähtiin aiheutuvan ns. "lumipalloefekti" siten, että eri prosessit käyttävät aikaa edellisen prosessin puutteiden selvittämiseen ja korjaamiseen, jolloin oman prosessin laadun seuraamiseen ja kehittämiseen ei riitä aikaa. Prosessi kääntyy pääläelleen viimeistään, kun työmaa alkaa korjaamaan tuotannon puutteita, tuotanto selvittää hankinnan/suunnittelun puutteita ja korjaa niitä, ja suunnittelu, omien uusien hankkeiden ohella, selvittää näitä ongelmakohtia. (Materiaalihallinta projektiorganisaatiossa kysely. Valmistusvaihe KPAU 14.9.2020.)

5.1.5 Työmaavaihe

Työmaavaihe saatetaan loppuun kolmessa välivaiheessa: Työmaan suunnitteluvaihe, urakkakyselyvaihe ja asennusvaihe. Näiden kolmen vaiheen tarkasteluun materiaalin ja yksiköiden kannalta työmaavaiheelle toteutettiin räätälöity kysely, jossa selvitettiin nykytilaa.

Kyselyssä haluttiin selvittää, kuinka hyvin tieto materiaalien yksikkömääristä (esim. kg) liikkuu projektivaiheiden välillä. Tulokseksi saatiin keskiarvo 2.0 (kuva 9).

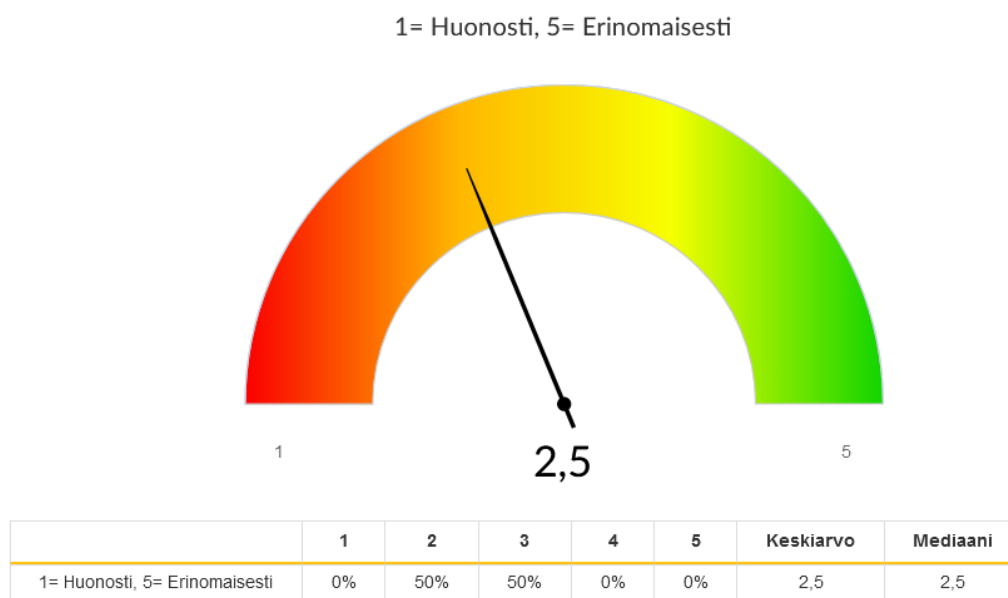
Vastaajien määrä: 2



KUVIO 11. kysymys (työmaavaihe): Kuinka hyvin tieto materiaalien yksikkömääristä (esim. kg) liikkuu projektivaiheiden välillä?

Toinen mielipidettä mittaava kysymys koski sitä onko materiaaleista ja yksiköistä oikeat listat oikeaan aikaan saatavilla, kuinka hyvin tämä toteutuu? Vastauksista saatiin keskiarvo 2.5. (kuva 10)

Vastaajien määrä: 2



KUVIO 12. Kysymys (työmaavaihe): Onko materiaaleista ja yksiköistä oikeat listat oikeaan aikaan saatavilla, kuinka hyvin tämä toteutuu?

Kyselyssä esiin nousivat työmaatoimintoja ylläpitävien henkilöiden osalta se, että kanavien- ja putkien massalistojen tulisi olla kunnossa, jos tehdään kyselyjä asennuksesta alihankkijoilta. Se että materiaalien yksikkömääristä ei ole johdonmukaista systeemiä tai ainakaan niin läpinäkyvää, että se olisi jokaisen osa-alueen nähtävissä, oli vastauksissa esiin tullut epäkohta.

