



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

KILPAILUEDUN SAAVUTTAMI- NEN JAKELUVERKON RAKEN- TAMISURAKOISSA

TEKIJÄ: Tuomas Toivanen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Tuomas Toivanen	
Työn nimi Kilpailuedun saavuttaminen jakeluverkon rakentamisurakoissa	
Päiväys 27.5.2015	Sivumäärä/Liitteet 26 / 1
Ohjaaja(t) yliopettaja Ari Suopelto	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Varpaisjärven Maansiirto ja Vesitekniikka Oy / toimitusjohtaja Ari Huusko	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Jakeluverkkourakointi on kilpailtu toimiala. Haastavuutta lisää urakoiden laajuus- ja vaativuuserot, jotka vaikuttavat olennaisesti tarvittavaan kalustoon sekä työntekijöiden osaamisvaatimuksiin. Urakoinnissa pärjäämiseen on löydettävä keinoja, kuinka urakat saadaan paremmin kannattaviksi. Opinnäytetyö tarjoaa ehdotuksia jakeluverkon rakentamiseen kilpailukyvyyn parantamiseksi.</p> <p>Opinnäytetyö pohjautuu Toyotan Lean-ohjausjärjestelmään ja siihen kuuluviin työkaluihin. Tarkoituksena oli sovittaa Lean-työkaluja jakeluverkkourakointiin ja työn hallittavuuteen. Jotta työn tekemisestä saataisiin mahdollisimman optimoitu, tarkastellaan kaikkia työvaiheita eliminoiden hukka.</p> <p>Opinnäytetyössä on esitelty myös 20 kV verkon tärkeimmät ja näkyvimmat komponentit. Komponenttien kilpailuttaminen on osa kilpailukykyä. Työssä perehdyttiin myös keskijännitemaakaapeloinnin vaatimuksiin sekä suojauksiin. Tarvittavat vaatimukset ja suojausedellytykset on tärkeä tuntea ennen asennustyötä. Asiantunteva osaaminen tuo kustannustehokkuutta ja edistää kilpailukykyä.</p> <p>Opinnäytetyössä haastateltiin yrityksen ylintä johtoa ja työntekijöitä. Haastatteluiden tarkoituksena oli selvittää yrityksen nykytilannetta ja se, kuinka eri osapuolet näkevät asioita. Haastatteluiden pohjalta laadittiin ehdotus yrityksen toimintamallin ja prosessien kehittämiseksi siten, että toiminta olisi joustavaa, laadukasta ja kustannustehokasta.</p> <p>Haastatteluiden ja laskelmien pohjalta saatiin selvitettyä, missä yrityksen hukan aiheuttajat olivat. Näitä hukan kohtia pyritään välttämään tulevaisuudessa ja kehittämään uusia toimintatapoja. Työn aikana selvisi myös, että työntekijöitä tulisi ohjata enemmän heidän vahvuuksiensa mukaan.</p>	
Avainsanat Lean-toiminnanohjausjärjestelmä, jakeluverkko, kilpailuetu	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author(s) Tuomas Toivanen			
Title of Thesis Attainment of Competitive Edge in Distribution Network Contract Work			
Date	May 27, 2015	Pages/Appendices	26 / 1
Supervisor(s) Mr Ari Suopelto, Principal Lecturer			
Client Organisation /Partners Varpaisjärven Maansiirto ja Vesitekniikka Oy / Mr Ari Huusko, Managing Director			
Abstract			
<p>The aim of this final project was to propose how to improve the competitiveness in the contracting of electrical distribution network. This thesis is based on Toyota Lean management system and its tools. The purpose was to apply the Lean tools to contracting and work manageability of electrical distribution network.</p> <p>To be able to get the work optimized as well as possible, all the work phases were studied and the wastage was eliminated. Also the most important and visible components of 20 kilovolt network were reviewed. Competitive bidding of components has an impact on competitiveness. In this thesis also the requirements for medium voltage cabling and protections were studied. It is very important to know the requirements and security conditions before mounting. Professional knowledge brings cost-effectiveness and promotes the competitiveness. For this thesis the highest level management of one company and its employees were interviewed. The purpose of the interviews was to clarify the current situation in the company and how the parties see it.</p> <p>Based on the study, a suggestion was made to improve the company's approach and processes so that the work would be flexible, high-quality and cost-effective. Wastage points were identified in the company as a result of the interviews and calculations. These wastage points will be avoided and new approaches will be developed in the future. During the work it also became clear that employees need more guidance according to their individual strengths.</p>			
Keywords distribution network, competitive edge, Lean			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	LEAN-TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄ	7
2.1	Lean-taustat	7
2.2	Lean-menetelmät	7
2.2.1	JIT	7
2.2.2	Kaizen	8
2.2.3	Muri	8
2.2.4	Mura	8
2.2.5	Muda.....	9
2.3	Toiminnan kehittäminen Leanin avulla	10
2.4	Työkalut.....	11
2.4.1	5S.....	11
2.4.2	Kanban.....	13
2.4.3	VSM	13
3	JAKELUVERKON RAKENNE JA RAKENTAMINEN	14
3.1	Vaiheet ennen töiden aloittamista	14
3.1.1	Tarjouskilpailu	14
3.1.2	Sopimukset.....	14
3.1.3	Projektisuunnitelma.....	14
3.2	Pylväät.....	15
3.3	Eristimet	16
3.4	Eroottimet.....	18
3.5	Orret	19
3.6	20 kV johtimet	19
3.7	Keskijänniteverkon maadoitukset	20
3.8	Keskijänniteverkon maakaapeli AHXAMK	20
4	JAKELUVERKON RAKENTAMISEN NYKYTILANNE	22
4.1	Aloitukset	22
4.2	Työntekijöiden näkemyksiä.....	22
4.3	Ylimmän johdon näkemyksiä	22
4.4	Projektien vertailu	22

5	JAKELUVERKKOURAKAN KILPAILUEDUN SAAVUTTAMINEN	23
5.1	Arvoketjun määrittäminen	23
5.2	Virtauksen esteet ja hukka arvoketjussa	23
5.3	Kehitystoimet kilpailuedun parantamiseksi.....	23
5.3.1	Henkilöt.....	23
5.3.2	Koneet ja työautot	23
5.3.3	Tilaukset.....	23
6	YHTEENVETO.....	24
	LÄHTEET	25
	LIITE 1	27

1 JOHDANTO

Tämän työn toimeksiantaja on Varpaisjärven Maansiirto ja Vesitekniikka Oy:n (VMSV), joka tahtoo saada selvityksiä erilaisista toimintatavoista jakeluverkkotyömaalla. Toimintaympäristön muutoksista johtuvien viemäri- ja vesijohtolinjaurakoiden vähenemisen vuoksi yhtiö on panostanut sähköjakeluverkkourakointiin.

Työn tavoitteena on selvittää, kuinka yritys voisi hyödyntää maanrakennusosaamistaan sähköjakeluverkon rakentamisessa. Työn pohjana käytetään Lean-filosofiaa, jota muokataan sähköjakeluverkon rakentamiseen sopivaksi. Lisäksi tavoitteena on selvittää erilaisia toimintatapoja sähköjakeluverkon rakentamiseen. Tarkoituksena on selvittää, kuinka maanrakennusmiehet ja sähkömiehet saadaan toimimaan sujuvasti sekä kustannustehokkaasti yhteistyössä. Verkkoyhtiöt kunnostavat ja parantavat parhaillaan sähköjakeluverkostoaan luotettavammaksi uuden lain vuoksi. Sähköjakelun keskeytys ei saa kestää taajamassa yli 6 tuntia eikä haja-asutusalueella yli 36 tuntia vuoden 2028 jälkeen.

Tämä opinnäytetyö koostuu neljästä osasta. Ensiksi esitellään Lean-ajattelua, sen periaatteita sekä Lean-työkaluja. Opinnäytetyössä käydään läpi sähköjakeluverkkoon kuuluvien rakenteiden pääkomponentit sekä tarjouskilpailuun ja ennen urakan aloittamista sopimukseen liittyvät asiat. Työssä keskitytään myös yrityksen nykytilanteeseen sähköjakeluverkon rakentamisen osalta ja mietitään kilpailuedun saavuttamisen toimintaperiaatteita. Pohdinta sekä kilpailuedun saavuttamisen toimintaperiaatteet perustuvat Lean-ajatteluun. Osa opinnäytetyöstä on salassapitosopimuksen takia poistettu.

