

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

TUULIVOIMAPUISTON LAADUNHALLINNAN KEHITTÄMINEN

Keski-Suomen Betonirakenne Oy

TEKIJÄ Timi Turpeinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Rakennusmestarin tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Timi Turpeinen	
Työn nimi Tuulivoimapuiston laadunhallinnan kehittäminen	
Päiväys 18.3.2024	Sivumäärä/Liitteet 19/1
Toimeksiantaja Keski-Suomen Betonirakenne Oy	
Tiivistelmä <p>Rakennusalan laatu on ollut lähivuosina mediassa paljon esillä, ja tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää Keski-Suomen Betonirakenne Oy:n laadunhallintatyökaluja. Yritykset haluavat tehdä työntekijöiden työstä mahdollisimman tehokasta. Laaduntarkkailu ja erilaisten laadunhallinnan työkalujen käyttö vie paljon työnjohtajien työaika rakennusalalla. Työt täytyy tehdä laadukkaasti ja turvallisesti, joten uusien työkalujen käyttöönotto on välttämätöntä työn tekemisen tehostamiseksi.</p> <p>Tässä opinnäytetyössä lähdettiin digitalisoimaan tuulivoimapuiston ja sähköasemien laatudokumentointi infra- ja betonirakentamisen osalta. Congridin mobiilisovelluspohjaiselle alustalle tehtiin laatumatriisi, johon vietiin laaduntarkastusdokumenttipohjat. Erilaisia tarkastuskohteita oli yhteensä 49 kappaletta, joista 36 tuulivoimapuistolla ja 13 sähköasemilla.</p> <p>Tarkastuksia ei jatkossa tehdä paperisena tai PDF-pohjiin, vaan ne pystytään tekemään mobiilisovelluksella, ja raportit tulevat välittömästi laatumatriisiin kaikkien osapuolien näkyville. Raporttiin saadaan liitettyä valokuvat, päivämäärä, kellonaika ja tarkastukseen osallistuneet henkilöt ja heidän allekirjoituksensa. Dokumenttien digitalisoinnin avulla liikkumista laajan tuulivoimapuistoalueen ja työmaatoimiston välillä pystytään vähentämään, ja aikaa jää enemmän työkohteen tarkasteluun. Matriisia pystytään myös jatkossa muovaamaan helposti erilaisia kohteita varten.</p>	
Avainsanat Laadunhallinta, tuulivoimapuisto, sähköasema, dokumentti	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Construction Management	
Author Timi Turpeinen	
Title of Thesis Development of the Wind Farm Quality Management	
Date 18 March 2024	Pages/Appendices 19/3
Client Organisation Keski-Suomen Betonirakenne Ltd	
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to enhance the quality management tools of the client company and to maximize the efficiency of employees working hours. Quality control and the use of various quality management tools consume a significant amount of time for site managers in the construction industry. Work must always be done with high quality and safety standards, so the adoption of new tools is necessary to streamline the work process.</p> <p>This thesis focused on digitalizing the quality documentation of wind farm parks and electrical substations in the context of infrastructure and concrete construction. There were a total of 49 different inspection items, with 36 for wind farm parks and 13 for electrical substations.</p> <p>As a result, a quality matrix was created on Congrid's mobile application-based platform, into which quality inspection document templates were imported. Inspection will no longer be conducted on paper or PDF templates. Instead, they can be performed using a mobile application, and the reports will be immediately available in the quality matrix for all parties involved. The reports can include attached photographs, date, time and signatures of the individuals participating in the inspection. Through the digitalization of documents, the need for movement between the extensive wind farm park area and the site office can be reduced, allowing more time for on-site inspections. The created matrix can also be easily adjusted in the future to accommodate different types of projects.</p>	
<p>Keywords Windfarm, quality control, quality matrix, digitalization</p>	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
2	LAADUN TEORIA	6
2.1	Laatu käsitteenä	6
2.2	Laatu rakennustyömaalla.....	7
2.3	Palaverit ja kokoukset	7
2.4	Riskien hallinta	8
2.5	Standardit ja sertifikaatit	10
3	LAADUNHALLINTA.....	13
3.1	Laadunhallinnan tavoitteet.....	13
3.2	Laaduntarkastukset.....	13
3.3	Laadun dokumentointi.....	14
4	LAADUNHALLINTATYÖKALUT	15
4.1	Congrid	15
4.2	Infrakit.....	16
5	YHTEENVETO JA POHDINTA	18
	LÄHTEET	19
	LIITE 1: MALLIDOKUMENTTI.....	20
	LIITE 2: MALLIDOKUMENTTI.....	20

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä käsitellään tuulivoimapuistojen ja sähköasemien laadunhallintaa infra- ja betonirakentamisen osalta. Keski-Suomen Betonirakenne Oy toimii opinnäytetyön tilaajana. Työskentelin kesällä 2023 työnjohtoharjoittelijana tuulivoimapuiston sähköasemilla. Tänä aikana heräsi keskustelua laatutarkastuksien tekemisestä, niiden käsittelystä sekä kehitysmahdollisuuksista. Laadukas työnjälki on erittäin tärkeä osa rakennusalaa ja sen mainetta. Jotta kaikki työkohteet saadaan tehtyä turvallisesti ja laadukkaasti, tulee työmaan johtamisen sekä laadunhallinnan ja laadun dokumentoinnin olla ammattimaista ja johdonmukaista.