Aikataulullisesti olennaista työmaan kannalta olisi, että suunnittelua tulisi pilkkoa pienempiin osakokonaisuuksiin, eikä odottaa, että kaikki on suunniteltu kannakkeita myöten ja sitten vasta julkaistaan. Tämä vaikuttaa työmaasuunnittelun aikatauluun negatiivisesti. (Materiaalihallinta projektiorganisaatiossa kysely. Työmaavaihe KPAU 14.9.2020.)

5.2 Materiaalimääränhallinta suunnittelu- ja voimalaitosprojekteissa

Toteutuneen myyntiprojektin siirtyminen suunnitteluprojektiksi antaa lähtötiedot yksiköistä ja materiaalmäärästä hyvinkin karkealla tasolla. Esisuunnittelu ja suunnittelu tarkentaa tietoa ja Detail-suunnittelu antaa lopulliset tiedot materiaali- ja yksikkömäärästä. Valmistus käyttää näitä tietoja osakokonaisuuksien materiaalihankintoihin. Komponentit toimitetaan työmaalle ja asennus voidaan aloittaa. Alihankintana ostettu suunnittelu toimituslaajuuden mukaan sisältää rakennukset, kattilan, mekaanisen sekä prosessisuunnittelun. Nämä tuottavat kokonaisuuksia yhdistävät prosessiputkistot, kanavistot, EIC- kaapeloinnit, rakennus tai kattilasuunnittelun. Asennustiimi tekee kuvien, listojen ja PI-kaavioiden tai isometrikuvien avulla kokoonpanon, ja jos on puutteita tai ylimääristä edellä mainituissa listoissa, käytetään +/- listoja. (Linnas 2020)

Yleensä työmaavaihe on hyvin hektinen ja siihen käytetty aika on rajallinen. Tässä vaiheessa huomioitua suunnitteluvirheitä tai puutteellista suunnittelua aiheuttaa pahimmassa tapauksessa toimituksen viivästymisen tai ennakoimattomia kuluja materiaali- ja yksikkömäärissä. (Kejonen 2020.)

Materiaalinhallinta näyttelee usein kuitenkin suurempaa roolia valmistavan konepajan tukitoimena, eikä sitä ole suoraan liitetty osaksi voimalaitoksen suunnittelu- ja projektiympäristöä. Alalla on käytössä voimalaitossuunnittelu yrityksille erilaisia sovelluksia, joiden avulla helpottavan materiaalin hallintaa. Tosin, jos käytössä ei ole projektinhallinta prosessiin kytkettyä yksiköinhallintatoimintamallia, jossa on ennakoivasti tarkkaan määritelty tarkastuspisteet sisältöineen, jää sovelluksen hyödynsen käyttö-, koulutus-, ylläpito- ja lisenssi kustannusten takia vähäiseksi. (Kovanen 2020)

Tilanne on kuitenkin lähestulkoon sama kaikille alalla toimiville yrityksille ja usein hankintaosaston ammattitaito pystyy korjaamaan budjetoidun ja tarjousten perusteella saadun hinnan erotusta, vaikka suunniteltu kokonaisuus olisi suurempi, kuin se mistä budjettihinta on otettu. Tilanne muuttuu olennaisesti epävarmemmaksi suunniteltaessa raskaampia rakenteita, jolloin päädytään tilanteeseen, että rakenteen tai laitteiston suunnittelu on onnistuttu viemään asiakkaan lähtötiedoilla onnistuneesti maaliin, mutta esimerkiksi paino tai kappalemäärät saattavat olla toiseen samanlaiseen laitoksen verrattuna suuremmat. (Linnas 2020.) Tilanne luo suuriakin eroavaisuuksia aikaisempien projektien hinnoitteluun verrattuna, jos materiaalin maailmanmarkkinahinnassa ja saatavuudessa on ilmennyt globaaleja ongelmia. Näitä voidaan pitää ulkoisina vaikuttavuustekijöinä, jotka tulee tiedottaa.