Varpaisjärven Maansiirto ja Vesitekniikka Oy (VMSV) on perustettu vuonna 2001 ja sen toimipaikka sijaitsee Kuopiossa. Yrityksen päätoimiala on maanrakennustyöt, viemäri- ja vesijohtolinjat sekä näihin kuuluvat pumppaamot. Vuonna 2014 yrityksen palveluksessa oli noin 30 työntekijää sekä ylin johto. Yhtiön liikevaihto noin 5,4 miljoonaa euroa vuonna 2014. Yhtiöllä on käytössään monipuolista kalustoa, maalle ja vesistöihin. (Huusko ja Tuovinen 2015-2-11.)

2 LEAN-TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄ

Lean on toimintastrategia, jonka pääpaino on virtaus- eikä resurssitehokkuudessa (Modin, Åhlström 2013, 124). Lean-ajatus on parhaimmillaan kaiken turhan poistamista valmistusprosessissa. Tuotannossa pyritään tarttumaan ainoastaan tuottaviin prosesseihin ja asettamaan tuottavat prosessit paremmuusjärjestykseen. Lean-ajattelu on kaukonäköisyyttä: asioita tulisi katsoa kauemmaksi tulevaisuuteen. Hetkessä elämisen periaate voi aiheuttaa nopeasti ei-toivottuja tilanteita. Kaukonäköisyyden lisäksi japanilaiset kehittivät useita hukkan poistamisen malleja sekä paransivat työntekijöiden ajattelumallia ja ongelmanratkaisukykyä.

2.1 Lean-taustat

Lean-tuotantofilosofia on kehittynyt aiemmin kehitetystä Toyotan tuotantomenetelmästä (Toyota Production System, TPS). Japanilainen perheenisä Sakichi Toyoda perusti Toyota Motor Corporation poikansa Kiichiro Toyoda kanssa. Kiichiro Toyoda ja hänen ystävänsä Taiichi Ohdo vierailivat Fordin tehtaalla, josta he kopioivat TPS:n idean. (Lean Enterprise Institute.)

Uusi TPS-tuotantomalli oli niin tehokas, että se huomattiin muissakin yrityksissä (Routamaa 2013). Resurssipuutteiden vuoksi oli keksittävä tapa selviytyä, minkä seurauksena kehitettiin massatuotannon vastakohta (Korhonen 2013), tuotantomenetelmä (Just In Time, JIT). Tämän tuotantomenetelmän ideana on käyttää resursseja vain sen verran, mitä tarvitaan, missä tarvitaan ja milloin tarvitaan (Mindtools, Just In Time).

2.2 Lean-menetelmät

Lean koostuu useasta kehitetystä toimintamallista. Lean on enemmän kuin joukko erilaisia työkaluja. Se kuuluu koko organisaatioon ja sen kykyyn kehittää työntekijöitä, ajattelutapaa ja menetelmiä. (Liker 2010, 5 - 14.) Lean koostuu useista menetelmistä ja työkaluista. Leanin menetelmiä ovat JIT, Kaizen, Muri, Mura, Muda sekä työkalut 5S, Kanban ja VSM. Nämä menetelmät ja työkalut kuvaan seuraavaksi tarkemmin.

2.2.1 JIT

Just In Time -menetelmän ydin on käyttää resursseja vain tarvittava määrä. Huomion kiinnittäminen tuotteiden käsittelyyn ja varastointiin säästää kustannuksia merkittävästi. Tuotteiden tilaaminen oikeaan aikaan vapauttaa yrityksen kassavaroja ja vähentää vanhentuneiden tuotteiden määrää. Pienemmän varaston ansiosta yrityksen on helpompi uudistaa tavaroita uudempiin malleihin ja näin reagoida nopeammin asiakkaan nykyaikaisiin vaatimuksiin. Kun siirrytään pienempään varastointiin, varastonhoitajan on oltava entistä tarkempi puutteiden estämiseksi. (Mindtools, Just In Time).

2.2.2 Kaizen

Kaizen on strategia, joka ottaa huomioon kaikki työntekijät. Työntekijät ja johtajat saavuttavat yhdessä parannuksia valmistusprosessissa. Tämä yhdistää kaikkien näkemyksiä ja mielipiteitä sekä antaa yritykselle valmiuksia kehittää tehokkaampia parannusehdotuksia. Kaizen jakaantuu toimintasuunnitelmaan ja filosofiaan. Toimintasuunnitelman mukaan tapahtumien järjestäminen keskittyy parantamaan erityisaloja yrityksen sisällä. Erityisalat päivittävät organisaatiotaan, jossa keskitytään erityisesti alimman tason työntekijään. Työntekijää opetetaan ajattelemaan työssään loogisesti ja soveltamaan johdonmukaisesti oppimaansa. Filosofian tavoite on rakentaa kulttuuri, jossa työntekijät osallistuvat aktiivisesti parannusten käytäntöönpanoon. (Lean Production 2010 - 2013.)

Tyypillisesti Kaizen-tapahtumat alkavat asettamalla tavoitteet ja antamalla tarvittavat taustatiedot. Tämän jälkeen arvioidaan nykytilaa ja laaditaan parannusehdotuksia. Aletaan tehdä parannuksia käytännössä sekä arvioidaan parannukset ja korjataan tarvittaessa. Lopuksi tehdään raportointi esimiehille ja selvitetään jatkotoimenpiteet. (Lean Production 2010 - 2013.)

2.2.3 Muri

Murin toimintamalli viittaa työntekijöiden ja koneiden ylikuormittamiseen sekä ylituotantoon. Näitä voidaan kutsua myös kohtuuttomuudeksi. On kohtuutonta vaatia työntekijöiltä jatkuvaa ylikuormitusta, tämä ei anna lisäarvoa työlle. Ylikuormittaminen on yleensä tarpeetonta ja aiheuttaa turhaa stressiä. (Lean manufacturin tools, Muri; Lean manufacturing conference 1997.)

Jotta työntekijöitä ja koneita ei ylikuormiteta, vältetään seuraavia asioita:

- ❖ työskentely prosesseissa, joihin ei ole koulutusta
- ❖ huonosti säädetyjä työpisteitä
- ❖ epäselviä ohjeita
- ❖ puutteita työkaluissa ja välineissä
- ❖ puutteellinen huolto ja epäluotettavat laitteet
- ❖ huonot yhteydenpitomahdollisuudet. (Lean manufacturin tools, Muri.)

Puuttamalla Murin epäkohtiin on myös muistettava, että työntekijöiden vähäinen stressi parantaa työn tehokkuutta. On kallista pitää töissä tehotonta työntekijää, joka kuluttaa, mutta ei tuota. On pyrittävä varmistamaan ja maksimoimaan tuotto, koska voittoa tekevä yritys on hyödyksi myös työntekijöilleen ja asiakkailleen. (Lean manufacturin tools, Muri.)

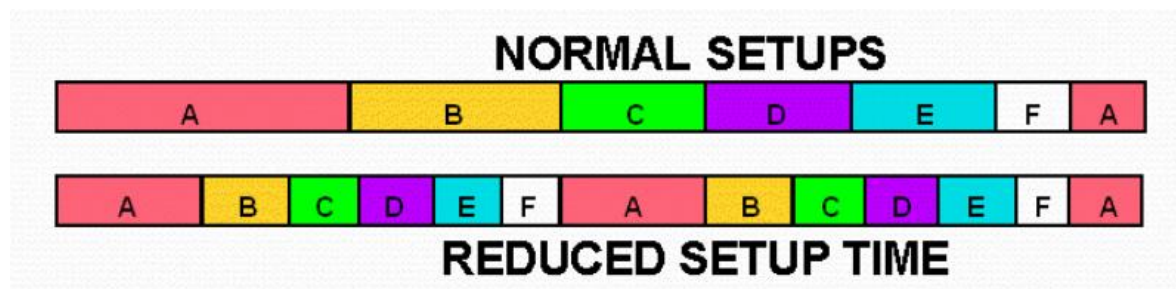
2.2.4 Mura

Mura tarkoittaa epätasaisuutta ja epäjohdonmukaisuutta. Kysynnän epätasaisuus vaikuttaa tuotantoon. Ylituotantoa (muri) ei saisi syntyä, mutta kysynnän ylittäessä tarjonnan kapasitetti ei välttä-

mättä pysty vastaamaan kysyntään. Tällöin tuotanto yrittää kiirehtiä saavuttaakseen tasapainoisen tuotantonsa. (Lean manufacturin tools, Mura.)