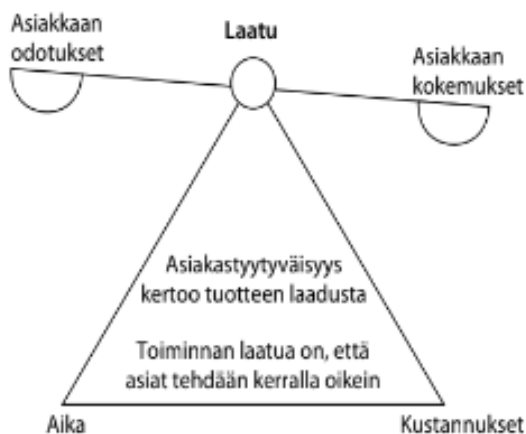
Laatudokumentteja tulee rakennusalalla paljon, ja niiden käsittely vie suuren osan työnjohtajien työajasta. Tämän työn tarkoituksena on kehittää ja nopeuttaa laatutarkastuksia sekä helpottaa laatudokumenttien käsittelyä. Jotta dokumenttien tekemistä saadaan tehostettua, tehdään laatumatriisi Congrid -palveluntarjoajan sovelluspohjaiselle alustalle ja dokumentit tullaan digitalisoimaan matriisiin. Tarkastukset tehdään jatkossa puhelimella suoraan työkohteessa, ja ne tulevat valmiina projektipankkiin valokuvien kera. Tämä ensinnäkin nopeuttaa tarkastuksien tekoa kentällä, mutta myös selkeyttää tarkastuksien lukemista projektipankista muiden tahojen toimesta. Tarkasteluoikeudet voidaan antaa tilaajalle sekä valvojille, joten dokumentteja ei tarvitse siirtää omasta projektipankista muualle heidän nähtäväksi. Tarkastuspohjia pystytään myöhemmässä vaiheessa helposti muovaamaan erilaisille projekteille sopiviksi.

2 LAADUN TEORIA

2.1 Laatu käsitteenä

Laatu on todella moniulotteinen käsite, ja perimmäinen ajatus onkin saada valmistettua vaatimukset täyttävä tuote. Laadulla pystytään mittaamaan tehdyn tuotteen toiminnallista hyötyä ja kestävyyttä muihin vastaaviin tuotteisiin nähden. Kuitenkaan nykyaikainen ajattelu ei kohdista laatua pelkkään tuotteeseen, vaan kokonaisvaltaiseen liikkeenjohtamiseen. Laatuajattelua sovelletaan myös yritysverkossa toimijoihin, valmistuksen työvaiheisiin sekä tuotteen loppukäyttäjien tarpeisiin. Kaikkien näiden yhteissumma tuottaa kokonaisvaltaisen näkemyksen yrityksen työnlaadusta. Laadun elementtejä ovat muun muassa suunnittelun laatu, toiminnan laatu, ympäristökeskeinen laatu, sekä asiakkaan havaitsema suhteellinen laatu. (Rakennustöiden laatu 2017.)

Suunnittelun laadulla tarkoitetaan sitä, kuinka hyvin loppukäyttäjän odotuksiin pystytään vastaamaan tuotteella. Vaakakupissa painavat asiakkaan odotukset työn lopputuloksesta, ja hänen kokemuksensa lopputuloksesta valmistumisen jälkeen (kuva 1). Jotta rakennus ja sen tilat vastaavat mahdollisimman hyvin loppukäyttäjän tarpeita ja odotuksia, on loppukäyttäjän hyvä olla mukana jo suunnitteluvaiheessa. Tällöin pystytään muovaamaan suunnitelmia tarpeiden mukaan, ja vältytään myöhemmiltä muutostöiltä. Tällä myös pystytään takaamaan asiakkaan odottama laatu, ja asiakas saa lähemmän kontaktin yritykseen sekä heidän tekemiseensä. Tuotannon resurssit, rakenteet ja ohjaus työmaalla määrittää laadun tason hyvin pitkälle, ja näillä on suuri merkitys myös työn tekemiseen liittyviin kustannuksiin ja aikatauluihin. (Rakennustöiden laatu 2017.)



KUVA 1. Aika, kustannukset ja laatu – aina yhteydessä toisiinsa (Rakennustöiden laatu 2017)

Ympäristökeskeinen laatu tarkoittaa rakentamisen aikaisten tarpeiden sekä toisten sidosryhmien vaatimuksien huomioonottamista. Sairaaloiden sisäilmaluokitukset, tai koulujen ja päiväkotien muuntojoustavuus ovat hyviä esimerkkejä kohteen erityisyyden tuomista tarpeista. Sähköasemilla loppukäyttäjillä on erilaisia käytäntöjä esimerkiksi valaistuksen, valvonnan ja kohteen teknisten asioiden suhteen kohteen käytön aikana, ja näitä pyritään toteuttamaan tilaajan toiveen mukaan rakennusvaiheessa, jotta lopputuotteesta saadaan mahdollisimman hyvin asiakkaan tarpeita täyttävä. (Rakennustöiden laatu 2017.)

Toiminnan laatu kuvaa yrityksen sisäisiä toimintamalleja. Johtohenkilöiden pätevyys ja työmoraali määrittävät, kuinka yrityksen sisällä toimitaan. Toiminnalla halutaan viestiä laadukkaasta tekemisestä niin työntekijöille ja muille urakoitsijoille, kuin asiakkaillekin. Tämä usein onkin keskeinen muutoksentehtävä, kun halutaan parantaa yrityksen tuottavuutta ja kehittää kilpailukykyä markkinoilla. (Rakennustöiden laatu 2017.)

2.2 Laatu rakennustyömaalla

Rakennustyömaalla laadukkaan työn tekemisen edellytykset ovat työntekijöiden ammattimainen asenne ja moraalitietoisuus työtä kohtaan, sekä työnjohdon oikeat välineet laadunvarmistukseen. Jos jokin näistä ei ole kunnossa, tulee työn tekemisestä haastavampaa kaikille osapuolille. Kun taas kommunikointi toimii molempiin suuntiin, pystytään asioihin reagoimaan nopeasti työmaalla.

Rakennuttajan tulee laatia kohteeseen laatusuunnitelma, jonka mukaan työt suoritetaan. Tämä laatusuunnitelma voidaan yhdistää hankkeelle laadittuun projektisuunnitelmaan. Näitä laatusuunnitelmia on useita, jotka ovat sisällöltään ja muodoltaan erilaisia. Tämä laaditaan myös palvelemaan rakennuttajaa itseään. (Rakennushankkeen laadunvarmistus.)