6 MÄÄRÄÄN PERUSTUVAN TOIMINTAMALLIN LUONTI

6.1 Määrää mittavat elementit

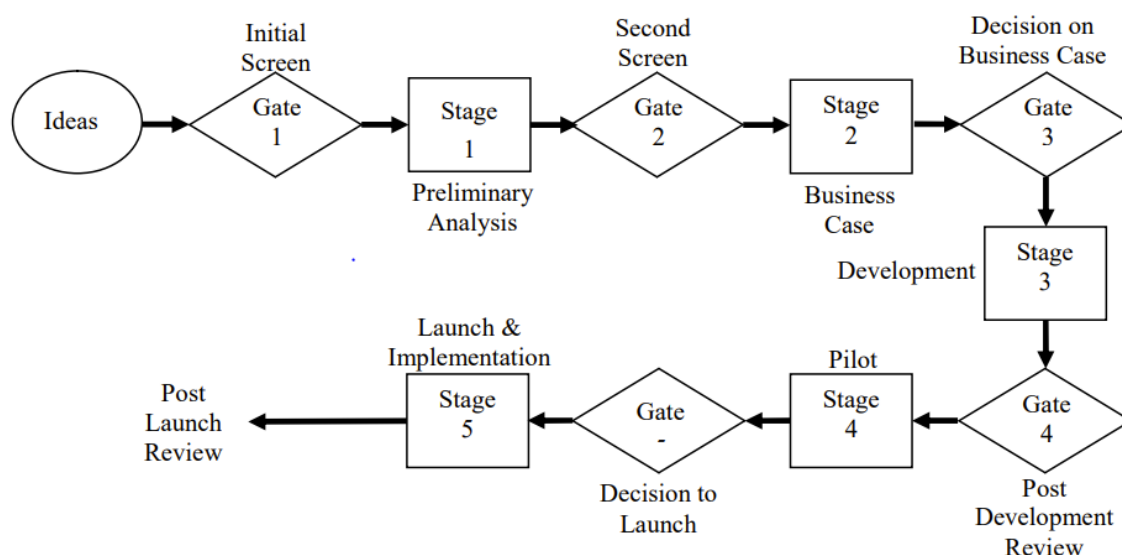
KPA Uniconin toiminta energia-alalla perustuu hankkeisiin, jotka on usein räätälöity asiakkaan tarpeita vastaaviksi, ja tämä asettaa lähes aina hankkeelle samanlaisia T&D ja NPD-piirteitä. Nämä asettavat vaatimuksia projektinhallinnassa dynaamiseen ja ennakoivaan toimintaan. Projektinhallintaan on käytössä tarvittavat työkalut, mutta jotta saadaan lisättyä määränhallinta kontrolloidusti osaksi prosessia, on siihen olemassa menetelmiä. Voidaan käyttää määrää tarkastavaa työkalua tai siihen on valjastettu resurssi, jossa yhdistyisivät ennakoiva tutkimus paikallisesta kustannustasosta, materiaalien nykyhinnoista, sekä vastaavien hankkeiden kustannustietojen kerääminen. (Ferr, Brandon and Ferr 1999). Kansainvälisissä rakennusprojekteissa käytettävät määrän tarkastajat pyrkivät tuottamaan paikallistuntemusta maaperätutkimuksilla, työvoiman kartoituksilla, materiaalin hintatasa-analyysillä sekä monilla muilla toimenpiteillä, joiden tarkoituksena on yksinomaan tuottaa päätöksentekoon tarvittavaa kustannustietoa, joka luo säästöjä. (Ferr, Brandon and Ferr 1999.)

Toimituslaajuuteen kuuluu lähes aina rakennukset, joista muodostuu koko projektin kannalta yksiköillä katsottuna isoja massoja. Tietämys alueen hintatasosta tai maantieteellisesti lähellä olevien toimijoiden laadusta ja edullisuudesta antaa etulyöntiaseman jo tehtäessä budjettitason voimalaitosmyyntitarjouksia tai haettaessa säästöjä hankittaessa tavaraa itse projektiin. Tällaisten resurssien tai työkalujen käyttö määrään perustuvassa hallinnassa antaisi paljon tarkempaa tietoa tulevaisuudessa.

Vartenotettavana menetelmänä KPA Unicon oy:lle voidaan pitää esimerkiksi rakennuksen kustannustasoa määrittelevä laskentatyökalua, jossa dataa on kerätty tiettyjen attribuuttien osalta. Nämä yhdistettään laskentamalliin, josta saatava tieto antaa lopputuotoksen, jolla voidaan tarkemmin arvioida rakennuksien kustannuksia. Tämänkin työkalun kehitys pitäisi saada kiertämään silmukkana, koska tiedot projekteista erilaisissa ympäristöissä kuten esimerkiksi erilaisilla vaikuttavuusalueilla, antaisivat mahdollisuuden luoda työkaluun kertoimia teräsrakenteiden massoille. (Linnas 2020.)