Yleensä on edullisempaa hankkia samaa tuotetta paljon kerralla ja tuottaa iso määrä tuotteita. Tästä ei kuitenkaan ole mitään hyötyä, jos asiakas ei tarvitse tuotteita. Muran vähentäminen voi olla vaikeaa, ja useat yritykset ovatkin haluttomia puuttumaan siihen (Lean manufacturin tools, Mura).

Kuvan 1 alemman tuotantomallin mukaan säästetään aikaa tuotteen läpimenoajassa, parannetaan reagoivuutta, pienennetään varastotilaa, aiheutetaan vähemmän vikoja sekä ehkäistään tuotteiden vanhentumista.

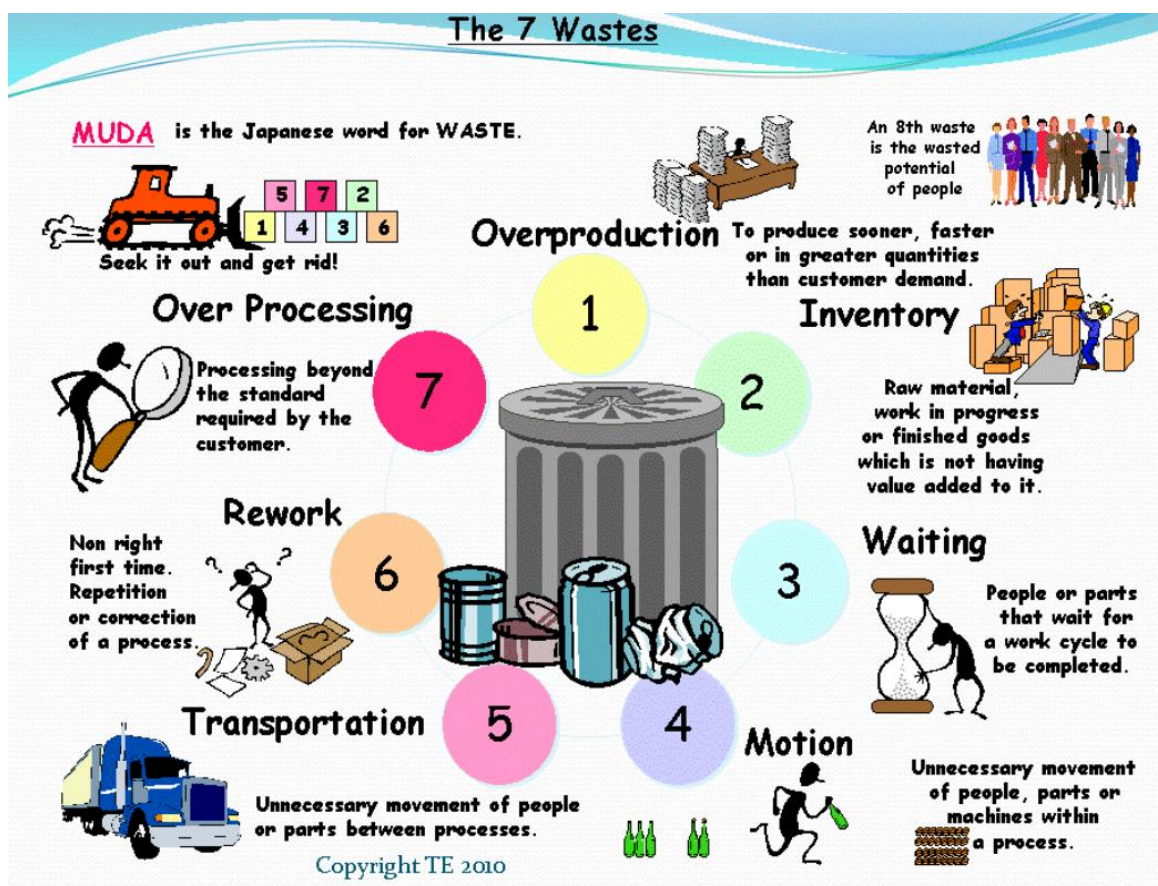


KUVA 1. Asetusten vähentämisen hyödyt (Muokattu Lean Manufacturing Tools.)

2.2.5 Muda

Muda on kaikkea toimintaa, joka ei tuota lisäarvoa prosesseissa. Muda tarkoittaa hukkaan heitettyä aikaa, liika-resursseja ja lopuksi yrityksen turhaa rahan menetystä. Seuraavaksi luetellaan mudan seitsemän hukkaa (kuva 2):

1. Ylituotanto on suurta hukkaa, koska sille ei ole maksajaa. Lisäksi ylituotanto kuormittaa henkilöstöä, jonka aika on pois muusta toiminnasta.
2. Tuotteiden raaka-aineiden säilytys varastossa on turha kustannus yritykselle.
3. Työtahdi hidastuu ihmisten tai osien turhan odottelun takia.
4. Vältetään ihmisten, osien tai koneiden tarpeetonta liikuttamista prosessien aikana.
5. Vältetään tarpeetonta ihmisten ja osien välistä liikehdintää prosessien aikana.
6. Tehdään jo ensimmäisellä kerralla huolellisesti ja oikein, koska uudelleen valmistaminen tai korjaus kuluttaa aikaa.
7. Tuotteen ylijalostaminen ei lisää sen arvoa prosessissa.

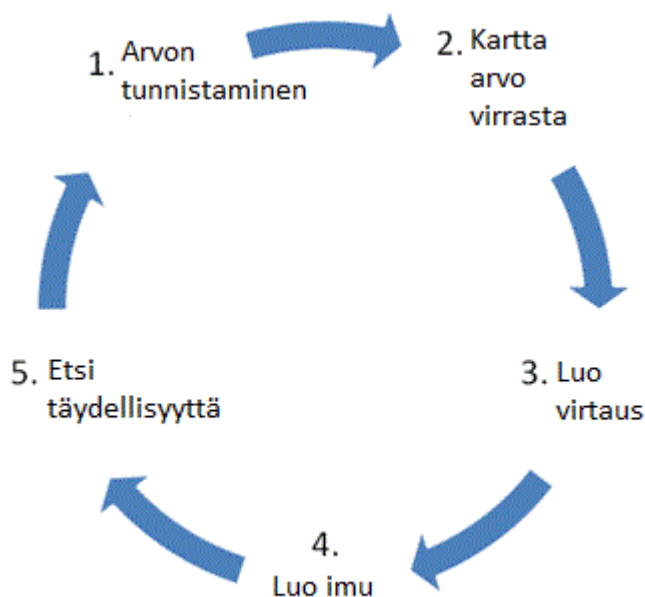


KUVA 2. Mudan seitsemän hukkaa (Muokattu Lean Manufacturing Tools.)

2.3 Toiminnan kehittäminen Leanin avulla

Leanin taktiikoita käyttäen on helppo muistaa viisiportainen ajattelun ohjaus (kuva 3), mutta sitä ei ole kovinkaan helppo saavuttaa. Toiminnan kehittämiseksi tulisi ensiksi määrittää tavaran arvo asiakkaan näkökulmasta tuoteperheittäin. Tulisi selvittää, mitä asiakas haluaa ja mitkä ovat asiakkaan antamat arvot eri painopisteille. Tämän jälkeen on tärkeää tunnistaa kaikki ne vaiheet, jotka eivät tuota arvoa. Jokainen tuoteperhe tutkitaan huolellisesti yksi kerrallaan. Työn joustavan etenemisen kannalta arvoa tuottavista toimista luodaan lista, josta pidetään tiukasti kiinni, jolloin virtaus lähenee tilaajaa tasaisesti. Virtaus luo imua ja joustavasti toimiva työyhteisö pystyy vastaamaan nopeasti muutoksiin. Koko organisaation on osallistuttava tämän imun ja virtauksen luomiseen, mikä vaatii Lean-kulttuurin omaksumista kaikilta organisaatioon kuuluvilta. (Lean Enterprise Institute.)