Työnjohtajien liikkuminen työmaalla sekä työn havainnointi on passiivista laadunhallintaa, jossa ei tarvita erillisiä laatumittauksia. Tällä saavutetaan mukavampi ilmapiiri työntekoon, kun työntekoa valvotaan muutoinkin kuin pelkillä tarkastuksilla. Jokapäiväinen työn seuranta ja työntekijöiden kanssa keskustelu ennaltaehkäisee suuren osan mahdollisista ongelmista. Positiivista palautetta on myös erittäin tärkeä antaa työntekijöille. Sillä saavutetaan parempi työilmapiiri ja työmotivaatio. Vaikka työkohteessa olisi jotain puutteita, on silti työnjohtajan hyvä saada työkohteesta positiivinen puoli esille. (Rakennushankkeen laadunvarmistus.)

Työntekijöiden sekä työnjohdon yhteisellä järkkymättömällä ammattitaidolla saadaan rakennustyömaat tehtyä valmiiksi laadukkaasti, aikataulussa ja ennen kaikkea turvallisesti. Jos työn aikana virheisiin tai puutteisiin törmätään, tulee ne korjata välittömästi laaditun korjaussuunnitelman mukaisesti. Tärkeää näiden tilanteiden kohtaamisessa on se, että juurisyyt ymmärretään ja ongelmakohdista tiedotetaan sisäisesti, jotta yrityksen ammattitaito karttuu.

2.3 Palaverit ja kokoukset

Työmaalla asioiden selvittelyä ja kommunikointia helpottavat erilaiset palaverit ja kokoukset, joissa päästään saman pöydän ääreen keskustelemaan asioista koko työryhmän kuullen. Palaverit ovat epävirallisempia, joissa keskustellaan vapaammin ja pyritään lisäämään yhteistä ymmärrystä tulevista asioista sekä sovitaan seuraavista toimenpiteistä. Kokous taas on virallisempi, johon määritetään puheenjohtaja, ja asiat käsitellään esityslistan mukaan. Kokouksesta laaditaan aina kokouspöytäkirja, johon listataan kokouksessa käsitellyt asiat ja joka toimitetaan kokouksen päätyttyä kaikille osallistujille.

Aina uuteen työvaiheeseen siirryttäessä tärkeä ja ennakoiva väline laadunvarmistukseen on työvaiheen aloituspalaverin pitäminen. Palaverissa käydään läpi laaditun tarkastuslistan ja työvaihesuunnitelman pohjalta, että kaikki on kunnossa uuden työvaiheen aloitukseen. Palaverista laaditaan muistio kaikille osapuolille. (Kuva 2.) Työkohteen kunto, materiaalien saatavuus, edellisen työvaiheen valmius ja sääolosuhteet ovat myös asioita, joita tulee ottaa huomioon palaveria käydessä. Nämä asiat antavat edellytykset onnistua työvaiheessa alusta alkaen, kun palaverissa pystytään sopimaan asiat työnjohdon ja työntekijöiden välillä jo ennen työvaiheen aloitusta. Tähän on hyvä osallistua työnjohtajan sekä kaikkien työntekijöiden, ja jos kyseessä on aliurakoitsijan suorittama työvaihe, niin myös aliurakoitsijan työnjohtajan tulee olla paikalla. Työmenetelmät ja työvälineet, aikataulut sekä laatu-toleranssit selvitetään työryhmälle ja työnjohdon tulee varmistua siitä, että odotetut asiat ovat myös työntekijöille selviä ja työ etenee suunnitelmien mukaisesti. Jos jotain korjattavaa löytyy työkohteesta aloituspalaverin aikana, tulee nämä korjata ennen työvaiheen aloitusta, jotta työ saadaan tehtyä turvallisesti. (Ratu S-1228.)



KUVA 2. Aloituspalaverissa varmistutaan, että tekijöillä on yhtenevä käsitys työnjohdon kanssa työn sisällöstä, vaatimuksista ja vastuista (Ratu S-1228)

Viikkopalaveri on työntekijöiden kanssa käytävä viikoittainen keskustelutuokio. Siinä käydään tärkeät ajankohtaiset asiat läpi, kuten työmaan uudet turvallisuushavainnot, uudet alkavat työvaiheet ja muut yleiset huomiot. Tässä myös työntekijät pystyvät kertomaan tarpeistaan työnjohdolle. Viikkopalaverin tarkoitus onkin selventää tulevan viikon työkohteet, -tarpeet ja odotukset kaikille osapuolille.

2.4 Riskien hallinta

Riskianalyysin avulla kartoitetaan rakennushankkeen keskeisimpiä riskejä. Sen tekeminen aloitetaan jo laskentavaiheessa, mutta seuranta jatkuu myös koko hankkeen ajan. Analyysin tärkein tehtävä on

tuoda ilmi projektin kannalta olennaisimmat riskit. Näiden arvioimiseen tulee koota ryhmä ammattilaisia, joilla on riittävästi kokemusta eri osa-alueilta ja osaamista riskien arvioinnista, jotta havaintoja saadaan riittävän laajasti koko hankkeesta. (Ratu S-1229.)

Työn aikana vastaavan työnjohtajan täytyy varmistua, että kaikki rakennushankkeen riskit on kartoitettu ja huomioitu, ja tarvittavat toimenpiteet näiden realisoitumisen estämiseksi on rakentamisen aikana tehty. Riskit täytyy kuitenkin olla huomioituna ja listattuna jo ennen rakennushankkeeseen ryhtymistä. (Ratu S-1229.)

Kun riskit on havainnoitu, tehdään riskianalysiin riskien todennäköisyyden ja seurannan arviointi. Tähän käytetään taulukkoja, jossa arvioidaan riskien merkittävyyttä ja todennäköisyyttä. Tällä voidaan tunnistaa, mitkä riskit ovat keskeisiä hankkeelle ja mitkä tulee priorisoida vakavimmiksi. Priorisointi tehdään riskien realisoitumisen seurausten sekä realisoitumisen todennäköisyyden perusteella. (Taulukko 1.) (Ratu S-1229.)

