



Teline- ja eristystöiden kustannusten hallinta

Myynti- ja toteutusprojekteissa

Jukka Meriläinen

OPINNÄYTETYÖ
Elokuu 2023

Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Tuotantotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Tuotantotekniikka

MERILÄINEN, JUKKA:

Teline- ja eristystöiden kustannusten hallinta
myynti- ja toteutusprojekteissa

Opinnäytetyö 26 sivua, joista liitteitä 0 sivua
Elokuu 2023

Opinnäytetyön aihe oli teline- ja eristystöiden kustannusten hallinta myynti- ja toteutusprojekteissa. Teline- ja eristystyöt ovat usein haasteellisia kokonaisuuksia niiden laajuuden ja olosuhteiden vuoksi. Voimalaitosolosuhteissa vuosihuoltotyöt ovat intensiivisiä ja lyhytkestoisia työmaita, aikataulu on tiukka ja vaatii hyvää työmaasuunnittelua ja ennakointia. Teline- ja eristystyöt ovat haastavia suunnitella ja merkittävässä roolissa niin töiden valmistumisen kuin turvallisuudenkin näkökulmasta. Monet asiat on otettava huomioon aina suunnittelusta toteutukseen, muuten kustannukset voivat muuttua ja kasvaa ennalta arvaamattomasti.

Kehitystyön tavoitteena oli parantaa Valmet Technologies Oy:n sellu- ja energiateollisuuden teline- ja eristystöiden kustannusten hallintaa myynti- ja toteutusprojektien aikana. Työn tavoitteisiin kuului kehittää suunnitteluprosessia ja luoda myyntivaiheeseen kyselyaineisto, joka sisältää tarvittavat tiedot kustannusten arvioimiseksi. Tarkan suunnittelun lopputulos näkyy toteutusprojektin aikana vuosihuolloissa, jotka vaikuttavat merkittävästi muuttuviin lisäkustannuksiin.

Opinnäytetyön teoriaosuus koostuu kirjallisuuden ja usean muun lähteen pohjalta. Toteutusosuus koostuu palaverien, haastatteluiden sekä vanhojen projektien ja kokemusten pohjalta, joita jalostettiin työn edetessä. Palaverit ja keskustelut on käyty projektien eri osapuolten, konsultin ja telinetoimittajien kanssa. Lisäksi kyselyaineiston kehittäminen oli osa toteutusosuutta.

Työn edetessä painopiste liikkui 3D-suunnittelu- ja hallintaohjelmiin, koska siitä saatava hyöty on merkittävä monessa suhteessa ja vaikuttaa näin ollen kustannuksiin. Toimintamallista on hyvää näyttöä niin kyselyaineiston kuin suunnittelunkin osalta.

Tässä kehitystyössä on salassa pidettävää tietoa ja dokumentteja, jotka on poistettu opinnäytetyössä.

Asiasanat: teline, eristys, myynti, projekti, kustannusten hallinta

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical Engineering
Production Technology

MERILÄINEN, JUKKA:
Scaffolding and Insulation Work Cost Management
in Sales and Implementation Projects

Bachelor's thesis 26 pages, appendices 0 pages
August 2023

The thesis discusses scaffolding and insulation work cost management in sales and implementation projects. Scaffolding and insulation work are challenging entities in power plant conditions and in challenging planning, and they play a significant role in terms of both the completion of the work and safety. Many things must be considered in the design. Otherwise, the costs may change.

The development work aimed to improve Valmet Technologies Oy's cost management of scaffolding and insulation work in the pulp and energy industry. In addition, the goal was to develop the design process and create survey material for the sales phase that contains the necessary information to estimate the costs.

The theory part of the thesis consists of several sources. The implementation part consists of interviews based on projects and experiences. The discussions were held with various parties. In addition, the development of the survey material was part of the implementation.

As the work progressed, the focus was on 3D design programs, because their benefit is significant and thus affects the costs. There is good evidence of the operating model both in terms of research material and design.

This development work contains confidential information and documents that have been removed from the thesis.

Key words: scaffolding, insulation, sales, project, cost management

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	TAUSTA.....	7
2.1	Valmet Technologies Oy	7
2.2	Voimalaitokset kohteena	7
2.2.1	CFB (Circulatin Fluidized Bed)	8
2.2.2	Vuosihuolto.....	9
2.3	Telinetyöt	9
2.4	Eristystyöt	10
3	LÄHTÖKOHDAT JA TAVOITE	11
4	MYYN TIPROJEKTI.....	13
4.1	Kyselyaineisto	13
4.2	Telinesuunnittelu	13
4.2.1	3D-suunnitteluohjelmistot	14
4.2.2	Navisworks-mallit.....	16
4.2.3	Materiaalilistat.....	17
4.2.4	Rahti	17
4.2.5	Vuokra-ajat	17
4.2.6	Villapiikit	17
4.2.7	Aikataulu.....	18
4.3	Turvallisuus	18
4.4	Kiinteä kustannus.....	19
4.5	Muuttuva kustannus	20
5	TOTEUTUSPROJEKTI	22
5.1	Työmaavalvonta teline- ja eristystöissä.....	22
5.2	Suunnittelu ja valvonta vuosihuollon aikana.....	23
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	24
	LÄHTEET.....	26

LYHENTEET JA TERMIT

Velper	Veloitusperusteinen, tuntihinnoittelu
HSE	Health, Safety, Environment (Terveys, Turvallisuus, Ympäristö)
CFB	Circulating Fluidized Bed (Kiertopetikattila)
BFB	Bubbling Fluidized Bed (Leijupetikattila)
PDF	Portable Document Format
2D	Kaksiulotteinen
3D	Kolmiulotteinen
Vuosihuolto	Lyhytaikainen huoltokatkos
Layout	Pohjapiirustus
Sellu	Paperimassa
m ²	Neliömetri
Budjetti	Työn tekemiseen varattu rahasumma

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aihe on teline- ja eristystöiden kustannusten hallinta myynti- ja toteutusprojekteissa. Opinnäytetyön toimeksiantaja on Valmet Technologies Oy:n Service osasto, joka toimii sellu- ja energiateollisuuden parissa voimalaitoksilla ympäri maailmaa. Opinnäytetyön tarkoitus on kehittää teline- ja eristystöiden tarkempaa suunnittelua ja helpottaa kustannusten hallintaa tarjousvaiheessa, sekä toteutusprojektien aikana vuosihuolloissa.

Usean projektin kohdalla on ollut haasteita laatia selkeä tarjouskysely. Teline- ja eristystöiden tarkka suunnittelu on ollut haastavaa aikataulun, resurssipulan ja osaamisen vuoksi. Hinnoittelu on ollut tarjousvaiheessa pelkkä arvio ja toteutusprojektin aikana kustannukset ovat päässeet kasvamaan budjetoidun hinta-arvion yli, joista on kertynyt paljon ylimääräisiä kustannuksia.