Täydellisyyttä lähennyttäessä arvo on määritelty. Siinä on tunnistettu arvovirta, poistettu hukkan eri vaiheita ja virtaus sekä imu on otettu käyttöön. Tämän jälkeen prosessi aloitetaan uudelleen. Kierrosta jatketaan, kunnes täydellisyyden tila saavutetaan. Täydellistä arvoa tuottava työ luodaan ilman hukkaa. (Lean Enterprise Institute.)



KUVA 3. Leanin viisi askelta kohti täydellisyyttä (Muokattu Lean Enterprise Institute.)

2.4 Työkalut

Routamaa kuvaa opinnäytetyössään, että yksi Lean-työkalu pohjautuu lähtökohtaisesti siihen, että tuottava ja laadukas työ onnistuu hyvin hoidetussa työympäristössä. Tätä työkalua kutsutaan 5S-menetelmäksi, joka muodostuu japaninkielisistä sanoista ja sen tarkoituksena on pitää huolta siisteydestä sekä työpisteen järjestyksestä. (Routamaa 2013, 20.)

2.4.1 5S

5S muodostuu japaninkielisistä sanoista, joiden viiden askeleen kautta päästään työn laadukkaaseen lopputulokseen. Nämä viisi askelta ovat:

- Seiri / Sort (poista kaikki tarpeeton)
- Seiton / Set in order (järjestä tarvittavat asiat helposti löydettäväksi)
- Seiso / Shine and Inspect (puhdistaa ja korjaa)
- Seiketsu / Standardize (vakiinnuta ja viestitä)
- Shitsuke / Sustain (kehitä ja ylläpidä). (Routamaa 2013; WERC 2009.)

Ensimmäisen askeleen (Seiri) tarkoitus on poistaa työpisteeltä kaikki ylimääräinen. Poistetaan kaikki tarpeettomat työkalut, joita ei kyseisessä työssä tarvita. Tämä säästää aikaa tarpeettomien työkalujen siirtelyltä, joka ei tuota arvoa. Tarpeettoman poistamisella saadaan tehostettua arvoa tuottavaa työtä ja saadaan tilaa työalueelle. (Korhonen 2013; WERC 2009.)

Työpisteen välineet on käytävä aika ajoin läpi (inventaario), jotta työkalujen oikea määrä ja kunto selviää. Inventaarion avulla saadaan selville, onko joitakin välineitä kertynyt liikaa ja tarvitaanko niitä enää. Tarpeettomiin työkaluihin kannattaa merkitä, mitä niillä tehdään, jotta kaikki työntekijät tietä-

vät, mikä kyseinen työkalu on. Tarpeettomiksi havaitut työkalut kannatta varastoida yrityksen varastoon myöhempää tarkastusta varten. Varaston tyhjennys tehdään sovittuna ajankohtana ja tarpeettomat työkalut heitetään pois.

Toisen askeleen (Seiton) tarkoitus on saada työkalut järjestykseen. Aseta eniten tarvittavat työkalut helposti saataville paikoille. Työkalut kannattaa lajitella jonkin logiikan perusteella. Esimerkiksi painavimmat työkalut alas, sähköllä toimivat työkalut oikealle puolelle sekä turvallisuuteen ja hätätoimintaan liittyvät työkalut vasemmalle puolelle. Myös hyllyjen värikoodaus auttaa työkalujen lajittelussa. Värikoodauksessa esimerkiksi siniselle hyllylle mutterit ja punaiselle hyllylle kiinnikkeet. Työkalut on tärkeä palauttaa aina samaan paikkaan. Näin kenenkään työntekijän ei tarvitse etsiä työkaluja eikä tehdä tuottamatonta työtä. (Routamaa 2013; WERC 2009.)

Kolmannen askeleen (Seiso) tarkoituksena on hallita työpisteen siisteys. Välillä tehtävä perusteellinen siivous kohentaa työpisteen ilmettä (WERC 2009). Työpisteen puhdistaminen tarkoittaa työvälineiden, työkoneiden ja työalueen ylläpitämistä siistinä. Hyvin ja ajallaan puhdistetut työvälineet takaavat niiden käyttövalmiuden ja hyvällä huollolla ja kunnossapidolla välttyttään yllättäviltä rikkoutumisilta. (Korhonen 2013.)

Vialliset ja huonosti toimivat työvälineet ovat turvallisuusrisiksi. Kun joka päivälle yhdistää huoltotöitä, nämä eivät kasaannu mahdottomaksi kuormaksi esimerkiksi kuukauden loppuun (WERC 2009).

Neljännän askeleen (Seiketsu) tarkoituksena on ylläpitää kaikkia kolmea edellä mainittua askelta. Ylläpitäminen onnistuu vain, jos jokainen työntekijä sitoutuu näihin askelmiin. Tärkeää on estää yritystä palaamasta takaisin vanhaan. Tarkoitus on standardioida työtavat, joihin jokainen sitoutuu. Standardoidut työmenetelmät tuovat järjestelmällisyyttä ja ovat osa päivän toimintaa. Työpisteelle voidaan ottaa käyttöön kaaviomenetelmä, josta voi katsoa oman vastuualueensa ja sen sisältämät työtehtävät. (Routamaa 2013; WERC 2009.)

Jokaisen työntekijän tulisi henkilökohtaisesti tarkistaa, ovatko kohdat 1 – 3 (Seiri, Seiton ja Seiso) toteutuneet omalla työpisteellä. 5S:n sisäistämisen jälkeen nopealla vilkaisulla saa käsityksen, onko työpiste kunnossa. Itseään auttava työntekijä pitää järjestystä yllä koko ajan. Työntekijän tulisi pitää kyseisessä työtehtävässä tarvittavat työkalut mukanaan, jotta hänen ei tarvitse hakea erikseen yksittäisiä työkaluja. Näin työntekijä välttyy turhien työkalujen mukanaan kantamiselta.

Viidennen askeleen (Shitsuke) tarkoituksena on kaikkien neljän askeleen ylläpitäminen ja niiden jatkuva kehittäminen. Lisäksi Shitsuken tarkoituksena on kehittää tietoisuutta yrityksen visioista ja osaamista eri organisaatioiden välillä. Tässä askeleessa työntekijät tarvitsevat hallinnon tukea. Työnjohtajien tehtävänä on tarkistaa, että sovitusta säännöistä pidetään kiinni. Jos työntekijä ei noudata kohtien 1 - 3 (Seiri, Seiton ja Seiso) ohjeita, pienistä laiminlyönneistä kasaantuu tekemättä jääneet työt. Näin ollen 5S-toimintamalli menettää tarkoituksensa.

2.4.2 Kanban

Lean-työkaluihin kuuluva Kanban on japanilaisten keksimä tehokkuutta kehittävä järjestelmä. Sen mukaan ei kannata jättää tärkeiden asioiden hoitamista viimeiseen hetkeen, vaan yrittää löytää ajoissa jokin järkevä ratkaisu tehokkuuteen. Tehokkuutta lisää myös valmistautuminen tulevaan työhön ja tarvittavien työkalujen kerääminen valmiiksi. Kun palauttaa ottamansa työkalun samaan paikkaan, turhaa energiaa ei kulu hukkaan. Työmaalla on järkevä pitää ainoastaan tarvittava määrä työkaluja. Esimerkiksi kaksi työmiestä ei tarvitse viittä jakoavainta. Käytännössä Kanban on siis reaaliajassa toimiva inventaariojärjestelmä. Materiaalit ja tarvikkeet saapuvat työpisteelle silloin, kun niitä tarvitaan. Tämä vähentää tarvittavaa varastotilaa, jolloin myös kustannukset laskevat. Kanban-työkaluja käytetään suurissa valmistusprosesseissa. (Mindtools, Kanban.)

Kanban-järjestelmä lähettää tilauksen tavarantoimittajalle, kun tuote on sille määritetyllä alarajalla. Suuret marketit käyttävät samanlaista järjestelmää, jossa on automaattinen tilausjärjestelmä jokaiselle tuotteelle. Näin tavara ei pääse loppumaan hyllystä. Kun tavaraa on koko ajan saatavilla, säästetään kustannuksissa ja työ voi jatkua. (Mindtools, Kanban.)