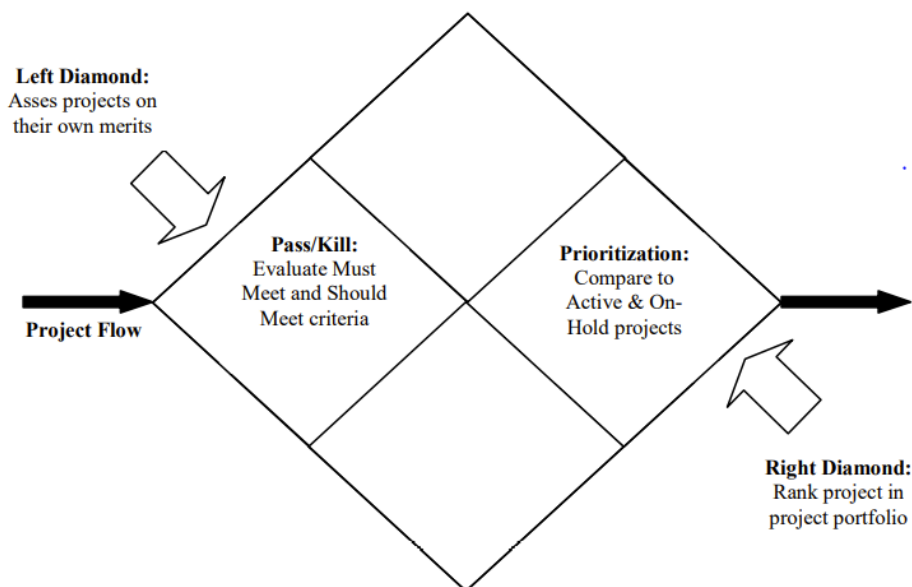
6.2 Määrää kontrolloivat portit

KPAU käyttää projektiprosessissa vaiheistettua mallia, joka pitää sisällään eri vaiheiden sisällä olevia katselmointipisteitä, joita voidaan pitää portteina, joissa arvioidaan hankkeen etenemistä. Projektin elinkaaren kattava materiaalihallinnan vaihe/porttiajattelu sopisi osaksi nykyistä projektihallintaprosessia. Näin materiaalin ja yksiköiden hallintaa pystyttäisiin kontrolloimaan mahdollisimman etupainotteisesti jo projektielinkaaren aikaisessa vaiheessa ja aikaisemmin määritetyt portit voitaisiin kuormittaa sellaisella sisällöllä, joka ohjaisi projektia koko sen elinkaaren ajan. Vaiheporttiprosessia pidetään tyyppillisenä esimerkkinä projektihallinnan lähestymistavasta, jossa on tasoja/vaiheita ja portteja, jotka sisältävät hankkeen esivaiheita, varsinaisia työvaiheita ja lopetusvaiheen. (Cooper 2001.) Kuviossa 13 on esitetty (Cooper 2001) portti/vaihe prosessi tuotekehityksen näkökulmasta.



KUVIO 13. Adapted from Cooper (2001)

Alla olevassa kuvassa on esitetty portin toimintaa tuotekehityksen näkökulmasta.