Opinnäytetyön tavoitteena on luoda kyselyaineisto mikä helpottaa tarjouskyselyprosessia ja auttaa tukemaan toteutusprojektia vuosihuollon aikana. Suunnittelua parantamalla ja selkeällä kyselyaineistolla saadaan tarkat arviot kultakin kokonaisuudelta, jotka helpottavat kustannusten arviointia teline- ja eristystöiden osalta, oli kyse sitten kiinteistä hinnoista tai tuntiveloituksesta.

Opinnäytetyö on rajattu teline- ja eristystöiden suunnitteluun ja käytännön läheiseen toimintaan. 3D-suunnittelu on tarkoitus tuoda vahvasti esille, koska se on nykyään iso osa suunnittelua, josta saa paljon hyödyllistä tietoa. Opinnäytetyön alkuosassa kerrotaan lyhyesti voimalaitostekniikasta, sekä yleinen katsaus teline- ja eristystöistä. Lisäksi kehitysosio kappaleissa käydään kustannusten hallintaan vaikuttavia parannuksia, kuin myös käytännön läheisen toiminnan näkökulmasta. Kirjallisessa raportissa ei käydä kehitystyön asiaa tarkasti läpi ja salassa pidettävät dokumentit on poistettu.

2 TAUSTA

2.1 Valmet Technologies Oy

Valmet Technologies Oy on johtava globaali yritys, joka tarjoaa teknologisia ratkaisuja sekä palveluita eri teollisuuden aloille, kuten paperi-, sellu- ja energiateollisuudelle. Yritys toimii yli 30 maassa ja sen pääkonttori sijaitsee Suomen eteläisessä kaupungissa Espoossa. Teollista historiaa ja kokemusta Valmetilla on yli 220 vuotta. (Valmet Technologies Oy 2023.)

Valmetin ydinosamista ovat edistykselliset teknologiaratkaisut, jotka kattavat koko tuotantoketjun suunnittelusta asennukseen, ylläpitoon ja modernisointiin asti. Yrityksen tavoitteena on auttaa asiakkaitaan parantamaan tuottavuutta, optimoimaan energiatehokkuutta, sekä pienentämään ympäristövaikutuksia. (Valmet Technologies Oy 2023.)

Valmetin asiakaskuntaan kuuluu globaaleja yrityksiä, julkisen sektorin organisaatioita sekä myös pienempiä ja keskisuuria yrityksiä. Yrityksen vahvuuksia ovat pitkäaikainen kokemus ja vankka osaaminen, sekä vahva sitoutuminen asiakkaiden tarpeisiin ja Valmetin asiakas lupaus onkin FORWARD. (Valmet Technologies Oy 2023.)

2.2 Voimalaitokset kohteena

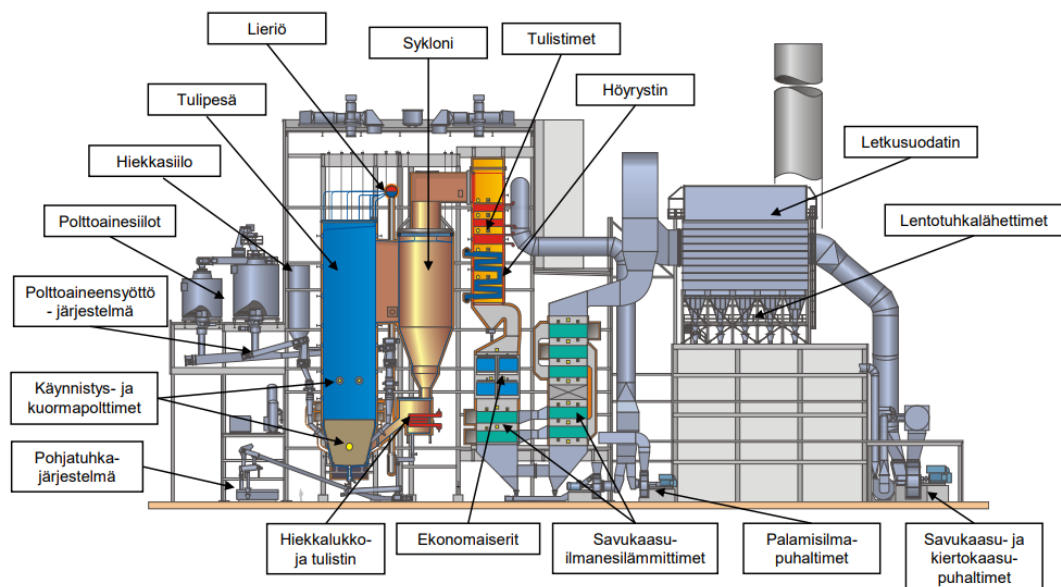
Teline- ja eristystöihin liittyvä kehitystyön kohteet sijaitsee voimalaitoksilla ympäri maailmaa. Voimalaitokset ovat lämmön ja sähkön tuotantoon rakennettuja polttolaitoksia (Valmet Technologies Oy 2023). Polttolaitoksissa on erilaisia kattila ratkaisuja, esimerkiksi CFB (Kiertopetikattila) ja BFB-kattilat (Leijupetikattila). Voimalaitokset ovat monimutkaisia kokonaisuuksia, joissa on paljon erilaista teknologiaa ja huoltokohteita monessa eri tasossa.

2.2.1 CFB (Circulating Fluidized Bed)

CFB joka tulee englanninkielisistä sanoista Circulating Fluidized Bed, eli kiertopetikattila (Kuva 1). CFB-kattilat voivat tuottaa kaukolämpöä ja prosessihöyryä. Kiertopetikattilan toiminta perustuu veden tulistamisesta höyryksi. Kiertopetimateriaali kiertää tulipesän läpi yhdessä savukaasujen kanssa, jonka jälkeen ne erotetaan syklonissa ja palamaton kiertopetimateriaali palaa takaisin tulipesän alaosaan. (Valmet CFB Boiler 2023.)

CFB-kattiloissa voidaan polttaa useita erilaisia polttoaineita, esimerkiksi biopolttoaine, maakaasu, turve, kierrätyspolttoaineet ja kivihiili, josta ollaan luopumassa kokonaan päästöjen vähentämiseksi. (Valmet CFB Boiler 2023.)

Kuvassa 1 on esitetty kattilatekniikkaa ja siitä nähdään, kuinka monimutkainen kokonaisuus voimalaitos kaiken kaikkiaan on. Kattilarakennus joka voi olla jopa 60 metriä korkea, mahtuu paljon huolto- ja korjauskohteita eri kerroksiin. Näistä syistä teline- ja eristystyöt ovat monesti hankalia ja työläitä suunnitella, sekä toteuttaa selkeästi ja kustannustehokkaasti.



KUVA 1. Kiertopetikattila layout (Valmet Technologies Oy 2021)

2.2.2 Vuosihuolto

Vuosihuolto eli lyhytaikainen huoltokatkos. Voimalaitoksilla pidetään säännöllisesti vuosihuoltoja, huollot on suunniteltu ajanjaksoksi jolloin voimalaitos pysäyttää tuotantonsa. Vuosihuollon kesto riippuu määrätystä aikavälistä, yleensä muutamista päivistä viikkoihin, itse tapahtuma on hyvin intensiivinen ja nopea työmaa, jossa työskentelee useita erin alan yrityksiä.