Taulukko 1. Riskien todennäköisyyksien ja seurausten arviointi (Ratu S-1229)

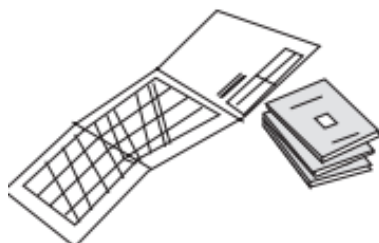
	Seuraukset		
Todennäköisyys	Vähäinen	Haitallinen	Vakava
Epätodennäköinen	Merkityksetön riski 1	Vähäinen riski 2	Kohtalainen riski 3
Mahdollinen	Vähäinen riski 2	Kohtalainen riski 3	Merkittävä riski 4
Todennäköinen	Kohtalainen riski 3	Merkittävä riski 4	Sietämätön riski 5

Työn riskejä hallitaan tehtävien alkaessa hyvällä tehtäväsuunnittelulla. Uuden työvaiheen aloituksen edellytyksiä ovat suunnitelmien ajantasaisuus, edellisten työvaiheiden valmius, sopivat olosuhteet, riittävät resurssit ja hyvä työturvallisuustaso. (Kuva 3.) Näiden toteutukseen tulee paneutua, jotta työn tekemisestä saadaan sujuvaa. Aloituspalaverissa ja mestan vastaanoton yhteydessä on hyvä hyödyntää näistä edellytyksistä laadittua tarkastuslistaa, jolloin kaikki asiat tulee varmasti huomioitua. (Ratu S-1228.)

Tehtävän suorittamisen edellytyksiä

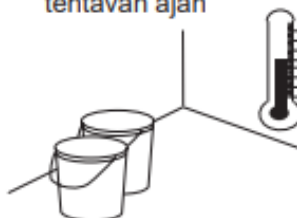
Suunnitelmat ja sopimukset

- luvat
- ajantasaiset piirustukset
- työntekijöiden perehdyttäminen



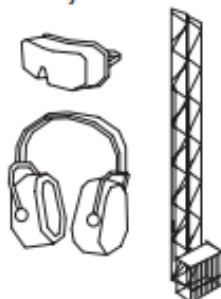
Työkohteen valmius

- edeltävien töiden valmius
- alustan laatu
- sopivat olosuhteet koko tehtävän ajan



Työturvallisuus

- henkilökohtaiset suojaimet
- putoamissuojaus
- teline- ja nosturitarkastukset



Tarvittavat resurssit

- työryhmän riittävyys
- materiaalit
- koneet ja laitteet

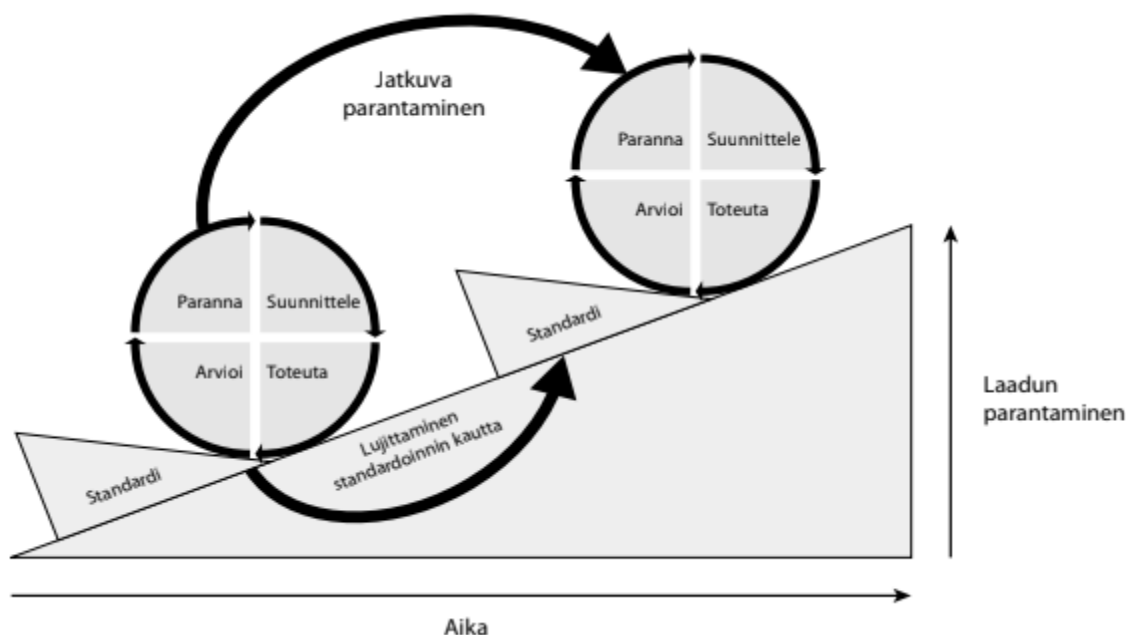


KUVA 3. Tehtäväsuunnitelmaan kirjataan tehtävän suorittamisen edellytykset. Edellytysten on oltava kunnossa koko tehtävän ajan (Ratu S-1228)