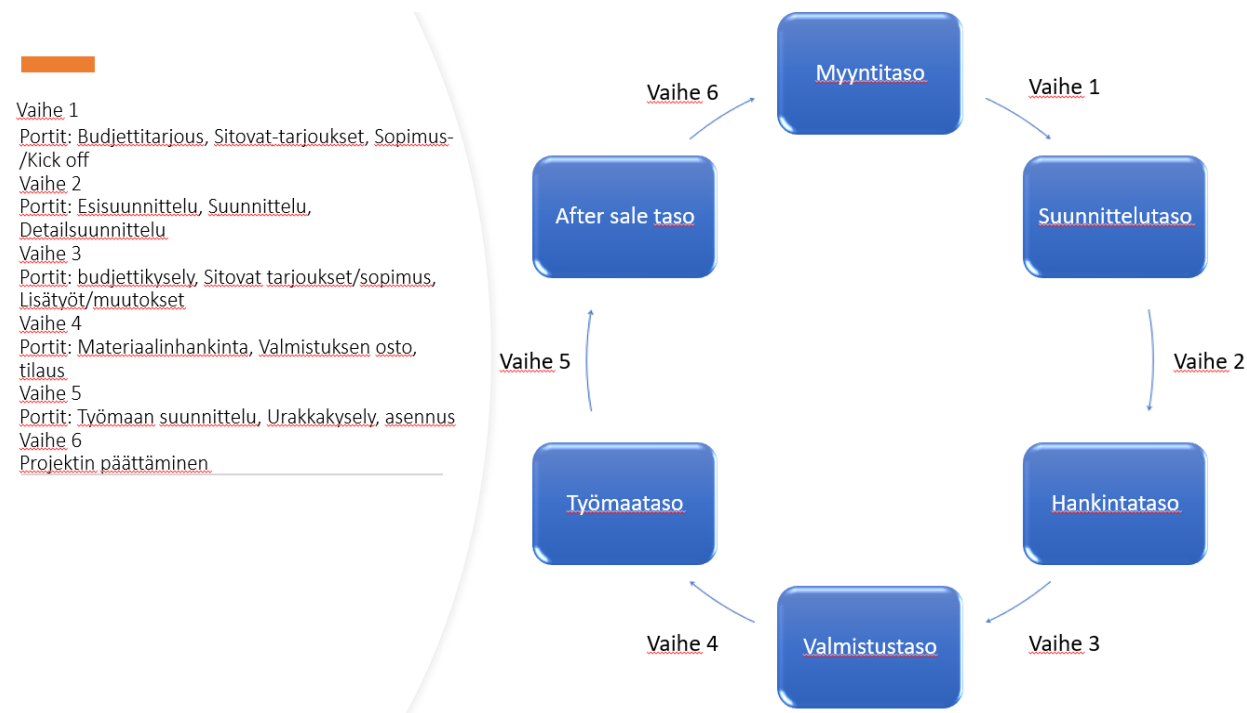


KUVIO 14. Adapted from Cooper (2001)

Materiaalihallinnan kannalta voimailaitosympäristössä projektia ei voida lopettaa, mutta kyseistä portti prosessia voidaan kuormittaa eri vaatimuksilla.

National Renewable Energy Laboratory (NREL 2001) toteaa, että vaihe/porttihakintaprosessi on lähestymistapa tehdä kurinalaisia päätöksiä tutkimuksen ja kehityksen saralla, jotka johtavat kohden-
nettuun prosessi- tai tuotekehitystoimintaan. Tällaisen projektinhallinnan tavoitteena on vähentää
tuotekehityksen kustannuksia ja lyhentää markkinoille saattamisaikaa (NREL 2001). Kyseistä lähes-
tymistapaa käytetään laajalti tuotekehityksiprojekteissa, mutta tämän liittäminen voimalaitosprojek-
tiympäristöön antaisi sille tiukat raamit millaisia materiaali- ja yksikkömääriä kussakin vaiheessa on
oltava tiedossa. Tämä puolestaan antaa mahdollisuuden määrittää ne materiaali- ja yksikkömäärien
kannalta tärkeät tekijät portilla, jota ilman projekti ei kulkisi kontrolloidusti eteenpäin seuraavaan
vaiheeseen.

Kuviossa 15 on esitetty projektinelikaaren päätasot, joiden väliin on sijoitettu keskeisimmät portit
yksikkö- ja materiaalihallinnan kannalta.



KUVIO 15. Quantity-portit projektinelikaarenhallinnassa.

Projektielinkaaren alkuvaiheen porttien kuormittaminen edesauttaa sujuvampaa työmaavaiheen läpivientiä ja kokemusten perusteella saatu tieto edesauttaa kaikkia sidosryhmiä tuottamaan parempia tuotteita. KPA Unicon Oy:n kannalta projektin elinkaari pysyisi aikataulullisesti kontrollissa ja kustannuksien taso pysyisi myös hallinnassa.

Riippumatta siitä missä alustassa määränhallinta sijaitsee, tulisi tässä systeemissä olla suunnittelun ja hankintojen seuranta ruohonjuuritasolla, ettei mitään jäisi suunnittelematta, tai jos suunnittelu myöhästyy ja pienempiä kokonaisuuksia jää hankintapakettien ulkopuolelle, järjestelmä indikoisi nämä puutteet.

6.3 Suunnittelun tavoitehakuinen malli

KPA Unicon Oy:n projektinhallinta toimintatapa noudattaa samanlaisia malleja ja standardeja, joita alalla on yleisesti käytössä. Määrien hallinta toteutetaan paljolti Excel-pohjaisilla työkaluilla ja nämä listat tulostuvat suunnittelun valmistuttua. Suunniteltaessa esimerkiksi putkistoja, ja halutaan seurata sitä yksikköperustaisesti, yrityksellä ei tällä hetkellä ole tapaa arvioida sitä, kuinka esimerkiksi putkistoreititys on onnistunut yksiköiden kannalta. Yrityksellä on tehokas tapa ristiin katselmoida suunnittelun onnistumista, mutta seuraamalla määrää ja yksiköitä voidaan ohjata suunnittelua huomattavasti paremmalla tasolla.

Suunnittelun tiedetään olevan usein se osa-alue, johon kuluu enemmän aikaa mitä siihen on varattu. Syy siihen voi olla eri syistä johtuva osakokonaisuuden uudelleen suunnittelu tai tietyn kokonaisuuden oletettua pitempi suunnittelu-aika. Suunnittelun pitkittymiseen löytyy syy-yhteys myös siitä, että laitoksien suunnittelijoilla on vahva käsitys millainen lopputuotos tulisi olla, ja usein koko laitoksen suunnittelu alkaa täysin alusta.