Yhteen sovitettut aikataulut ovat erittäin tärkeä osa vuosihuoltoa. Huolto toimenpiteet suunnitellaan tarkasti etukäteen, ja niille määritetään tietty aikataulu. Vuosihuollot järjestetään silloin, kun on lämpimät kelit ja kaukolämpöä ei tarvitse tai sähkön kysyntä on alhainen (Keravan Energia Oy 2023).

Vuosihuollon aikana voimalaitoksilla mekaanisten asennusten lisäksi on tarkastuksia ja puhdistuksia (Keravan Energia Oy 2023), jotka vaativat paljon teline- ja eristystöitä. Turvallisuus on voimalaitoksilla numero 1, teline- ja eristystöitä voikin valmistella jo ennen vuosihuollon aloitus ajankohtaa, jolloin vältetään kiireiltä ja telineet saadaan valmiiksi turvallisesti ennen virallista aloitusta.

2.3 Telinetyöt

Telineasennus käsittää väliaikaisen metalliputkien, kiinnikkeiden ja työtasojen rakenteen kokoamisen työntekijöiden ja laitteiden tukemiseksi rakennus tai korjaustöiden aikana (Layher allround-telinejärjestelmä 2018). Suunnittelu ja asennusprosessi sisältää eri vaiheita. Ensimmäinen askel on työmaakartointus, suoritettavan työn arviointi, telineen suunnittelun ja 3D-mallin luominen, sekä perustusten valmistelu ja suunnittelu, koska telineet tarvitsevat vakaan ja tasaisen alustan tukemaan työntekijöiden ja materiaalien painoa, alustan on oltava tasainen ja tukeva.

Telineen pystyttäminen edellyttää telineen osien sijoittamista suunnitteluspesifikaatioiden mukaisesti käyttämällä tikkaita, hissejä ja nostoja ylemmälle tasolle. Telineen kiinnittäminen on varmistaa, että teline pysyy tukevasti paikallaan sidosten, kannakkeiden ja työtasojen avulla. Telineen

kattaminen tapahtuu, kun teline on pystytetty ja kiinnitetty, asennetaan työtasot ja potkulistat. (Layher allround-telinejärjestelmä 2018.)

Telineiden tarkastus ennen käyttöä on välttämätöntä sen varmistamiseksi, että se on turvallinen ja säännösten mukainen (Layher allround-telinejärjestelmä 2018). Kaiken kaikkiaan telineiden asennus vaatii erikoisosaamista ja taitoa. On tärkeä valita ammattitaitoinen telineyritys, joilla on ammattitaitoinen henkilökunta, jotta päästään optimaaliseen tulokseen turvallisuuden ja tehokkuuden varmistamiseksi.

2.4 Eristystyöt

Eristystyöt ovat tärkeä ja iso osa voimalaitosten toimintaa ja turvallisuutta. Ne käsittävät eristeiden asentamisen ja ylläpidon voimalaitoksen eri osissa. Voimalaitos olosuhteissa lähes kaikki materiaali ja laitteet, esimerkiksi putkistot ja kattilan eri osat on eristetty.

Eristyksen tarkoitus on eristää tietyt materiaaleja kuumalta tai kylmältä, ja pitää tietyt väliaineet oikeassa lämpöasteessa. Eristäminen auttaa optimoimaan energiatehokkuutta ja vähentämään lämmön hukkaa, sekä turvallisuus syistä suojata pinnat kosketukselta. (Paroc Group Oy 2023.)

Eristystöiden laajuus riippuu korjattavien laitteiden tai kohteiden koosta, mutta eristettä tulee yleensä kattilan seinään 200 – 300 mm. Eristemateriaalina voimalaitoksissa käytetään kivivillaa, jolla on hyvät ominaisuudet kuten palonkestävyys, joka voi rajoittaa tulipalon leviämistä. Tämä ominaisuus on erityisen tärkeä voimalaitoksissa, joissa on korkeita lämpötiloja ja korkea tulipaloriski. (Paroc Group Oy 2023.)

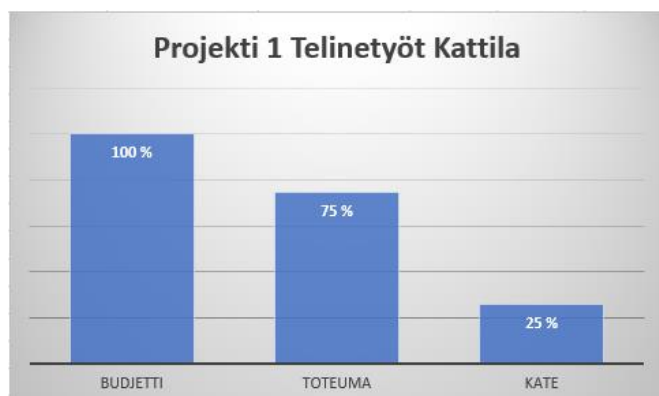
Myös eristystyöt vaativat luotettavan eristys yrityksen ja ammattitaitoisen henkilökunnan, koska voimalaitos kohteena on haastava paikka eristeiden asennuksille. Eristettävien pintojen muodot ovat monimutkaisia ja sijaitsevat monesti korkealla ja vaativat näin ollen telineet. Useat telineyritykset toimittavatkin molemmat palvelut, joka on käytännön ja kustannusten näkökulmasta hyvä ratkaisu.

3 LÄHTÖKOHDAT JA TAVOITE

Teline- ja eristystyöt ovat lähtökohtaisesti yksinkertaisia ja helppoja asennustoimenpiteitä jos puhutaan rakennustyömaista ja asuinrakennuksista. Telinekoot ovat helppo arvioida äärimittojen perusteella ja helposti ankkuroitavissa, jolloin kustannukset saadaan tarkasti laskettu tarvittavalle ajanjaksolle. Voimalaitoksilla työt eivät ole näin yksinkertaisia voimalaitostekniikasta ja olosuhteista johtuen. Lisäksi aikataulut ovat tiukkoja ja lyhytkestoisia huoltokatkoksia, joissa on paljon eri toimintaa ja huoltokohteita.

Teline- ja eristystöiden suunnittelussa on ollut haasteita saada kasaan selkeä kyselyaineisto ja tiedot, joiden perusteella saadaan isommista kokonaisuuksista kiinteähintaisia tarjouksia töiden suorittamiseen. Lisäksi tuntiperusteiset kustannukset ovat karanneet toteutusprojektin aikana voimakkaasti monesta eri tekijästä johtuen. Monet syyt aiheuttavat telinetöiden kustannusten kasvuun, joita ovat esimerkiksi odotusajat, uudelleenkorjaukset, unohdetut työvaiheet ja muokkaukset tai turvallisuus syistä johtuvat lisä- ja muutostyöt. Yritykset toimittavat suunnitelmia aina 3D-mallien valmistukseen saakka, mutta ongelmana on urakoitsijoiden kokemattomuus voimalaitos olosuhteista, ja mekaanisten asennusten vaatimuksista.