2.5 Standardit ja sertifikaatit

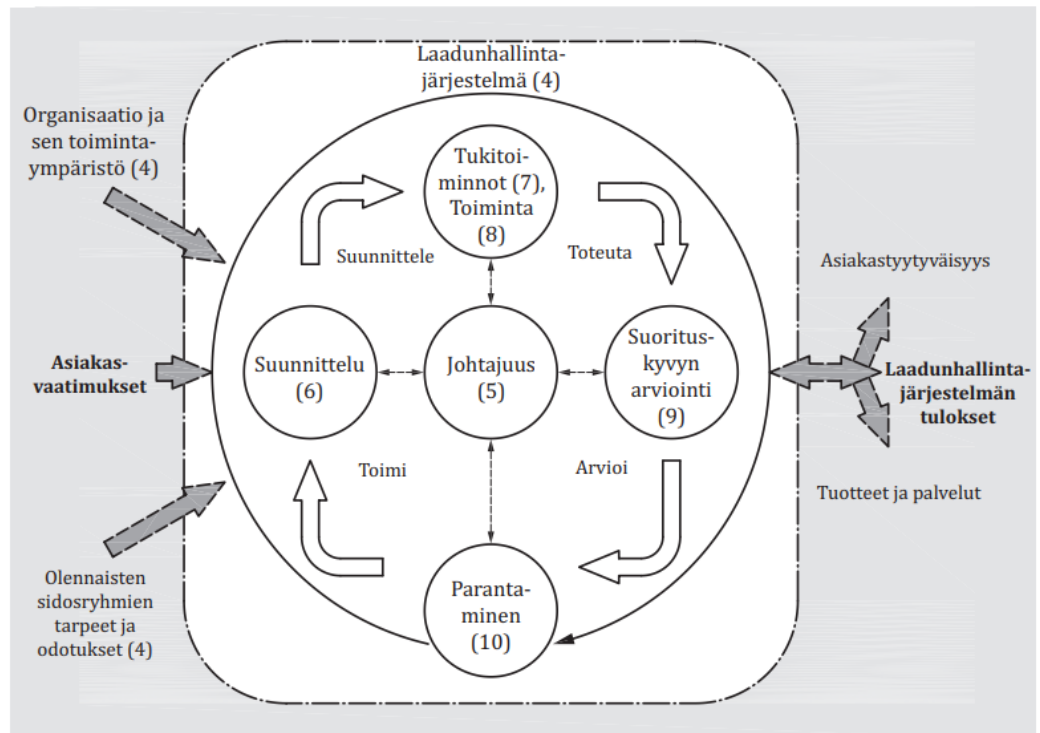
Rakennusalan laatustandardit ovat asiakirjoja, jotka sisältävät suosituksia, ohjeita ja vaatimuksia tietystä aiheesta. Standardit luovat työlle raamit, joiden avulla yritys pystyy tuottamaan asiakasvaatimukset täyttäviä rakennuspalveluitaan johdonmukaisesti, sekä hallinnoimaan toimintaympäristöön liittyviä riskejä ja mahdollisuuksia. Standardit määrittävät esimerkiksi johtajien vastuuta, työtapoja sekä valvontalaajuutta. Muuttuvassa ympäristössä erilaisten tarpeiden ja vaatimusten johdonmukainen täyttäminen on haasteellista. Johtotehtävissä olevien henkilöiden tulee vakuuttua siitä, että laadunhallintajärjestelmä toimii ja vaikuttaa työmaalla työskentelyyn sekä työnjälkeen. Jos tähän ei

pystytä nykyisellä järjestelmällä, joutuu johtoryhmä muovaamaan laadunhallintajärjestelmää tai järjestelmään uudelleenorganisointeja. Standardointi siis lujittaa ja yhtenäistää rakennusalan laatua ja laadunhallintaa. (Kuva 4.) (EN ISO 9001.)



KUVA 4. Standardointi lujittaa tekemisen laatua (EN ISO 9001)

Keski-Suomen Betonirakenne Oy:lle on myönnetty EN ISO 9001 standardin mukainen sertifikaatti, jolla pyritään parantamaan organisaation kokonaisvaltaista suorituskykyä. Sertifikaatin saaminen tarkoittaa, että Keski-Suomen Betonirakenteen toiminta täyttää standardin vaatimukset laatutoiminnalle. Tässä EN ISO 9001 -standardissa noudatetaan prosessimaista toimintamallia, johon yhdistyy riskiperusteinen ajattelu sekä PDCA-malli. Tällä tarkoitetaan suunnittele, toteuta, arvioi ja toimi toimintatapaa (kuva 5). PDCA-mallin avulla organisaatio pystyy varmistumaan, että sen työmailla sekä kaikilla työvaiheilla on riittävät resurssit, sekä parantamismahdollisuudet huomataan ja pystytään hyödyntämään. Kun yritys pystyy osoittamaan sitoutuvansa laadunhallintajärjestelmään ja toimivansa standardien mukaan, syntyy asiakkaalle luottamus työtä kohtaan. ISO-standardit toimivat myös hyvänä pohjana kestävän kehityksen mukaisille hankkeille. Kestävä kehitys on nykyaikana tärkeä osa kaikkea yritysten toimintaa. Sillä varmistamme vakaan tulevaisuuden niin yritykselle, kuin koko ihmiskunnalle.



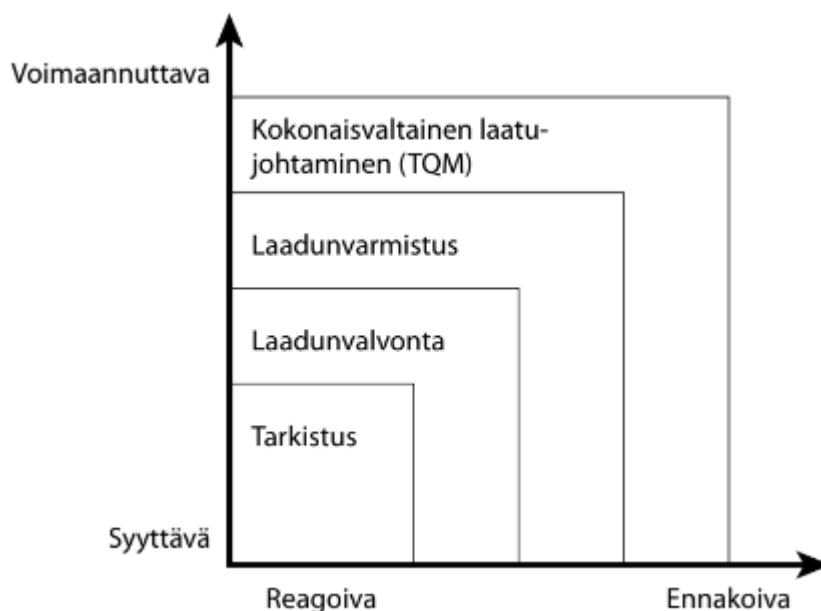
HUOM. Suluissa olevat numerot viittaavat tämän kansainvälisen standardin kohtiin.