Pyrittäessä luomaan edellytykset, joilla voidaan valvoa suunnittelua ennakoivasti, on katsottava yrityksen jo olemassa oleviin laitosteknisten toimituksiin. Vartenotettavin vaihtoehto olisi muodostaa referenssitaso, johon on määritetty esimerkiksi putkiston massa, kokonaisuuden suunnitteluun käytetty aika ja hintataso suunnittelukustannuksesta €/h. Tähän referenssisitasomäärittelyyn käytettäisiin yrityksen laajaa yli 400 laitoksen toimituskantaa.

Jotta tämä otanta olisi tarkka, tulisi referenssitasoa tarkastella PI-kaaviotasolla, jossa esimerkiksi kustannukset on pilkottu omakäyttöpiirissä putkistotonneihin, toimilaitte- ja venttiilimääriin, laitemääriin tai muihin keskeisiin komponentteihin. Vaihtoehtona on datan vieminen kaavion tietokantaan, jolloin se alkaisi skaalautumaan toimituslaajuuden mukaan. Kaavion tietokannassa olevat putkimetrit, liitettynä keskeisiin tunnusmerkkeihin kuten lämpötila, paine, putken halkaisija ja kattilan koko, antaisivat korjauskertomien kanssa mahdollisuuden huomattavasti tarkempaan määrien sekä yksiköiden skaalaamiseen. Erityisen tärkeää on pohtia sitä miten eri polttotekniikoiden ja laitosten eri käyttötarkoitusten mukaan arvioidaan, mitkä soveltuvat keskenään parhaiten referenssitason määrittelyyn.

Referenssitason lähtötieto pystyttäisiin osoittamaan jo alihankintana ostettavan suunnittelun tarjousvaiheessa. Suunnitteluyritykset pystyisivät näkemään paremmin, millaisesta toimituslaajuudesta on kyse. Kiinnostunut alihankkija nostaa projektin "must win" listalleen ja suunnittelusopimusta tehdessä on mahdollista sitoa alihankkija toteuttamaan projekti referenssitason mukaisesti. Tavoitteen kertominen, johon suunnittelijan pitäisi päästä tuotoksensa tekemisessä jo hyvin alkuvaiheessa, lähtee ohjaamaan kokonaisuutta haluttuun lopputulokseen. (Linnas 2020.)

Suunnittelun etenemistä monitoroimaan valmistettu työkalu auttaisi puuttumaan aikaisessa vaiheessa huomioituun poikkeamaan, ja näin ohjaamaan sekä uudelleen suunnittelemaan katselmointinissa huomioidun poikkeaman, ennen kuin takaraja suunnittelun valmistumiselle tulee vastaan. Esimerkiksi kattilasuunnittelussa, jossa mitoitusta seurataan suunnittelun edetessä vertaamalla massoja referenssitasoon, huomataan, ollaanko etenemässä tavoitteeseen. Referenssitaso kontrolloisi myös omalta-osaltaan kattilan ylisuunnittelun riskiä. Putkistosuunnittelussa tai kanavas suunnittelussa reitityksen onnistumista ja siihen käytettyä aikaa voitaisiin verrata referenssitasoon katselmointivaiheessa ja puuttumaan suunnitteluun projektin aikaisessa vaiheessa, jos nähdään epäkohtia tai puutteita toiminnassa.

7 TULOKSET

Tämän opinnäytetyön kyselyn sekä haastattelujen perusteella pystyttiin selvittämään, onko materiaali- ja yksikköhallintaan kiinnitetty riittävästi huomiota. Materiaali- ja yksikkötiedon liikkumisen projektivaiheiden välillä tiedustelevien kysymysten keskiarvo 2.14 maksimin ollessa 5.0. Tästä voitiin päätellä, ettei määrien hallinta toteudu halutulla tasolla.

Opinnäytetyötä tehdessä selvisi se, että monesti myydään kerran valmistettuja kokonaisuuksia ns. ”paketteja”, vaikka todellisuudessa ratkaisut pakettien sisällä ovat vanhentuneet tai eivät vastaa sen hetkistä vaatimustasoa. Tarkasteltaessa projekti elinkaarta, epäkohtana on nähty olevan yleisellä tasolla se, että kustannuksien osalta tieto kirjautuu moitteettomasti, mutta kustannuksien purkamisen niitä tuottaviin yksiköihin ei ole yrityksessä läpinäkyvästi kaikkien saatavilla, koko projektielinkaaren ajan.