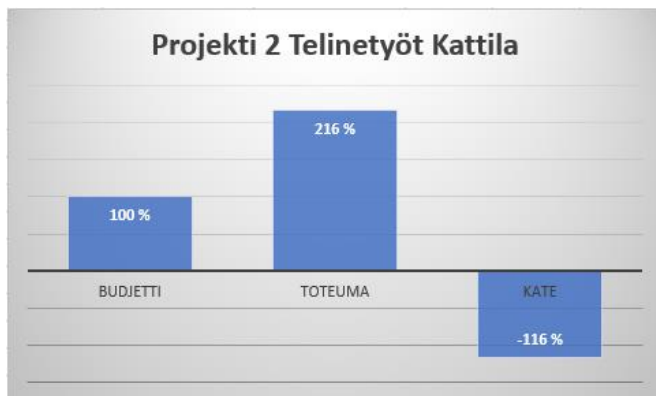
Teline- ja eristystöiden kustannukset ovat vaihdelleet paljon eri projektien aikana. Kuviossa 1 on esitetty telinetöiden kustannusten toteuma, kattilan sisäpuolisille telineille. Projektissa 1 kattilan sisäpuoliset telinekustannukset ovat toteutuneet suunnitellulla tavalla.



KUVIO 1. Projekti 1, Telineet kattilan tulipesään

Kuviossa 2 on esitetty toisen projektin vastaavat telinekustannukset kuten projekti 1. Pylväsdiagrammista nähdään että kustannusten toteuma on ollut yli puolet suurempi kuin on budjetoitu, jolloin voidaan päätellä että suunniteltu projekti telinetöiden osalta ei ole mennyt suunnitellulla tavalla. Juurisyyt kustannusten kovaan kasvuun on ollut telineiden korjaustyöt ja odotusajat.

Kyseessä on kiinteähintaiset telineet, ja telinesuunnitelmassa ei ole huomioitu kaikkia työvaiheita ja tarpeita, telineitä ei ole osattu valmistaa töiden vaatimustenmukaisesti, jotka johtuu tiedon tai kommunikoinnin puutteesta. Telineiden muutostyöt johtuvat usein, kun telineet on jääneet liian kauas asennuskohteesta ja työn suorittaminen on ollut haastavaa tai vaarallista. Lisäksi telinetöiden valvonta on jäänyt vähäiseksi ja tilanteeseen ei ole osattu reagoida.



KUVIO 2. Projekti 2, Telineet kattilan tulipesään

Opinnäytetyön tavoitteena on kehittää teline- ja eristystöiden suunnittelua ja kasata pätevä kyselyaineisto myyntiprojektin kustannusarvioiden tueksi.

4 MYyntiprojekti

Myyntiprojektin tavoite on määrittää budjetti teline- ja eristystöille. Myyntiprojektin aikana luodaan tarvittava kyselyaineisto, jolla voidaan kilpailuttaa tarjouksia tietyille teline- ja eristystyö kokonaisuuksille. Lisäksi kyselyaineisto ja suunnittelu voidaan tarjota asiakkaalle osana palvelusopimuksia riskien minimoimiseksi ja palvelun parantamiseksi.

4.1 Kyselyaineisto

Kyselyaineiston luominen ja kehittäminen oli yksi opinnäytetyön tavoitteista. Kyselyaineistolla haetaan selkeää tapaa kysellä telineyrityksiltä tarjouksia teline- ja eristystöistä. Kyselyaineisto sisältää 2D/3D-materiaalia, tiedot teline- ja eristystöiden kohteista ja vaatimuksista, materiaalilistat, aikataulut ja resurssit. Aineiston perusteella voidaan hinnoitella kiinteähintaiset kokonaisuudet, sekä arvioida tuntiveloitustyöt ja resurssit päivystäville asentajille. Lisäksi kyselyaineiston tueksi luodaan ”muistilista”, jotta mitään olennaista ei jäisi huomioimatta kyselyaineistoa kasatessa. Kyselyaineisto ja muistilista on poistettu opinnäytetyön julkaistusta versiosta salassa pidettävän tiedon vuoksi.

4.2 Telinesuunnittelu

Telinesuunnittelun tarkoitus on suunnitella tarvittavalle työkohteelle turvalliset ja toimivat telineet asennustöiden vaatimusten mukaan. Telineiden suunnittelijan pitää olla pätevä ja ammattitaitoinen. Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009 11 luku, Työtelineitä koskevat suunnitelmat ja telineiden käytön turvallisuus. 56§ Työtelinettä koskevan suunnitelman laatijan pätevyys. (Valtioneuvoston asetus 2009/205). Telinesuunnittelusta vastaavan henkilön pätevydestä sanotaan seuraavaa.

56§ Työtelinettä koskevan suunnitelman laatijan pätevyys

Päätoteuttajan on huolehdittava, että rakennesuunnitelman ja käyttösuunnitelman laatii telinerakenteen ominaisuudet ja suunnittelutehtävän vaatimus huomioon ottaen riittävän pätevä henkilö. Rakennesuunnitelman laatijalla on oltava vähintään

teknisen alan ammattikorkeakoulututkinto, sitä vastaava aiempi tutkinto tai teknikkotason tutkinto ja perehtyneisyys telinerakenteisiin, jos työtelineen korkeus on yli kymmenen metriä tai työtelineen seisontavakavuusperustuu ankkurointiin taikka työtelineen rakenteen suunnittelu on työtelineen peittämisen takia tai muusta syystä vaativaa. (Valtioneuvoston asetus 2009/205).

Telinesuunnittelijan on otettava huomioon telineneiden vakaus ja turvallisuus. Isompien ja vaativien teline kokonaisuuksista on tehtävä piirustukset ja lujuuslaskennat, jotka voidaan liittää turvallisuus suunnitelmiin. Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009 11 luku, Työtelineitä koskevat suunnitelmat ja telineiden käytön turvallisuus. 51§ Työtelineet. (Valtioneuvoston asetus 2009/205). Telinesuunnittelusta vastaavan henkilön on huomioitava suunnittelussaan seuraavat asiat.

51§ Työtelineet

Telineet on suunniteltava ja rakennettava siten, että niillä on riittävä lujuus, jäykkyys ja seisontavakavuus kaikissa pystytys- ja purkuvaiheissa sekä telineen käytön aikana. Telineet on perustettava site, ettei haitallisia painumia tai siirtymiä synny. Telineissä on oltava asianmukaiset ja turvalliset työtasot ja kulkutiet.