KUVA 5. Kansainvälisen standardin ISO 9001 rakenteen esittäminen PDCA-mallin mukaisesti (EN ISO 9001)

3 LAADUNHALLINTA

3.1 Laadunhallinnan tavoitteet

Laadunhallinnan tavoitteena on varmistua siitä, että kaikki osakohteet rakennustyömaalla täyttää laatustandardit. Tarkastusten avulla pystytään jo työn aikana reagoimaan mahdollisiin puutoksiin tai virheisiin. Kun puutteet huomataan hyvissä ajoin, tulee niiden korjaamisesta huomattavasti helpompaa. Kuitenkaan laadunhallinta ei voi perustua pelkästään tarkastuksiin, vaan laatuvaatimukset tulee olla yksiselitteiset, sekä tiedossa jokaisella osapuolella jo ennen työn alkua. Ennakoivaa ajattelutapaa onkin hyvä pitää yllä aina arjessa, koska tällä vältetään suuremmilta ongelmilta ja lisäkustannuksilta rakentamisen aikana. (Rakennushankkeen laadunvarmistus.) Ennakoivalla johtamisella on merkitystä myös työntekijöiden mielialaan ja moraliin, koska ohjeistaminen on aina voimaannuttavampaa kuin jo tehdyn työn tarkastaminen (kuva 6).



Kuva 6. Kokonaisvaltainen laatujohtaminen on ennakoivaa johtamista (Rakennustöiden laatu 2017)

3.2 Laaduntarkastukset

Laadunhallinnan välineinä käytetään erilaisia laaduntarkastuksia sekä -mittauksia. Näitä laaduntarkastuksia ovat muun muassa työkohteen eli "mestan" vastaanottotarkastus, mallikatselmus, osakohteen tarkastus sekä työvaiheen vastaanottotarkastus. Näitä kaikkia käytetään rakentamisvaiheen aikana, jotta työn edistymistä ja laatua voidaan seurata koko valmistuksen ajan. Kun tarkastuksista tehdään kuvalliset dokumentit projektipankkiin, pystytään jälkikäteen todentamaan eri työvaiheiden toteutumisen oikeellisuus.

3.3 Laadun dokumentointi

Viimevuosikymmenellä digitalisaatioaalto tuli rakennusalalle, ja suuri osa dokumenteista haluttiin sähköistää. Dokumenttien digitalisoinnissa on se etu, että ne saadaan välittömästi jakoon myös työmaan ulkopuolisille tahoille, esimerkiksi yrityksen johtoryhmälle tai ulkoisille valvojille.

Työkohteita dokumentoidaan työmaalla päivittäin, niin työntekijöiden kuin työnjohdonkin toimesta. Työvaiheet valokuvataan puhelimella verkkoon valokuvapankkiin, johon ne tallentuvat päivämäärän, kellonajan ja sijainnin kanssa. Näin niitä on helppo suodattaa paikan tai ajan perusteella, ja kuvat saadaan ladattua raporttimuotoon rakennusvalvojille ja muille osapuolille. Kun työkohteista otetaan kuvia, on mahdollisuuksien mukaan hyvä ottaa mittoja näkyville valokuviin. Esimerkiksi raudoitustarkastuksissa on mahdollista näyttää mittanauhalla etäisyys raudoitteesta muotin pintaan. Tällä voidaan myöhemmin todistaa raudoitteen riittävä suojaetäisyys betonin pinnasta.

4 LAADUNHALLINTATYÖKALUT

4.1 Congrid

Congrid on palveluntarjoaja, joka tarjoaa laadunhallinnan sekä työturvallisuuden palveluita verkossa. Sitä voidaan käyttää kokonaisvaltaisena työkaluna laaduntarkkailussa, koska sen kautta pystytään tekemään laatutarkastuksia, sekä havaintoja työmaan laatu- ja työturvallisuusasioista verkkoon ja nämä ovat reaaliaikaisesti tarkasteltavissa kaikkien osapuolien toimesta (Congrid).

Mobiilisovellus on selkeä ja helppokäyttöinen työkalu rakennustyömaalle. Sen avulla tarkastukset pystytään tekemään puhelimella tai tabletilla, ja valokuvat saadaan välittömästi tarkastusraportin yhteyteen. Myös yleinen valokuvaaminen ja havainnointi onnistuu sovelluksen avulla, ja näistä saadaan tehtyä vika- ja puutelistoja. Sovelluksen avulla siis pystytään hallinnoimaan työmaan laatua kokonaisvaltaisesti, sekä informoimaan asioista sisäisesti työmaan muille tahoille.

Opinnäytetyössä luotiin yrityksen tarpeisin sopiva sähköinen matriisi tuulivoimapuistojen sekä sähköasemien maa- ja perusrakentamiselle. Tuulivoimapuistojen matriisi sisältää yhteensä 36 tarkastettavaa työvaihetta (kuva 7). Sähköasemien vastaava määrä on 13 (kuva 8). Matriisiin määriteltiin osiot tehtäväsuunnittelulle, aloituspalavereille, mestan vastaanottotarkastukselle, mallikatselmukselle, osakohteen tarkastuksille, työvaiheen aikaiselle valokuvaukselle, työvaiheen vastaanottotarkastukselle, betonointipöytäkirjoille, muille dokumenteille sekä CE-dokumenteille (liite 1 ja liite 2.) Laatutarkastuksiin käytettiin pohjana jo aiemmin käytössä olleita tarkastuspohjia, jotka tuotiin matriisiin uuteen muotoon. Matriisiin pystytään määrittämään tavoitemäärät eri tarkastuksille, ja niiden etene- mistä on helppo seurata työmaan edetessä. Näin laatudokumentaation valmiusaste on saatavilla kul- lekin työvaiheelle.