2.4.3 VSM

Arvovirran kartoitus on Lean-työkaluihin kuuluva eräänlainen kartta (Value Stream Mapping, VSM). Tämä VSM-kartta käsittää kaiken tavarantoimittajalta aina tilaajalle saakka. Kartasta voi yhdellä silmäyksellä nähdä, missä ovat prosessin viiveet ja mahdolliset esteet. Arvovirran kartoitukseen täytyy luoda yrityksessä yhteinen visio ja suunta. Kaikki arvovirran kartoitukseen osallistuvat työntekijät ymmärtävät paremmin, missä yritys on nykyhetkellä.

3 JAKELUVERKON RAKENNE JA RAKENTAMINEN

3.1 Vaiheet ennen töiden aloittamista

Ennen urakoiden saamista on laadittava kokonaistaloudellisesti kannattava tarjous tilaajalle. Urakan saamisen jälkeen on sopimuksien läpikäynti sekä niiden hyväksyntä ja allekirjoitus molemmilta osapuolilta. Näiden vaiheiden jälkeen on hyvä laatia projektisuunnitelma urakkakohteeseen.

3.1.1 Tarjouskilpailu

Kaikki julkiset hankinnat ovat lain mukaan kilpailutettava. Vaikka hankinta ei olisi julkinen hankinta, säästääkseen kustannuksissa hankintayksiköt järjestävät tarjouskilpailun, johon tarjoaja vastaa tarjouksella. Tarjouspyyntö on laadittava niin selväksi, että siitä selviää kaikki tarvittavat asiakirjat. Tarjoukseen on vastaavasti sisällytettävä kaikki tarjouspyynnössä pyydettyt asiakirjat. Tarjouskilpailussa on aina määräaika, johon mennessä tarjous on jätettävä. Tarjouksen lähettäjällä on vastuu, että tarjous saapuu määräaikaan mennessä oikeaan osoitteeseen. Tarjouskilpailuun voivat osallistua kaikki, joille tarjouspyyntö on lähetetty. Tarjouspyynnössä on määriteltävä tarjouksien vertailuperusteet. (Minilex oy.)

Tarjouskilpailun voittaa se, jonka tarjous on hinnaltaan halvin tai kokonaistaloudellisesti edullisin. Tarjouskilpailun tarjouksia on arvioitava puolueettomasti. Tarjouksien vertailuperusteita ovat kustannustehokkuus, laatu, hinta, sekä ympäristöystävällisyys.

Hankintayksikkö voi jättää tarjouksen huomioimatta, mikäli se arvioi, ettei tarjoaja selviä urakasta. Hankintayksikön on kuitenkin pyydettyä kirjallinen selvitys tarjoajalta ennen tarjouksen lopullista hylkäämistä. (Minilex oy.)

3.1.2 Sopimukset

Urakkasopimuksessa selvitetään tarkasti tilaajan ja urakoitsijan vastuut työkohteessa. Urakkasopimuksessa selvitetään tarkasti, kuka on pääurakoitsija ja käytetäänkö urakoissa aliuurakoitsijoita. Urakkasopimuksessa selvitetään, ketkä ovat urakan vastuuhenkilöt ja ketkä ovat työmaan vastaavat henkilöt. Urakkasopimuksessa tulee selvitetä myös, onko tilaaja vai urakoitsija vastuussa esimerkiksi sähkön, veden, jätehuollon, kokeiden, mittauksien, suunnitelmien, materiaalien jne. kustannuksista. Urakkasopimuskaavakkeella kuvataan myös urakoitsijan suoritusvelvollisuus, maksuperusteet, urakkahinta, urakka-aika ja mahdolliset viivästymiskorvaukset. Vakuutuksiin kannattaa perehtyä huolellisesti tapaturman varalta. (Minilex oy.)

3.1.3 Projektisuunnitelma

Jokaisesta projektista tehdään projektisuunnitelma ennen töiden aloittamista. Yleisesti projektisuunnitelman tekemiseen kannattaa käyttää aikaa ja vaivaa, sillä hyvä suunnittelu antaa hyvän pohjan

työlle. Projektisuunnitelma sisältää projektin kuvauksen. Projektikuvaukseen kuuluu työn taustojen ja tarkennuksien huolellinen selvittely tilaajan kanssa. Projektikuvauksessa suunnitellaan aikataulut ja niiden vastuuhenkilöt. Projektisuunnitelmaan kuuluu selvittää, kuka on työmaan vastuuhenkilö ja kuka huolehtii seurannasta ja viestinnästä. Lisäksi projektisuunnitelmassa tulee huomioida, kuka huolehtii raportoinnista, dokumentoinnista, tarkennuksista ja kustannuseurannasta. Laatuvaatimukset tulee käydä tilaajan kanssa läpi, jotta urakoitsijan ja tilaajan laatuvaatimusehdot kohtaavat. Projektisuunnitelmassa tulee käsitellä myös riskienhallintaa ja miettiä, kuinka riskeiltä voidaan välttyä. Projektisuunnitelmassa sovitaan lopuksi viimeinen projektin valmistumisajankohta.

3.2 Pylväät

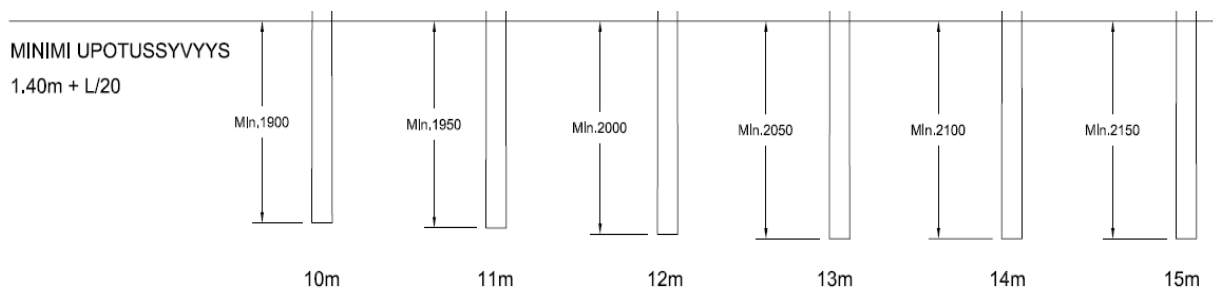
Jakeluverkoissa käytetään vain siihen tarkoitettuja kyllästettyjä puupylväitä. Puupylväitä on saatavilla kolmea erilaista kyllästystä (Tuomola 2003). Pylväiden suojakylläste CCA on lyhenne sanoista kupari, kromi ja arseni, jotka ollaan kuitenkin poistamassa käytöstä (VTT 2004, 11). Kaksi muuta ovat kreosoottikyllästeiset ja kuparikyllästeiset puupylväät (Tuomola 2003).

Pylväät on luokiteltu lujuusluokan (LK) mukaisesti ja merkitty luvuin 2 - 6. Esimerkiksi LK3 tarkoittaa lujuusluokan kolme puupylvästä (Tuomola 2003). Jokaisen pylvään kylkeen kolmen metrin korkeuteen on upotettu laatta, josta ilmenee pylvään pituus ja lujuusluokka. Laatasta voidaan mitata, kuinka syväälle maahan pylväs on upotettu.

Pylväsmerkinnöistä on koottu kuvan 4 mukainen taulukko. Kuvasta voi nähdä yhdellä silmäyksellä puupylvään lujuusluokan, pituuden ja latvan halkaisijan. Esimerkiksi luku 311 kertoo, että puupylväs on lujuusluokkaa kolme ja 11 m pitkä sekä latvan halkaisija 17 cm.

d/cm L/m	15 (2)	17 (3)	19 (4)	21 (5)	23 (6)
8	208	-	-	-	-
9	209	309	-	-	-
10	210	310	410	-	-
11	211	311	411	-	-
12	212	312	412	-	-
13	213	313	413	513	-
14	214	314	414	514	-
15	215	315	415	515	615

KUVA 4. Pylväsmerkinnät (Tuomola 2003-9-12.)



KUVA 5. Puupylväiden upotussyvyys (Tuomola 2003-9-12.)

Puupylväiden upotussyvyys (kuva 5) on määritelty pylvään pituuden mukaan. Minimi upotussyvyys on $1,4 \text{ m} + L / 20$, jossa L on puupylvään pituus (Tuomola 2003). Kuvassa 5 näkyy puupylvään pituus suhteessa kaivuussyvyyteen.