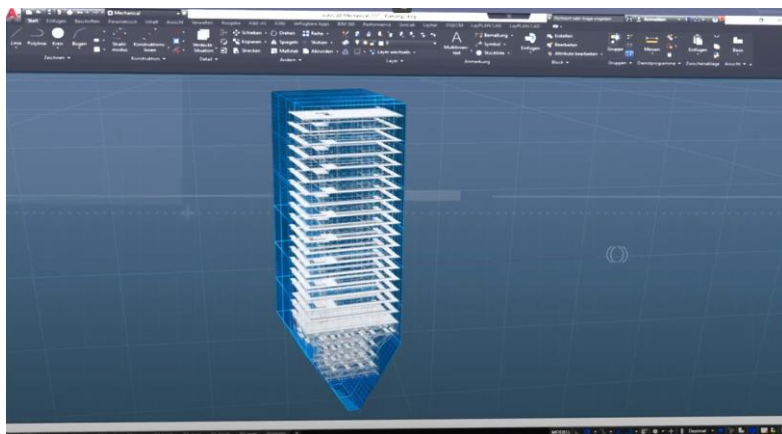
Telineen lujuus osoitetaan riittäväksi standardien, elementtitelineiden käyttöohjeiden tai muiden vastaavien asiakirjojen sisältämien kokonais- tai osaratkaisujen perusteella. Jos tällaisia kokonais- tai osaratkaisuja ei käytetä, on oltava asiantuntijan laatimat telineiden ja kulkurakenteiden lujuuslaskelmat ja piirustukset. Telineet ja niihin liittyvät laitteet on asennettava ja niitä on käytettävä suunnitelmien mukaisesti.

Telineiden suurin sallittu kuorma on ilmoitettava telineitä käyttäville esimerkiksi telinekortilla tai muulla vastaavalla tavalla. (Valtioneuvoston asetus 2009/205.)

4.2.1 3D-suunnitteluohjelmistot

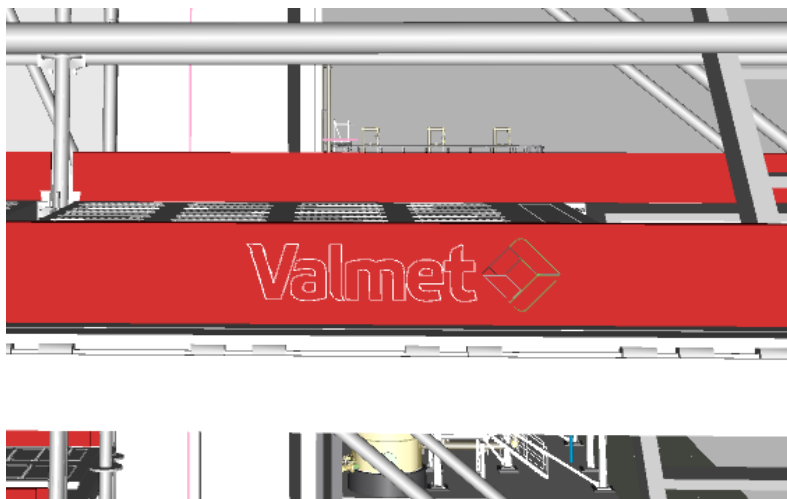
2D/3D-suunnitteluohjelmistot ovat vuosien saatossa yleistyneet lähes jokaisen yrityksen käyttöön. Yksi suunnitteluohjelmien valmistajista on Autodesk Inc. Amerikasta lähtöisin oleva yritys, joka perustettiin vuonna 1982 John Walker toimesta. (Autodesk Inc 2019.)

Telinesuunnittelu 3D-ohjelmalla toteutettuna on nopea ja tarkka kolmiulotteinen suunnitelma, kuten mistä tahansa osasta tai rakennuksesta. Opinnäytetyön yksi tavoitteista oli kehittää suunnittelua, ja 3D-suunnittelu on isossa roolissa teline- ja eristystöiden kustannusten hallintaa sen monipuolisuuden ja hyötyjen vuoksi. Kuvassa 2 on esitetty voimakattilan telinesuunnittelua Layher CAD-suunnitteluohjelmalla, joka on kehitetty yhteistyössä Autodeskin ja Layher telinevalmistaja kanssa.



KUVA 2. Layher CAD-suunnitteluohjelma, kattilan telineet (Layher n.d.)

3D-suunnittelun hyödyt ovat monipuolisia. 2D/3D-mallien lisäksi saadaan arvokasta tietoa, joita voidaan hyödyntää kustannusten arvioimiseksi. Näitä ovat esimerkiksi materiaalilistat, aikataulujen laatiminen ja resurssien arvioiminen. Telinemallien potkulistoihin voidaan mallintaa yrityksen tai tekijän tiedot, kuten kuvassa 3 on Valmetin nimi ja logo. Tällä menettelyllä voidaan ehkäistä valmiiden telinesuunnitelmien väärinkäytöksiä. (Varis 2023.)

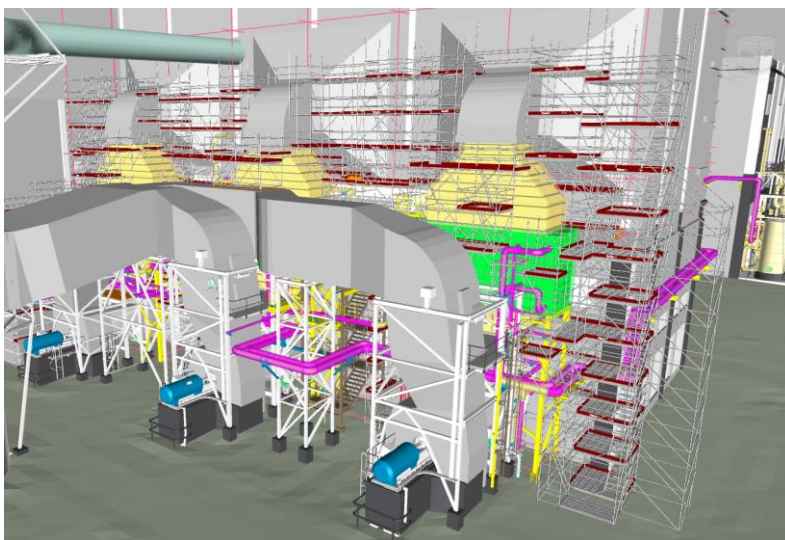


KUVA 3. Potkulistoihin mallinnettu Valmet ja logo (Varis 2022)

4.2.2 Navisworks-mallit

Naviswork on osa Autodesk tuote sarjaa, jota voidaan käyttää visuaaliseen tarkasteluun. Mallintamisen jälkeen valmiit suunnitelmat ja rakennustiedot voidaan yhdistää Navisworksiin. Mikäli asennuskohteesta on valmis laitosmalli, telinesuunnitelmat voidaan liittää ja visuaalinen tarkastelu on helppoa. (Autodesk Inc 2023.) Kuvassa 4 näkyy valmis telinesuunnitelma, joka havainnollistaa miltä Navisworks-mallissa valmiit tuotokset näyttävät.

Telineiden rakenteet voidaan tarkastaa Navisworksin avulla, jolloin suunnittelu vaiheessa voidaan reagoida törmäys- ja päällekkäisyysongelmiin. Kyseinen toiminta ehkäisee asennustyömaalla uudelleen rakentamista, mikä säästää muuttuvilta kustannuksilta. Mittaaminen on Navisworks-mallin parhaita ominaisuuksia. (Autodesk Inc 2023.) Mekaaniset asennukset, teline- ja eristystöiden alueet saadaan mitattua ja etäisyydet saadaan määriteltä tarkasti. Mittaamalla alueet valmiista Navisworks-mallista saadaan pinta-alat ja eristemateriaalien määrän arvioitua helposti, mikä edesauttaa materiaalihankintoja.