Työvaihe, työvaiheen numero ja nimi	TESU (Tehtäväsuunnitelu)	Aloituspalaveri (Tiedosto)	Mestan vastaanotto (Tarkastus)	Mallikatselmus (Tarkastus)	Osakohteen tarkastus (Tarkastus)	Työvaiheen aikainen valokuvaus (Tarkastus)	Työvaiheenvastaanotto (Tarkastus)	Betonointipöytäkirja (Tiedosto)	Muut dokumentit (Tiedosto)	CE-dokumentit (Tiedosto)
1 Bop	0									
110 Maaperän lausunnot	0					0			0	0
111 Maaperän kemialliset rasitukset	0								0	0
112 Mylynpohtien levykuormituskoe	0					0			3	
113 Nostokentän levykuormituskoe	0					0			1	
114 As-built mylynperustusten murskekorko	0					0			0	
1141 Mestan luovutus maanrakennukselta perustusvaiheeseen GRA	0		0 / 69			0			0	0
1142 Mestan luovutus maanrakennukselta perustusvaiheeseen RAF	0		0 / 69			0			0	0
115 Blinding layer betonointipöytäkirja	0							0	0	0
116 Blinding layer kuormakirja	0								0	
117 Blinding layer As-built	0								0	0
118 Perustuksen muotti- ja raudoitustarkastus	0				0 / 69	0			0	0
119 SIF ankkuripultit	0								0	0

KUVA 7. Ote tuulivoimapuiston sähköisestä laatumatriisista (Congrid)

Työvaihe, työvaiheen numero ja nimi	TESU (Tehtäväsuunnittelu)	Aloituspäivä (Tiedosto)	Mestari vastaanotto (Tarkastus)	Mallikatselmus (Tarkastus)	Osakohteen tarkastus (Tarkastus)	Työvaiheen aikainen valokuvaukset (Tarkastus)	Työvaiheenvastaanotto (Tarkastus)	Betonointipöytäkirja (Tiedosto)	Muut dokumentit (Tiedosto)	CE-dokumentit (Tiedosto)
2 SS	0									
210 Murskepohjan Loadman -kokeet	0	0				0			0	0
211 Leikkaus/murskepinta tarkkeet	0	0				0			0	0
212 Pohjalaatan rauditus- ja muottitarkastus	0	0			0 / 10	0			0	0
213 Pohjalaatan valun betonointipöytäkirja	0					0		0	0	0
214 Pilareiden rauditus- ja muottitarkastus	0	0			0 / 17	0			0	0
215 Pilareiden valun betonointipöytäkirja	0					0		0	0	0
216 Seinien rauditus- ja muottitarkastus	0	0			0 / 12	0			0	0
217 Seinien valun betonointipöytäkirja	0					0		0	0	0
218.Hölvän rauditus-la	0	0			0 / 4	0			0	0

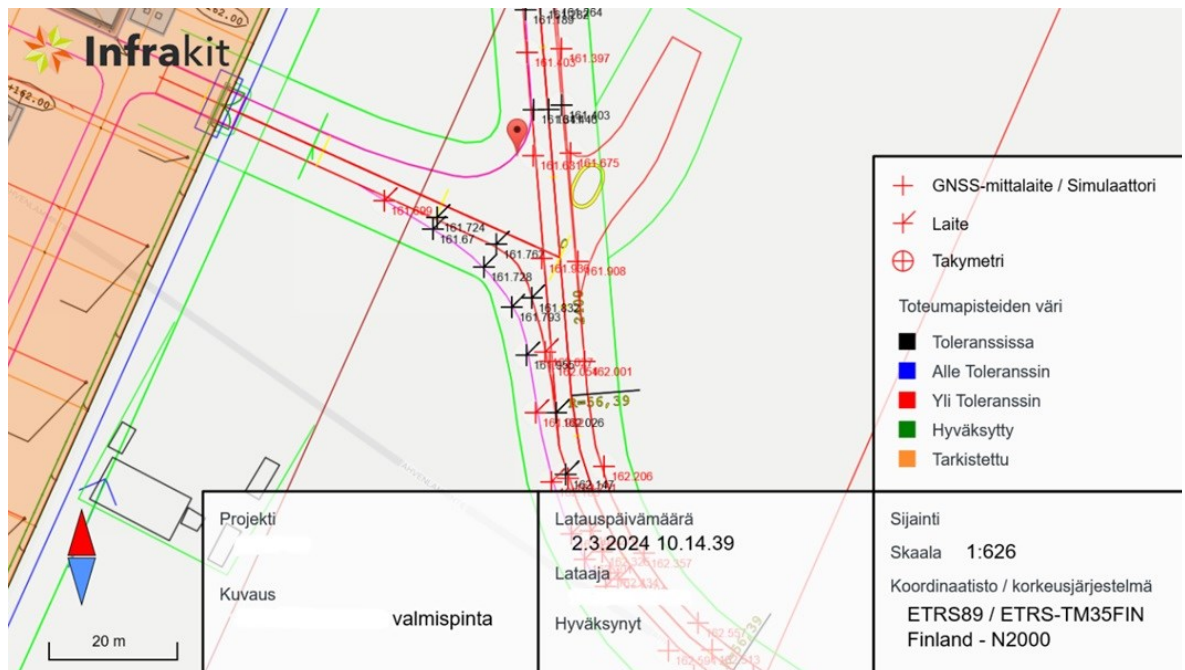
KUVA 8. Ote sähköasemien laatumatriisista (Congrid)

4.2 Infrakit

Infrakit on toinen käytössä oleva palveluntarjoaja. Sen tarkoitus on tehostaa maanrakennuksen toimintaa tarjoamalla mittatietoja paikkatietoon perustuvassa karttapalvelussa. Mittamies tai maanrakennuskoneen kuljettaja pystyy mittaamaan tarkepisteet työmaalla GPS-laitteilla tai GPS-mittalaitteilla varustellulla maanrakennuskoneella, ja Infrakit antaa datan visuaalisesti karttanäkymässä tai automatisoituina raportteina. Tämä helpottaa työn seuranta, ohjeistamista, laatusuranta ja dokumentointia. (Infrakit.) Myös erikoiskuljetuksissa karttanäkymästä on hyötyä, kun saamme tielinjojen tarkkeet kartalle, ja suurien kuljetuksien tilantarvetta pystytään laskemaan kääntyvyysäiteiden avulla (kuva 9).