Puupylväskuopan kaivuussyvyyden perussääntönä on, että jokaiselle puupylvästyypille ei kannata kaivaa kuvan 6 mukaista kuoppaa. Standardisyyksiksi suositellaankin, että 8 - 12 m puupylväillä on 2,0 m kaivuussyvyys ja 13 - 17 m puupylväillä on 2,5 m kaivuussyvyys. Pehmeään maahan upotettaessa puupylvään kaivuussyvyyttä on lisättävä vähintään yksi metri. Kaivuussyvyyden perussääntö on $1,5 \text{ m} + L / 20$, jossa L on puupylvään pituus.

PYLVÄSPITUUS L	KAIVUSYVYYS
7-8 m	1,9 m
9-10 m	2,0 m
11-12 m	2,1 m
13-14 m	2,2 m
15-16 m	2,3 m
-> 18 m	2,6 m

KUVA 6. Puupylväiden kaivuussyvyys (Laitinen 2014-9-19.)

3.3 Eristimet

Eristimet suojaavat jakeluverkon osia jännitteiltä. Eristimiä on neljää erilaista mallia (tappieristimet, haruseristimet, komposiittiharuseristimet, lasieristinketjut), joilla jokaisella on oma paikkansa jakeluverkossa (Ensto 2014). Kaikille eristintyypeille on ilmoitettu ryömintämatka. Ryömintämatkalla tarkoitetaan eristimen ulkopuolelta kierrettyä matkaa seuraavaan jännitteiseksi alttiiseen osaan. Eli mitä pidempi eristin on tai mitä leveämmät sen reunat ovat, sitä suurempi on ryömintämatka. (ABB 2010.) Yleisin 20 kV jakeluverkossa havaittu eristin on tappieristin eli tukieristin. Mustan muoviholkin ansiosta johdon vedossa ei tarvita vetopyöriä. (Ensto 2014.)



SDI37-tappieristin sopii asennettavaksi orsitappimalliin SOT24. Tämän eristimen korkein käyttöjännite on 24 kV, ja se täyttää IEC-standardin eristimelle asettamat vaatimukset. Kuvan 7 eristimen ryömintäetäisyydeksi ilmoitetaan 325 mm. (Ensto 2014.)

KUVA 7. Vetoholkillinen tappieristin SDI37-malli (Ensto 2014)



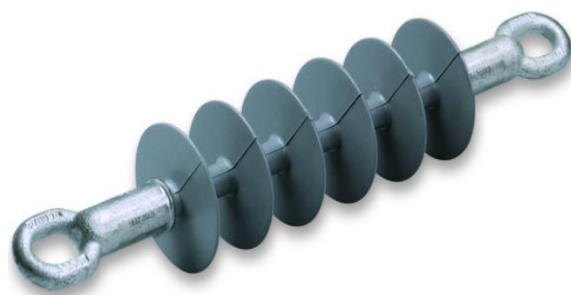
Lasiketjueristimiä käytetään verkoston päätte- ja kulmaorsissa (SLO). Eristimen eristävä osa on sen sisällä oleva kumi. Lasiketjueristimiä voi jatkaa tai lyhentää. Kuvan 8 lasiketjueristin on SH193-malli, jonka pituus on 345 mm ja paino 4,4 kg. Kyseisen eristimen ryömintäetäisyydeksi ilmoitetaan 380 mm. (Ensto 2014.)

KUVA 8. Lasiketjueristin (Ensto 2014)

H-24-haruseristin (kuva 9) kestää jatkuvaa 35 kN vetolujuutta ja se sopii asennettavaksi 16 - 52 Fe harusköysille. SDI90.280-mallinen komposiittivetoeristin (kuva 10) on puolet kevyempi kuin H-24-haruseristin. SDI90.280-mallin laipasto on itsepuhdistuvaa silikonikumia. Runko on puolestaan korroosion kestävää lasikuitua ja päätysilmukat kuumasinkittyä terästä. SDI90.280-mallia käytetään jatkopaikoissa tai tarvittaessa suurempaan ryömintämatkaan, joka on peräti 613 mm. (Ensto 2014.)



KUVA 9. Haruseristin H-24 (Ensto 2014)



KUVA 10. Komposiittiveristin SDI90.280 (Ensto 2014)

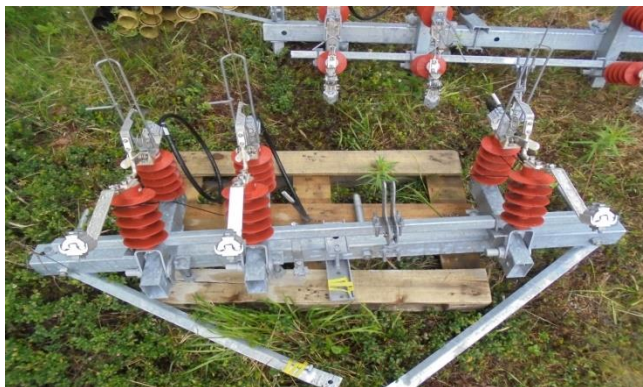
3.4 Erottimet

Erottimien pääperiaate on tarvittaessa estää jännitteen kulku. Linjaerottimilla parannetaan verkon joustavuutta ja muuntokykyä. Niitä käytetään rengasverkon jakorajoina sekä eroittamaan verkon osa vikatilanteissa ja korjaustöissä. Linjaerottimia on sekä kauko- että käsikäyttöisiä (kuva 11). Yleisesti kaukokäyttöerottimet ovat kiinni runkolinjassa ja käsikäyttöerottimet vastaavasti haaralinjassa.

Muuntajilla on omat erottimensa (kuva 12). Pylväsmuuntajaerotin ja linjaerotin (kuva 11) ovat muuten samanlaisia, mutta ne tulevat eri asentoihin linjaan nähden: pylväsmuuntajaerotin asennetaan linjan suuntaisesti (katkaisupiiskat ovat vaakatasossa), linjaerotin asennetaan linjaa vastaan (katkaisupiiskat taivasta kohti). Linjaerotin tulee asentaa niin, että aukeava puoli osoittaa kylmää verkkoa kohti, mikä ei päde kuitenkaan, mikäli linjaerotin toimii jakorajana. Pylväsmuuntaja voidaan erottaa verkosta esimerkiksi huollon ajaksi. Muuntajan irrottaminen verkosta ei vaikuta jännitteen etenemiseen sähkölinjassa. Muuntajan perässä olevat kotitaloudet ovat katkon ajan ilman sähköä. Pylväsmuuntajaerotin on aina käsikäyttöinen.



KUVA 11. Käsikäyttöinen linjaerotin, jossa on katkaisupiiskat (Toivanen 2014-6-20.)



KUVA 12. Pylväsmuuntajaerotin, jossa on katkaisupiiskat (Toivanen 2014-6-20.)

3.5 Orret

Orsi sijaitsee jokaisen pylvään latvassa, kiinnitettynä läpipultilla pylvääseen. Orsia on saatavissa kaikkiaan 14:ää erilaista mallia (liite 1). Orsista käytetään myös nimitystä kannatusrakenteet.

Orret ovat merkittynä profiilikuviin G11 - G52 olevilla tunnuksilla:

- ❖ G11 kannatusrakenne (taso-orisi)
- ❖ G12 kannatusrakenne (kolmio-orisi)
- ❖ G13 kannatusrakenne (epäsymmetrinen taso-orisi)
- ❖ G21 kulmarakenne (tasokulmaorsi)
- ❖ G22 kulmarakenne (tasokulmaorsi II-pylvääseen)
- ❖ G23 kulmarakenne (kolmiokulmaorsi)
- ❖ G24, H24 kulmarakenne kevyt A-kulmapylväs
- ❖ G25, H25 kulmarakenne raskas A-kulmapylväs
- ❖ G31 pääterakenne (I-pylväs)
- ❖ G32 pääterakenne (II-pylväs)
- ❖ G41 haaroitusrakenne (I-pylväs)
- ❖ G42 haaroitusrakenne (II-pylväs)
- ❖ G51 kiristysrakenne (I-pylväs)
- ❖ G52 kiristysrakenne (II-pylväs). (Kattilakoski, Piispanen, Lindstedt ja Tuomola 2003 - 2011.)