KUVA 4. Navisworks-malli (Varis 2022)

4.2.3 Materiaalilistat

3D-mallinnusohjelmilla saadaan paljon hyödyllistä tietoa, yksi niistä on materiaalilistat. Materiaalilistat saadaan valmiiksi mallinnetuista telineistä ja on helppo sekä nopea tulostaa omana PDF-tiedostonaan, ja liittää kyselyaineistoon tai toimittaa suoraa telineyrittäjille rahtia varten. (Layher 2023.)

Telineosien määrän selvittäminen on tärkeä vaihe. Materiaalilistoista selviää, kuinka paljon mitään telineosaa tarvitaan, jolloin telineyrittäjällä on tarkka tieto tarvittavista telinemateriaaleista ja tarvittavat osat saadaan toimitettua asennustyömaalle ilman puutteita ja lisätoimituksia.

4.2.4 Rahti

Yksi isoista kustannuksista on telinemateriaalien rahdit, jotka laskutetaan kertaluonteisesti kutakin rekkaa kohti. Materiaalilistojen ansiosta rahdit voidaan määrittää tarkasti kutakin projektia kohden, ja näin ollen kustannukset saadaan pidettyä hallinnassa, kun ylimääräisiltä lisätoimituksilta vältytään.

4.2.5 Vuokra-ajat

Telinevuokra eli valmiiksi rakennetuista telineistä laskutettava vuokra seisonta-ajalta. Telineyrittäjät laskuttavat vuokraa telinemateriaaleistaan neliömetrien (m²) mukaan, tai vaihtoehtoisesti toimitetun materiaalin määrästä tietyltä ajanjaksolta. Ylimääräiset kustannukset vähenee, kun telineet asennetaan ja puretaan aikataulun puitteissa. Telineyrittäjien kanssa voidaan neuvotella vuokra-ajan aloituksesta, jos telineet asennetaan hyvissä ajoin ennen vuosihuoltoa, esimerkiksi resurssipulan vuoksi voidaan sopia vuokran aloitus ajankohdasta.

4.2.6 Villapiikit

Villapiikit joilla kiinnitetään eristysvillat eristettävään kohteeseen, ovat yleensä 4 mm paksuja ja pituudeltaan eristeen paksuuden verran. Voimalaitos olosuhteissa

villapiikkien materiaalina käytetään ruostumattomia villapiikkejä, jotta ne kestäisivät paremmin muuttuvia olosuhteita.

Villapiikit sisällytetään eristysyritysten toimituksiin. Suunnitteluvaiheessa on huomioitava mahdolliset painelaite kohteet. Mikäli villapiikit tulee painerunkoon tai lähelle on tarvittavat hitsaajat ja dokumentit hoidettava asian mukaisesti.

4.2.7 Aikataulu

Aikataulu joka määritellään jonkin asian rajaamiseksi. Asennussuunnittelun tehtävä on määrittää jokaiselle työkohteelle oma aikataulu. Vuosihuollot ovat lyhytaikaisia korjaus- ja kunnossapitotöitä, jolloin odotusaikaa ei ole paljon käytettävissä. Teline- ja eristystöiden aikataulutusta on verrattava mekaanisten töiden aikatauluihin, koska telineasennukset ja eristepurut on tehtävä ennen kuin asennustöitä voidaan suorittaa. Hyvä on selvittää voiko teline- ja eristystöitä aloittaa jo ennen virallista vuosihuollon aloitusta, jolloin telineet saadaan ajoissa käyttökelpoisiksi, joka taas ehkäisee odotustuntien kertymistä jos telineet on valmiina asennustöihin. Lisäksi tarkan aikataulun määrittäminen työkohteeseen auttaa hinnoittelemaan telinevuokrat kiinteille kustannuksille, koska telinevuokrat kertyy valmiin telineen seisonta-ajalta.

4.3 Turvallisuus

Teline- ja eristystöistä kuten muistakin mekaanisen asennuksen töistä tehdään turvallisuussuunnitelmat ja riskien arvioinnit. Teline- ja asennussuunnittelu vaiheessa on tärkeä huolehtia turvallisuus asioista, joita voi olla päällekkäiset työt toisten toimijoiden kanssa, ja onko erityisen vaarallisia kohteita. Kaikki vaiheet on huomioitava, jotta päällekkäisiä töistä vältetään mahdollisimman tehokkaasti, ja aikataulut eivät pääsisi venymään riskitöiden johdosta tai telineitä ei tarvitse korjata uudelleen. Turvallisuussuunnitelmaa laatiessa on huomioitava asiakkaan turvallisuusvaatimukset, esimerkiksi telineiden potkulistat tulevat aina asentaa paikoilleen kaikille tasoille, vaikka kyseessä olisikin tarkastusta varten asennetut telineet.

Turvallisuussuunnitelmissa ja riskien arvioinneissa on huomioitava elementtelineiden käyttöohjeet, rakennesuunnitelmat ja käyttösuunnitelma, jotka on määritelty tarkasti valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009 11 luku. Työtelineitä koskevat suunnitelmat ja telineiden käytön turvallisuus. (Valtioneuvoston asetus 2009/205.) Työtelineitä koskevia turvallisuusvaatimuksia ja asetuksia on käyty läpi myös kappaleessa 4.2 Telinesuunnitelu.

4.4 Kiinteä kustannus

Kiinteä kustannus joka perustuu palveluiden tai tuotteiden hinnan määrittämiseen etukäteen kiinteäksi summaksi, joka ei muutu työn määrästä tai kestosta riippumatta. Kiinteä kustannus perustuu yleensä ennakoon tehtyyn arvioon työn vaatimasta resurssien ja kustannuksista. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Yrjänäinen 2018, 115–117.)

Kiinteä hinnoittelua käytetään usein tilanteissa, joissa työn laajuus, vaatimukset ja aikataulu ovat hyvin tiedossa etukäteen. Asiakas ja palvelutarjoaja sopivat etukäteen kiinteän hinnan, joka kattaa kaikki tarvittavat työvaiheet ja toimitukset. (Martinsuo ym. 2018, 115–117.)

Kiinteän hinnoittelun etuna on, että se tarjoaa selkeyttä ja ennustettavuutta asiakkaalle. Asiakas tietää etukäteen paljon hän joutuu maksamaan palvelusta, ja budjetointi on helpompaa. Palvelun tarjoajalle kiinteä hinnoittelu voi olla houkutteleva vaihtoehto, jos on vahva tietämys ja kokemus vastaavista projekteista, mikä mahdollistaa realistisen kustannusarvion tekemisen. (Martinsuo ym. 2018, 115–117.)