Opinnäytetyössä toteutettiin kyselytutkimus sekä haastattelut, ja näiden perusteella pystyttiin osoittamaan, että on suunnittelualueita, esimerkiksi teräsrakenteet, putkistot, kanavistot sekä alihankintana tuotettu kattilasuunnittelu, joihin pitäisi keskittää enemmän huomiota määrien näkökulmasta. Edellä mainitut alueet, ovat tällä hetkellä kriittisiä, koska sieltä tulevat heilahdukset massoissa ja yksiköissä voivat aiheuttaa suuria eroja verrattuna budjetoituihin kuluihin.

Projektin elinkaareissa ajan käyttö on keskeisin elementti, jota on aina rajallinen määrä käytettävissä, ja tuloksista voitiin päätellä se, että suunnitteluun kuluu enemmän aikaa, kuin siihen on varattu. Elinkaareissa olevat suunnittelun jälkeiset vaiheet joutuvat viemään asioita eteenpäin puutteellisilla tiedoilla tai keskeneräisillä suunnitelmilla, jotta aikataulu ei kärsisi.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Asiakkaalle tuotettava palvelu laadullisesta näkökulmasta olisi elintärkeää, jotta yksiköistä koostuvat pienemmät osakokonaisuudet liitettynä suurempaan kokonaisuuteen seuraisivat "punaista lankaa" myyntivaiheesta aina projektin takaisinlaskentaan. Näillä toimenpiteillä määränhallinnasta saatava tietämys alkaisi kehittymään jokaisesta projektista laadullisesti korkeammalle tasolle. Materiaali- ja yksikköhallintaan ideoitu porttien käyttö projektinhallintaprosessissa auttaisi kontrolloimaan paremmin yksiköitä ja materiaaleja, kussakin projektivaiheessa. Yksinkertaisimmillaan se tarkoittaisi listaa mitä asioita tietyssä portissa pitää olla valmiina, jotta vaiheet voidaan viedä eteenpäin. Porttien sisällön ja keskinäisten elinkaaren vaiheiden riippuvuuksien tarkastelua on avattu (liitteessä 2) olevassa "Quantity management porttien sisältö projektin elinkaareissa" dokumentissa, joka jää ainoastaan yrityksen käyttöön.

Kehitystyö referenssitason määrittelyyn olisi ensiarvoisen tärkeää, jotta suunnittelulle voidaan asettaa tavoitteet ja näin suunnittelun pullonkaulaa voidaan helpottaa. Kyselyaineiston vastauksista voitiin osoittaa, että tason määrittystä pidettiin yleisesti hyvänä vaihtoehtona. Tosin esille nousi myös riskit referenssitiedon luotettavuudesta ja tarkkuudesta, jolloin tiedon pitäisi myös päivittyä vastaamaan nykypäivän vaatimuksia. Tarkkaan valitut projektit, joissa on nähty erityisen hyvin onnistunut suunnittelu, tulisi valikoitua referenssin luontia varten. Referenssitason määrittelyn aloittaminen sellaisesta litterasta, jossa on ollut kustannusrakenteeltaan suurimpia haasteita, on ensisijainen prioriteetti. Tutkimuksessa havaittiin näitä olevan yleisesti putkisto-, kanavisto-, teräsrakenteet- ja kattilasuunnittelussa.

Tällä opinnäytetyöllä oli tarkoitus saada projektityössä olevat henkilöt tietoiseksi materiaalinhallinnan ideologian tärkeydestä ja siihen tuotettu kysely toimi hyvänä tiedonvälittämislustana. Kyselyiden vastauksissa tuli esiin paljon sellaisia asioita, joita ei ollut otettu huomioon aikaisemmin ja niitä pidettiin yleisesti käytettävyyden osalta toteutettavina uudistuksina. Kyselyaineiston perusteella kävi myös ilmi se, että "Quantity management" ajattelun ideologiaa ei täysin ollut sisäistetty, vain asioita lähestyttiin enemmän senhetkisen työtehtävän kautta. Projektielinkaaren yksikkö- ja määränhallinta ottaa kantaa asioihin kuitenkin hyvin etupainotteisesti, ja tällaista mietintää vastauksissa ei ollut kattavasti näkyvissä.