3.6 20 kV johtimet

20 kV sähkölinjan johtimet ovat alumiiniä / rautaa (*Al / Fe*). Johtimia on neljä erilaista kokoluokkaa. Ohkasin johdin on Sparrow eli Sp40, jonka tyyppimerkintä on ACSR 34 / 6. Sparrowin poikkipinta koostuu $33,8 \text{ mm}^2 \text{ Al}$ ja $5,64 \text{ mm}^2 \text{ Fe}$. Seuraavaksi kokoluokassa on Raven eli Rv63, jonka tyyppimerkintä on ACSR 54 / 9, kolmanneksi ohuin jodin on Pigeon eli Pg99, jonka tyyppimerkintä on ACSR 85 / 14, sekä neljänneksi AL 132 AAC 132. Sparrowin, Ravenin ja Pigeonin säikeet menevät 6 + 1 jaolla: kuusi alumiinisäiettä ja yksi rautasäie. AL 132 johtimessa on ainoastaan 19 alumiinisäiettä. (Kattilakoski 2003.)

Jokaiselle johtimelle on omanlainen jatkoholkki. Jatkoholkit ovat värikoodattuja seuraavasti: punainen on Sparrowille, keltainen Ravenille, musta Pigeonille ja ruskea AL 132. Sparrow johdinta käytetään yleensä vain haaralinjoissa, kun taas paksummat johtimet soveltuvat runkolinjoille. (Kattilakoski 2003.)

3.7 Keskijänniteverkon maadoitukset

Maadoituksen rakenteen on täytettävä seuraavat viisi vaatimusta:

1. varmistaa mekaaninen lujuus ja korroosionkestävyys
2. kestää termisesti suurin laskelmissa todettu vikavirta
3. estää vahingot omaisuudelle ja laitteille
4. varmistaa henkilöturvallisuus huomioiden maasulun aikana esiintyvät jännitteet
5. varmistaa johdoille tietty luotettavuus (Suurjännitesähköasennukset ja ilmajohdot 2009, 211.)

Verkkoyhtiöt päättävät itse, minkälaista maadoitusta käyttävät. Ei ole yksiselitteistä oikeaa tapaa tehdä luotettavaa maadoitusta. Maadoitusmenetelmä vaikuttaa verkon ylijännitteisiin ja maasulkuvirtoihin. Maadoituksen arvot mitataan ja verrataan verkkoyhtiön määrittämiin minimi vaatimuksiin. Maadoitusjohtimet on oltava vähintään 16 mm² kupari, 35 mm² alumiini tai 50 mm² teräs (Suurjännitesähköasennukset ja ilmajohdot 2009, 212). Yleisesti 25 mm² kuparijohdinta käytetään erottimien ja muuntajien maadoitukseen. Potentiaalihajausrenkaat ja vaakamaadoituselektrodit tehdään myös 25 mm² kuparilla. 50 mm² kuparijohdinta käytetään puistomuuntajien suojamaadoitusjohtimina. (HeadPower, maadoitukset.)

3.8 Keskijänniteverkon maakaapeli AHXAMK

Keskijänniteverkon maakaapeleita käytetään suurissa määrin kaupungeissa ja taajamissa. Taajamissa maaperän runsas kivisyys tai kallio estävät keskijännitemaakaapelin auraamisen. Hankalien maolosuhteiden vuoksi kj- kaapeli voidaan nostaa pylvääseen. (REKA 2013.)

Aurattavaksi soveltuvia 12 – 20 kV kj-maakaapeleita ovat AHXAMK-W, AHXAMK-WM, AXLJ-F TT ja TSLF (REKA 2013). Kaikki muut keskijännitemaakaapelit ovat asennettava kaapeliojaan tai suojaputkeen. Kaapeliojaan asennettaessa keskijännitekaapeli on upotettava vähintään 0,7 m syvyyteen, joka mitataan kaapelin alapinnan tasosta maanpintaan. Kaapelin ympärille suositellaan laitettavan hiekkaa, mutta muukin pehmeä täytemaa käy. Lisäksi kaapelin päälle 0,5 m syvyyteen asennetaan varoitusverkko. Mikäli samaan kaapeliojaan asennetaan useampia kaapeleita, tulisi näiden etäisyys toisistaan olla vähintään kaapeleiden halkaisijan verran. (REKA 2013.)

Aina kaapelia ei saada upotettua tarpeeksi syväälle, jolloin kaapeli täytyy suojata. Jos kaapeli jää 0,7 - 0,5 m upotussyvyyteen, suojaukseen käy A- luokan suojakouru tai putki, tällöin puhutaan kevyestä suojauksesta. Jos kaapeli jää alle 0,5 m syvyyteen, täytyy käyttää betonikourua tai betonointia, tällöin puhutaan raskaasta suojauksesta.

Kj-kaapelin asentaminen suojaputkeen parantaa kaapelin mekaanista suojausta. Kaapelia asentaessa suojaputkeen on huomioitava, että kaapeli ei täytä yli $\frac{2}{3}$ - osaa putken poikkipinta-alasta. Ennen kaapelin asennusta putkeen tulisi varmistua putken puhtaudesta. Kivet ja irtosora voivat aiheuttaa kaapelivaippaan pahoja vaurioita. Putken pään on oltava pyöristetty, jotta terävä reuna ei aiheuttaisi viiltoja kaapelivaippaan. Lisäksi keskijännitekaapeleiden taivutussäde ei saa alittaa raja-arvoja. Taivutussäteet ilmoitetaan tuotekohtaisesti teknisissä tiedoissa. (REKA 2013.) HeadPowerin ohjeiden mukaisesti kaapeleiden taivutussäteet ovat $15 \times D$ (yksittäinen vaihde) ja $12 \times D$ (monikaapeli), jossa D vastaa kyseisen kaapelin nimellistä halkaisijaa.

Tärkeä asia keskijännitekaapelin asennuksessa on kaapelille sallittu vetovoima (F). Käytettäessä vetosukkaa (kuva 13) vetovoima lasketaan kaavalla

$$F = A * 15 \text{ N/mm}^2 \quad (1)$$

jossa A on kaapelin virtajohtimien nimellinen poikki pinta-ala. Esimerkiksi kj-kaapelin $3 \times 95 + 35$ suurin sallittu vetovoima on kaavan 1 mukaan

$$F = 3 * 95 * 15 = 4\,275 \text{ N}$$

Kj-kaapeleiden suurin sallittu vetovoima on 8500 N riippumatta kaapelin paksuudesta.



KUVA 13. Vetosukka (Google-kuvahaku 2015-4-20.)

4 JAKELUVERKON RAKENTAMISEN NYKYTILANNE

4.1 Aloitus

(Ei julkinen)

4.2 Työntekijöiden näkemyksiä

(Ei julkinen)

4.3 Ylimmän johdon näkemyksiä

(Ei julkinen)

4.4 Projektien vertailu

(Ei julkinen)

5 JAKELUVERKKOURAKAN KILPAILUEDUN SAAVUTTAMINEN

5.1 Arvoketjun määrittäminen

(Ei julkinen)

5.2 Virtauksen esteet ja hukka arvoketjussa

(Ei julkinen)

5.3 Kehitystoimet kilpailuedun parantamiseksi

(Ei julkinen)

5.3.1 Henkilöt

(Ei julkinen)

5.3.2 Koneet ja työautot

(Ei julkinen)

5.3.3 Tilaukset

(Ei julkinen)

6 YHTEENVETO

Tämä opinnäytetyö sai alkunsa Varpaisjärven Maansiirto ja Vesitekniikka Oy:n tahdosta. Yrityksen puolelta ehdotettiin, että opinnäytetyö rakennettaisiin Lean-toiminnanohjausjärjestelmää apuna käyttäen. Lean-toiminnanohjausjärjestelmään kuuluvia menetelmiä ja työkaluja sovellettiin jakeluverkon rakentamiseen. Yrityksen sisällä käytetään apuna Lean-menetelmiä, jotta ymmärretään, kuinka pienetkin asiat vaikuttavat toisiinsa ja sitä myöten tuloksiin.