Kiinteän hinnoittelun haasteena voi olla se, että jos työn laajuus tai vaatimukset muuttuvat projektin aikana, voi olla vaikeaa pitää kiinni alkuperäisestä hinnasta. Tämä johtaa urakoitsijan ylimääräisiin kustannuksiin ja asiakkaan tyytymättömyyteen, jos lisätyöt vaikuttaa hintaan. Siksi on tärkeää, että sopimukset sisältävät selkeät määritteet siitä, mitä kokonaisuuksia kiinteä hinta kattaa ja mitä tapahtuu jos muutoksia ilmenee.

Kiinteä hinnoittelu on hyvä miettiä yhdessä tuntihinnoittelun kanssa. Esimerkiksi suuremmat projektit voivat sisältää kiinteän hinnan tiettyyn vaiheeseen saakka, jonka jälkeen siirrytään tuntiperusteiseen hinnoitteluun mahdollisten lisätöiden varalta.

4.5 Muuttuva kustannus

Tuntihinnoittelu on yleinen käytäntö, jossa tuotteiden tai palveluiden hinta määritellään perustuen työhön käytettyyn aikaan. Tuntihinnoittelu on yleistä ammattipalveluiden, kuten konsultoinnin, suunnittelun ja korjauspalveluiden alalla. (Hinnoittelu.net 2020.)

Tuntihinnoittelussa organisaatio tai ammattilainen määrittelee tietyn tuntihinnan, joka peritään asiakkaalta jokaiselta työtunnin määrältä. Tuntihinta voi vaihdella suuresti eri toimialoilla, yrityksissä ja ammattilaisilla. Se voi perustua moniin tekijöihin, kuten osaamistasoon, kokemukseen, kustannuksiin ja markkina-arvoon. Tuntihinnoittelua käytetään yleensä tilanteissa, joissa työn määrä ja kesto voi vaihdella projekteittain. Se mahdollistaa joustavuuden, kun asiakkaat maksavat vain käytetystä ajasta. Tämä on hyödyllistä tilanteissa, joissa työn laajuus tai vaatimukset eivät ole täysin tiedossa etukäteen. (Myllymäki 2019, 53–60.)

Tuntihinnoittelun etuna on, että se on suhteellisen helppo ja joustava tapa hinnoitella palveluita. Haasteena taas on asiakkaan ennustettavuus kustannuksista, sillä lopullinen hinta voi vaihdella työtuntien määrän mukaan. Asiakkaat haluavatkin kiinteitä tarjouksia teline- ja eristystöistä, koska kustannusten arvioiminen vuosihuollon budjettiin helpottuvat.

Tuntiveloitus töitä ei voi vuosihuollon aikana välttää ja syntyy muuttuvia kustannuksia, koska aina on tilanteita, jolloin tarvitaan pienempiä teline kokonaisuuksia, joita ei osata sisällyttää kiinteisiin kustannuksiin. Vuosihuollon ajaksi varataan telineasentajat päivystämään pienempien telinetöiden vuoksi ja muutostöitä varten, jotka arvioidaan kunkin projektin perusteella erikseen.

Resurssit teline- ja eristeasentajien kohdalla voidaan määrittää helposti tarvittavalle ajanjaksolle töiden perusteella. Taulukko 1 kuvaa yksinkertaista tapaa selvittää päivystävien asentajien kustannukset toteutusprojektin ajalle.

TAULUKKO 1. Tuntihinnoittelu päivystävät teline- ja eristeasentajat

Telineasentat tuntiveloitus						
Hlö. Määrä	Tuntia	Päivää	Vuoro	Hinta €	Hinta €/päivä	Hinta €/X päivää
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
yht.						

5 TOTEUTUSPROJEKTI

Toteutusprojekti vaihe joka aloitetaan myyntiprojektin jälkeen kun työkokonaisuuksista on sovittu ja sopimukset luotu. Toteutusprojektin aikana suunnitellaan ja luodaan tarpeellinen materiaali teline- ja eristystöille, jotka helpottavat kustannusten hallintaa. Ennen virallista työmaan aloitusta sovitaan asiakkaan ja telineyrityksen kanssa teline- ja eritystöiden tarkemmasta aloitus ajankohdasta. Lisäksi sovitaan muista käytännöistä, kuten telinemateriaalien toimituksesta projekti kohteeseen ja tarvittavat käynnit asennus kohteessa sekä valvovan tahon perehdyttäminen.

5.1 Työmaavalvonta teline- ja eristystöissä

Asennustyömaat vaativat valvontaa monelta eri osa-alueelta. Voimalaitosten vuosihuolloissa on paljon monen erin ammattialan edustajia, ja paljon erilaisia töitä. Työmaat ovat massiivisia ja monimutkaisia kattilatekniikasta ja olosuhteista johtuen. Työmaata johtaa työmaapäällikkö ja mukana valvonnassa saattaa olla useampi työmaavalvoja. Yleensä mekaanisten asennusten valvojilla on aikaa valvoa teline- ja eristystöitä, mikäli teline määrät pysyvät pieninä.

Teline- ja eristystöitä valvovan tahon on oltava pätevä ja ammattitaitoinen. Työmaavalvojan tehtävässä valvojan on oltava perehtynyt työkohteisiin ja tunnistettava työvaiheet, jolloin telinekoordinointi on helpompaa ja ennakoitavissa. Valvojan tulee tunnistaa turvallisuusriskit ja valvoa että turvallisuus määräyksiä sekä suunnitelmia noudatetaan. (Rapp Valvontakonsultit Oy 2023.)

Omaa valvojaa pelkästään teline- ja eristystöihin voidaan ajatella, kun työmaan koko on noin 80 + henkilöä ja teline määrät ovat isoja. Pienemmissä vuosihuolto projekteissa työmaapäällikkö tai työmaavalvoja hoitaa teline koordinoinnin. Mikäli telineet tulevat asiakkaalta on hyvä neuvotella, kuka valvoo teline- ja eristystyöt. Monesti asiakkaalla ei ole aikaa ja tietoa asennusten laajuudesta tai tarvittavista toimenpiteistä. Teline- ja eristystöiden valvonta on hyvä neuvotella pääurakoitsijalle, koska tällöin mekaanisten töiden vaatimukset tulevat täytettyä teline- ja eristystöiden osalta, ja tarvittavia telinekorjauksia vältetään.

5.2 Suunnittelu ja valvonta vuosihuollon aikana

Projektin aikana työmaalla tulee usein muutoksia telinerakenteisiin tai vuosihuollon aikana tulee lisätöitä, jolloin tarvitaan lisää telineitä ja resursseja. Mikäli käytössä on päivystäviä telineasentajia, silloin käytetään näitä resursseja ja rakennetaan tarvittavat telineet kohteeseen. Tässäkin tilanteessa on hyvä olla telinesuunnittelun ja telinekoordinaattorin tarkkana, koska kaikki teline- ja eristystyöt kohteessa on arvioitava mekaanisten asennusten perusteella.