Se, mitä tallennusallustaa käytetään materiaali- ja yksikkö tietopankkina, tulee nousemaan esille tulevaisuudessa, koska aikataulullisesti elintärkeä tieto on oltava koko ajan läpinäkyvästi saatavilla. BOM-ajattelu (Bill of Materials), jossa kokonaista toimitusprojektia voidaan tarkastella suurena osaluettelona, ja joka olisi yrityksen dataa keräävässä alustassa, auttaisi kaikkia sidosryhmään kuuluvia henkilöitä näkemään paremmin projektin elinkaareissa liikkuvien yksiköiden sen hetkinen tilan. Tähän olisi yksinkertaista liittää projektin kannalta tärkeitä aikataulupisteitä, työkaluja, joilla seurataan suunnittelua ja yksiköiden toteutuneita hankintamääriä materiaali- ja yksikköhallinnan kannalta. Tämän ratkaisun toteuttamiseen tarvittaisiin alihankintasuunnittelun, kuin myös muidenkin suunnittelu-tietojen, vieminen "Autodesk Vaultiin" ja tällöin voitaisiin käyttää sen työkaluina olevia PDM (Project Design Management) tai PLM (Project Life Cycle Management) työkaluja.

Opinnäytetyötä tehdessä nousi päällimmäisenä esille se, että yrityksellä on kuhunkin projektiin toimivia ratkaisuja ja tietotaitoa viedä toimitusprojektit haluttuun lopputulokseen, mutta näiden ratkaisuiden järjestelmällinen kehittäminen ja yhdenmukainen linja siitä, mitä tullaan tulevaisuudessa käyttämään, auttaisi selkeyttämään projektityötä, sekä vapauttamaan resursseja käyttöön. Keskitetty käyttöön ottaminen ja saattaminen toimintatavaksi kehittäisi eri osa-alueille tarkoitettuja työkaluja sitä kautta entisestään.

Projektista saatavan tiedon siirtyminen takaisin myynnin käyttöön tulisi olla koko ajan kiertävä palautussilmukka. Onko valmiin projektin Excel-pohjainen kustannusarviotyökalu yhdistettynä tarvittavat laskentavälinehdet oikea ratkaisu silmukan tekoon? Tämä asia vaatii jatkotutkimusta, koska siitä pitäisi tehdä revisio myyntiprojektin päälle, jotta heillä olisi käytössään paras näkemys projektista. Osaltaan eri litteroiden laskentavälinehdet tulee ottaa tarkasteluun. Tällöin saadaan paras mahdollinen työkalu, jota lähdetään kehittämään.

LÄHTEET, LIITTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

Damodara U. Kini. Materials Management: The Key to Successful Project Management Journal of Management in Engineering Vol. 15, Issue 1 (January 1999)

INVESTIGATING THE RISK MANAGEMENT POTENTIAL OF A STAGE/PHASE-GATE PROJECT MANAGEMENT APPROACH. Journal of Contemporary Management, Volume 6 (2009), pages 253-273.

Kejonen, Joni 2020. Työmaapääällikkö. KPA Unicon Oy. Haastattelu 30.1.2020.

Kovanen, Jukka-Pekka. Toimitusjohtaja. KPA Unicon Oy. Haastattelu 14.10.2020.

Leung, M., Chan, I. Y. S., & Cooper, C. (2015). Stress management in the construction industry. ProQuest Ebook Central <http://ebookcentral.proquest.com> Created from savonia.fi on 2020-08-28 00:17:26

Linnas, Ilkka 2020. Avainasiakaspääällikkö. KPA Unicon Oy. Haastattelu 21.4.2020. Haastattelu 26.6.2020. Haastattelu 17.7.2020. Haastattelu 24.7.2020.

Mäntyneva, Mikko. *Hallittu Projekti: Jäntevästä Suunnittelusta Menestykselliseen Toteutukseen*. 1. painos. Helsinki: Kauppakamari, 2016.

Pelin, Risto. *Projektihallinnan Käsikirja*. 7. uud. p. Helsinki: Projektijohtaminen Oy Risto Pelin, 2011.

Penninkangas, Perttu 2019. Työmaadokumentaation kehittäminen. Opinnäytetyö. Energia ja ympäristötekniikan koulutusohjelma, Energiatekniikka. Vaasan Ammattikorkeakoulu. [Viitattu 2020-09-08] Saatavissa: <http://www.theseus.fi/handle/10024/263272>

Ruuska, Kai. *Pidä Projekti Hallinnassa: Suunnittelu, Menetelmät, Vuorovaikutus*. 7.p. Helsinki: Talentum, 2012.

Industrial Technologies Program, Stage-gate Innovation Management Guidelines, Version 1.3 (2007), Pages 1-23

LIITE 1: Brainstorming-dokumentti. Luottamuksellinen

LIITE 2: Quantity management- porttien sisältö projektin elinkaareissa dokumentti. Luottamuksellinen