Lean-menetelmien ansiosta osattiin ymmärtää, mitkä ovat tuottamattomia toimintoja yrityksessä. Lean-työkaluja apuna käyttäen saimme ymmärryksen siitä, että jokaista työntekijää kannattaa kuulla. Työntekijöiden näkemyksien ja kokemusten perusteella saatiin arvokasta tietoa, jota käytettiin tuloksekkaasti hyödyksi yrityksen toisessa sähköurakassa. Jakeluverkkokomponenttien oikea-aikaiseen toimitukseen ja varastointiin perehdyttiin Lean-toiminnanohjausjärjestelmän avulla. Tästä ansiosta saatiin optimoitua tavarantilaukseen ja varastointiin liittyviä toimia. Myös työkoneiden toimintaa saatiin tehostettua Lean-menetelmien avulla.

Arvovirran määrittämistä selvitetään myöhemmässä vaiheessa yrityksen sisällä. Tulevaisuudessa selvitettäväksi asiaksi jää jakeluverkko-osien kilpailuttaminen ja tarjouksien oikeellisuuden optimoiminen. Lisäksi optimoidaan tavarantoimituksiin liittyviä viivästyksiä.

LÄHTEET

- ABB 2010. Pienjännitetuotteet [verkoaineisto]. [Viitattu 2015-02-06.] Saatavissa: [http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/62f7e5330e5c6818c1257850003e1f25/\\$file/kabeldon_apseafi10_12.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/62f7e5330e5c6818c1257850003e1f25/$file/kabeldon_apseafi10_12.pdf)
- ARKIMIES, Tuomas. 2015. Parempaa johtamista. Savon-Sanomat nro 69, 26.
- ENSTO 2014. Eristimet. Catalogi. [Viitattu 2015-02-06.] Saatavissa: http://products.ensto.com/catalog/10288/Eristimet_FIN1.html
- HEADPOWER. Maadoitukset. [Viitattu 2015-03-09.] Saatavissa: <https://rakenne.headpower.fi/nein/WA32094140474.html>
- HEIKKINEN, Jari 2015-01-05. Pielaveden urakkakysely maanrakennusmiehille [Sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Tuomas Toivanen.
- HUUSKO, Ari (toimitusjohtaja) ja TUOVINEN, Jorma (operatiivinen johtaja) 2015-2-11. [Haastattelu.] Kuopio: Mikrokadun kampus.
- HUOTARI, Maija-Leena. Tietopääoma ja osaamispääoma. Internetix. [Viitattu 2015-03-15.] Saatavissa: http://oppimateriaalit.internetix.fi/avoimet/0viestinta/informaatiotutkimus/po1/tietohallinto/1.mita_on/06_evoluutio/04_tietoresha/04.04.1_paaoma
- KATTILAKOSKI, Jarmo 2003. Avojohtimet, HeadPower. Muokattu 2009-09-23. [Viitattu 2015-02-15.] Saatavissa: <https://rakenne.headpower.fi/nein/WA32734335134.html>
- KATTILAKOSKI, Jarmo, PIISPANEN, J., LINDSTEDT, T., TUOMOLA, Jarmo 2003 - 2011. Rakenteet, HeadPower. [Viitattu 2015-02-19.] Saatavissa: https://rakenne.headpower.fi/fileattachments/nein/new_attachments/G11-G52_1.pdf
- KORHONEN, Niko 2013. Lean 5S-Työkalun implementointi tuotantoon. Turun ammattikorkeakoulu. Tuotantotalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [Viitattu 2014-12-9.] Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/64730/Opinnaytetyo_2013_Korhonen_Niko.pdf?sequence=1
- LAITINEN, J-P. Puupylväät, HeadPower. [Viitattu 2015-02-02.] Saatavissa: https://rakenne.headpower.fi/fileattachments/nein/new_attachments/61_Liite.pdf
- MINILEX OY. Lakitieto. Lakiartikkeli. [Viitattu 2014-09-30.] Saatavissa: <http://www.nettilaki.com/a/mik%C3%A4-on-tarjouskilpailu-julkisissa-hankinnoissa>
- LAPPEENRANNAN ENERGIA Oy. Säätövarma sähköverkko. [Verkojulkaisu]. [Viitattu 2014-12-17.] Saatavissa: http://www.lappeenrannanenergia.fi/ymparisto/hankkeetjarymparisto/saavarma_sahkoverkko/Sivut/default.aspx
- LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. A Brief history of lean. Verkkodokumentti. Lean.org. [viitattu 2015-1-21.] Saatavissa: <http://www.lean.org/WhatsLean/History.cfm>
- LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. Principles of Lean. Lean.org [Viitattu 2015-03-04.] Saatavissa: <http://www.lean.org/WhatsLean/Principles.cfm>
- LEAN MANUFACTURING TOOLS. Mura. Leanmanufacturingtools.org. [Viitattu 2015-01-27.] Saatavissa: <http://leanmanufacturingtools.org/732/muraunevennessproductionleveling/>
- LEAN MANUFACTURING TOOLS. Muri. Leanmanufacturingtools.org. [Viitattu 2015-01-27.] Saatavissa: <http://leanmanufacturingtools.org/723/muri-overburden/>
- LEAN MANUFACTURING TOOLS. 5S-menetelmä. Leanmanufacturingtools.org. [Viitattu 2015-01-27.] Saatavissa: <http://leanmanufacturingtools.org/196/5s-program-implementation/>

- LEAN MANUFACTURING CONFERENCE 1997. TPS-menetelmä. Muistio. [verkkójulkaisu]. One By One Confirmation 1997. [Viitattu 2015-01-28.] Saatavissa: http://www.chcanys.org/clientuploads/downloads/Clinical_resources/Leadership%20Articles/Toyotal%20eanproduction.pdf
- LEAN PRODUCTION 2010 – 2013, Kaizen. [Viitattu 2014-12-2.] Saatavissa: <http://www.leanproduction.com/kaizen.html>
- LIKER, J. 2010. Toyotan tapaan. Helsinki: Readme.fi
- MAINTOOLS, Just In Time. Mindtools.com. [Viitattu 2014-12-17.] Saatavissa: http://www.mindtools.com/pages/article/newSTR_78.htm
- MINDTOOLS, Kanban. Mindtools.com. [Viitattu 2015-01-02.] Saatavissa: http://www.mindtools.com/pages/article/newSTR_87.htm
- MODIG, Niklas, ÅHLSTRÖM, Pär 2013. Tätä on Lean. 1. painos. Bull Graphics ab, Halmstad: Rheologica publishing.
- REKA. Voimakapelit [Viitattu 2015-03-29.] Saatavissa: <http://www.reka.fi/products/dryrex>
- ROUTAMAA, Jani 2013. Kokoonpanosolun kehittäminen ja ohjeistaminen. Turun ammattikorkeakoulu. Tuotantotalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [Viitattu 2014-12-9.] Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/63488/Routamaa_Jani.pdf?sequence=1
- Suurjännitesähköasennukset ja ilmajohdot 2009. SFS-käsikirja 6001. 1. painos. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry.
- TUOMOLA, Jarmo 2013. puupylväät, HeadPower. [Viitattu 2014-12-29.] Saatavissa: <https://rakenne.headpower.fi/fileattachments/nein/pictures/61.pdf>
- VSM 2015. Verkkodokumentti. Leanmanufacturingtools.org. [Viitattu 2015-03-3.] Saatavissa: <http://leanmanufacturingtools.org/549/vsm-value-stream-mapping/>
- VTT 2004. Käytöstä poistettavien CCA-kyllästettyjen puupylväiden uudelleenkäyttö. Työryhmän muistio [verkkójulkaisu]. Valtion teknillisen tutkimuslaitoksen tutkimus 2004:4. [Viitattu 2014-12-29.] Saatavissa: http://www.ficom.fi/linked/fi/lausunnot/extra/VTT_tutkimusyhteenveto.pdf
- WERC 2009. Session 4-Lean Tools. Muistio [verkkójulkaisu]. NCSU Wood Products Extension Hickory, North Carolina 2009. [Viitattu 2014-12-31.] Saatavissa: <http://www.ces.ncsu.edu/nreos/wood/UnderUtilizedSpeciesProject/publications%202009%20to%202010/56-lean%20manufacturing%20tools%20for%20upholstery%20frames%20II.pdf>

LIITE 1

(Ei julkinen)