Huomioon on otettava mekaanisten vaatimusten lisäksi etäisyydet ja korot mahdollisien eristepurkujen vuoksi. Huomioitavana on esimerkiksi, kuinka paksusti on eristemateriaalia, ettei kohde jää liian kauas joka on todella yleistä vuosihuoltojen aikana ja telineitä joudutaan muokkaamaan jatkuvasti. Lisäksi onko kohteessa mahdollisesti muitakin tarpeita, esimerkiksi toisten urakoitsijoiden työt samalla alueella, jolloin kustannuksia voidaan jakaa. Telinesuunnittelua ja koordinointia jatketaan koko projektin ajan, koska telineille voi olla tarvetta muuttaa asennuksien edetessä. Telineistä vastaavan valvojan on pyrittävä ennakoimaan ja suunnittelemaan seuraava vaihe aikatauluineen.

Työmaalla on hyvä luoda kirjalliset sopimukset, mikäli tulee muutos- ja lisätöitä, tätä tapaa menettelemällä saadaan pidettyä kokonaisuus hallinnassa kustannus näkökulmasta. Mahdollisten lisätöiden kirjalliset sopimukset auttavat jakamaan kustannukset projektin päättyessä.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Opinnäytetyön aihe oli teline- ja eristystöiden kustannusten hallinta myynti- ja toteutusprojekteissa. Kehitystyötä lähdettiin toteuttamaan yhteistyössä Valmet Technologies Oy:n kanssa, tavoitteena kehittää kustannusten hallintaa myynti- ja projektivaiheessa vuosihuollon aikana. Ongelmana on ollut riittämätön kyselyaineisto teline- ja eristystöille, josta on tullut projektin edetessä ongelmia ja kustannuksiin on tullut vaihtelua.

Kehitystyö lähti liikkeelle palavereiden pohjalta, joita pidettiin yhdessä projektipäälliköiden, konsultin ja muun projektitiimin kanssa. Kehitysideoita ja ajatuksia lähdettiin kokoamaan vanhojen projektien ja kokemusten pohjalta, joista luotiin muistiot. Materiaalia kasattiin muutamista vanhoista projekteista saadun tiedon perusteella, joita analysoimalla löytyi kustannuksien ja ongelmien juurisyyt, kuinka ne ovat jakautuneet teline- ja eristysten osalta.

Opinnäytetyön edetessä pääpainopiste kohdistui 3D-suunnitteluun, jolla on suuri vaikutus ja hyöty kustannusten ennustettavuuteen, sekä toteutukseen kustannus tehokkaasti. 3D-ohjelmien tuella saadaan paljon tärkeää informaatiota tarjousten kilpailutukseen ja kustannusten määrittämiseen. 3D-suunnittelu, liitteet ja informaatio kyselyaineistossa antavat luotettavuutta kustannusten tarkempaan määrittelyyn. Lisäksi teline- ja eristystöiden sisällyttäminen projekteihin pienemmillä riskeillä on kannattavaa. Kyselyaineiston piti tukea omien projektien teline- ja eristystöitä, mutta työn edetessä tuli huomattua että aineistoa ja suunnittelua voidaan myydä asiakkaille osana palvelusopimuksia, jolloin palvelun laatu paranee ja kaikkien osapuolien riskit pienenevät.

Kehitystyön toimintamallista on saatu jonkin verran tuloksia. Kyselyaineiston lisäksi hyvän teline- ja eristystöiden suunnittelun ja valvonnan avulla moneen kohteeseen on voitu puuttua ennalta ehkäisevästi. Suunnittelun kuin valvonnan tehostamisella on erinomaiset seuraukset ja ylimääräisiltä kustannuksilta, kuten odotustunneilta ja uudelleen korjauksien riskeiltä voidaan välttyä tehokkaasti. Kehitystyötä koeponnistetaan kokonaisuudessaan sopivan projektin löydyttyä.

Kehitysideat ja jatkotoimenpiteet voisi olla teline- ja eristystöiden kiinteiden ja muuttuvien kustannusten laskentamalli ja putkien osalta eristeiden loveukset. Voimalaitoksissa on paljon putkea, joista lähes kaikki on eristetty ja kulkevat monessa eri kohteessa. Eristeiden laskeminen kuten metrimäärät voidaan laskea ilman isompia haasteita, mutta putkieristeiden loveukset on erittäin haastava kokonaisuus ja tulee näkymään negatiivisena tuloksena kustannuksissa projektin loppuvaiheessa.

LÄHTEET

Autodesk Inc. 2019. Encyclopedia. Verkkosivu. Viitattu 1.6.2023. [Autodesk Inc | Encyclopedia.com](https://www.autodesk.com/encyclopedia)

Keravan Energia Oy. 2023. Vuosihuollolla toimitusvarmuutta talveen. Verkkosivu. Viitattu 29.4.2023. [Vuosihuollolla toimitusvarmuutta talveen - Keravan Energia](https://www.keravanenergia.fi/vuosihuollolla-toimitusvarmuutta-talveen)

Layher 2018. Layher-Allround telinejärjestelmä. Asennus- ja käyttöohjeet. Luettu 6.4.2023. https://telinekataja.fi/media/filer_public/8c/81/8c818fab-5d3d-438e-948b-9a489d05ea4e/allround.pdf

Mölsä, M. Toimitusjohtaja. 2023. Ohjelmisto. Sähköpostiviesti. 9.5.2023.

Myllymäki, R. 2019. CxO Academy 22. Palvelujen hinnoittelu. Tuusula: Ketterät Kirjat Oy.

Martinsuo, M., Mäkinen, S., Suomala, P. & Lyly-Yrjänäinen. 2018. Teollisuustalous. Kehittyvässä liiketoiminnassa. 1.–2. painos. Keuruu: Edita Publishing Oy.

Paroc Group Oy. 2023. Voimalaitosten kattiloiden eristys. Verkkosivu. Viitattu 28.4.2023. [Voimalaitoskattilat - Paroc.fi](https://www.paroc.fi/voimalaitoskattilat)

Pienyrittäjän hinnoitteluopas. 2020. Hinnoittelu.net. Viitattu 10.7.2023. [Hinnoittelumalleja oman työn hinnoitteluun - Hinnoittelu.net](https://www.hinnoittelu.net/hinnoittelumalleja-oman-tyon-hinnoitteluun)

Rapp Valvontakonsultit Oy. 2023. Työmaavalvojat. Verkkosivu. Viitattu 31.4.2023. <https://www.valvontakonsultit.fi/tyomaavalvojat/>

Valmet Technologies Oy. 2023. Valmet lyhyesti. Verkkosivu. Viitattu 29.2.2023. <https://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/valmet-lyhyesti/>

Valmet CFB Boiler. 2023. Valmet Technologies Oy. Verkkosivu. Viitattu 8.3.2023. [Valmet CFB Boiler utilizes circulating fluidized bed technology](https://www.valmet.com/fi/valmet-cfb-boiler)

Varis, V. Konsultti. 2023. Haastattelu 30.3.2023. Valmet Technologies Oy, Tampere.

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 26.3.2009/205. Viitattu 29.6.2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205#Lidm45843169564496>