Ohjelmalla saadaan kulkemaan suunnitelma- ja toteutumätiedot digitaalisessa muodossa koko hankkeen läpi, ja saadaan kommunikaation puutokset tai viivästyksen minimoitua. Selkeiden tarkekuvien perusteella saadaan välittömästi tieto liikkumaan muille projektissa työskenteleville tahoille, kuten suunnittelijoille, valvojille, ja tilaajalle verkkoyhteyden välityksellä. Tämä myös varmistaa, että kaikki työskentelevät aina ajantasaisten tietojen perusteella (Infrakit).

Infrakitin avulla pystytään myös seuraamaan työkoneiden, kuten kaivinkoneiden ja kuorma-autojen sijaintia ja kulkua työmaalla. Laajalla tuulivoimapuistotyömaalla tästä on hyötyä, kun työnjohtajat pystyvät reaaliajassa seuraamaan työkoneiden sijaintia, ja määrittämään oikeat koneet oikeisiin työkohteisiin.



KUVA 9. Infrakit näyttää tarkkeet selkeästi kartalla (Infrakit).

5 YHTEENVETO JA POHDINTA

Kesällä 2023 työharjoittelussa oman havainnointi sekä keskustelu muiden työnjohtajien kanssa herätti mielenkiintoni laadunhallinnan sujuvuuden kehittämismahdollisuuksista. Käsin tehdyt PDF-raportit olivat hieman kankeita käsitellä, sekä valokuvien lisääminen sekä raporttikokonaisuuksien siirtely vei turhan paljon aikaa.

Tämän opinnäytetyön lähtökohta oli se, että laaduntarkastusten tekemistä ja laatudokumentointia tulisi sujuvoittaa työnjohtajien työajan tehokkuuden nostamiseksi. Työn aikana tehtiin Congrid pohjainen digitaalinen laatumatriisi, johon saadaan tehtyä laatutarkastukset mobiililaitteilla. Tämän ansiosta tarkastukset voidaan tehdä kokonaisuudessaan työkohteessa paikan päällä. Näin työ tietokoneella jää vähäisemmäksi, ja pystytään viettämään enemmän aikaa työmaalla. Eritoten tuulivoimapuistoissa, jossa työkohteiden etäisyydet ovat suuria ja työaikaa kohteiden välillä liikkumiseen kuluu paljon, on hyödyllistä, että tarkastukset saadaan vietyä verkkoselaimeen ja matriisiin suoraan työkohteessa.

Itse kirjoitustyössä käytiin läpi laadun teoriaa, laatustandardeja, palaverikäytäntöjä ja rakentamisen riskejä. Minulle opiskelijana työ oli tärkeä, koska pääsin perehtymään tarkemmin tilaajayritykselle myönnettyyn laatustandardiin sekä useisiin Ratu-kortteihin sekä -ohjeistuksiin. Rakennusmestarin työssä näiden asioiden kanssa ollaan päivittäin tekemisissä, joten tarkempi tutkiskelu ja perehtyminen on olennaista. Standardien mukaan työskentelyn lisäksi, on työskentelyn oltava myös eettisesti oikein sekä kestävän kehityksen mukaista.

Laadunhallinnan, sekä muidenkin osa-alueiden digitalisaatio on tullut niin rakennusalalle kuin kaikille muillekin teknisille aloille jäädäkseen. Aiempaan paperityöhön verrattuna digitaaliset tarkastukset ovat usein nopeampia täyttää, sekä valokuvaus saadaan suoritettua samalla sovelluksella, ja kuvat jäävät matriisiin tarkastuksen yhteyteen. Tämä kuitenkin vaatii yhä enemmän diginatiivia työnjohtoa rakennusalalle, jotta työ todella tehostuu mobiilisovellusten ja verkkoyhteyksien avulla. Kun yleisesti keskustellaan yritysten tuloksista, ja yritetään parantaa työntekijöiden tehokkuutta, on näillä järjestelmillä suuri merkitys.

Opinnäytetyö oli mielestäni molemmin puolin palkitseva, niin minulle opiskelijana kuin tilaajayritykselle. He saivat käyttöönsä valmiin digitaalisen laatumatriisipohjan tuulivoimapuistojen sekä sähköasemien infra- ja betonirakentamiseen. Minulle nämä ohjelmat, Congrid sekä Infrakit tulivat entistä tutummiksi, ja uskon että jatkossa tulen käyttämään heidän palveluitaan entistä enemmän.

LÄHTEET

Congrid Oy. Julkaisuaika tuntematon. Kun haluat tietää mitä rakennat. Verkkajulkaisu. www.congrid.fi. Viitattu 20.2.2024.

Infrakit Group Oy. Julkaisuaika tuntematon. Tietoa meistä. Verkkajulkaisu. www.infrakit.com/fi/ota-yhteystta/tietoa-meista/. Viitattu 12.3.2024.

ISO 9001, Laatustandardi 2015. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS Ry. Viitattu 17.2.2024.

Rakennushankkeen laadunvarmistus. Rakennustietosäätiö RTS, Rakennustieto Oy ja Rakennusmes-
tarit ja insinöörit AKM RKL ry. Viitattu 15.1.2024.

Rakentamisen kehittäminen. Rakennusteollisuus RT ry. Viitattu 14.3.2024.

Ratu KI-6029, Rakennustöiden laatu 2017. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS.
Viitattu 3.2.2024.

Ratu S-1228. Helsinki: Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS 2010. Viitattu
1.3.2024.

Ratu S-1229. Helsinki: Rakennustieto Oy, Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS
2011. Viitattu 1.3.2024

LIITE 1: MALLIDOKUMENTTI

Liitettä ei julkaista luottamuksellisuuden takia.

LIITE 2: MALLIDOKUMENTTI

Liitettä ei julkaista luottamuksellisuuden takia.