

SAVONIA



OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN ALA

PUUELEMENTTITUOTANNON UUDELLEENORGANISOINTI

TEKIJÄ Tuomas Tirkkonen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Tuomas Tirkkonen	
Työn nimi Elementtituotannon uudelleen organisointi ja käyttöönotto	
Päiväys	2.5.2025
	41/2
Yhteistyötaho RP-Karmi Oy	
<p>Opinnäytetyössä käsiteltiin puuelementtituotannon tilalaajennusta ja siihen liittyvää virtaussuunnittelua. Taus- talla oli kasvava tuotantarve ja tarve kehittää tilankäyttöä sekä materiaalivirtojen hallintaa tehokkaammiksi. Tavoitteena oli selvittää, miten tehtaan tiloja voidaan laajentaa siten, että tuotantoprosessin eri osa-alueet toimivat loogisessa järjestyksessä ja kokonaisuus tukee sujuvaa tuotantoa. Suunnittelussa hyödynnettiin Lean-filosofian periaatteita, kuten hukan minimointia ja virtaustehokkuuden parantamista.</p> <p>Työ toteutettiin tapaustutkimuksena, jossa hyödynnettiin olemassa olevia piirustuksia, tuotantotilojen layout- suunnitelmia ja prosessikaavioita. Lisäksi toteutettiin haastatteluja tuotannon avainhenkilöiden kanssa, joiden avulla selvitettiin nykyprosessin haasteita ja käyttäjien tarpeita. Suunnittelussa otettiin huomioon materiaalien kulkureitit, varastointi, työpisteiden sijoittelu sekä ulkoisen ja sisäisen liikenteen järjestäminen. Prosessika- vion ja layout-kuvien avulla hahmotettiin tuotannon nykytilaa ja esitettiin tilalaajennus, joka tukee tuotanto- prosessin läpivirtausta.</p> <p>Tuloksena syntyi ehdotus laajennetusta tehdastilasta, jossa materiaalivirrat ovat selkeämmät ja logistisesti toimivammat. Lisäksi suunniteltiin uudet työpisteet sekä laadunvarmistuskorttien käyttöönotto, joiden tavoit- teena on parantaa tuotannonvirtausta sekä laatutason hallintaa. Työssä kehitettiin myös työpisteaikataulus- työkalua, jonka tavoite oli helpottaa työpisteiden työmäärän tasoitusta ja vähentää pullonkauloja. Virtaus- suunnittelun ja uusien toimintamallien avulla parannetaan tuotannon tehokkuutta. Johtopäätöksenä todettiin, että tilalaajennus ja siihen liitetyt kehitystoimet tukevat kokonaisvaltaisesti tehtaan kasvua ja toiminnan kehit- tämistä.</p>	
Avainsanat Puuelementti, hukka, Lean, layout	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Työn tausta.....	6
1.2	Työn rajaus.....	6
1.3	Tutkimusmenetelmät.....	6
1.4	RP-Karmi Oy.....	7
2	LEAN-AJATUSMALLI.....	9
2.1	Mitä Lean on?.....	9
2.2	Lean-kulttuuri.....	9
2.3	Lean Construction.....	10
3	HUKKA.....	12
3.1	Hukka käsitteenä.....	12
3.2	Leanin tunnistamat hukat.....	13
4	PUUELEMENTTITUOTANNON NYKYTILAN KUVAUS.....	16
4.1	Yleistä.....	16
5	HYÖDYNNETTÄVÄT LEAN-MENETELMÄT.....	17
5.1	Yleistä.....	17
5.2	Tuotannon virtauttaminen.....	17
5.3	5S-järjestelmä.....	17
5.4	Jatkuva parantaminen.....	19
5.5	Standardisoitu työ.....	19
5.6	Asenteiden muutos.....	19
5.7	Layout.....	20
5.8	Last Planner Systems (LPS).....	21
6	LAAJENNUKSEN VIRTAUSSUUNNITTELU JA TOIMINTAPARANNUKSET.....	23
6.1	Yleistä.....	23
6.7	Yhteenveto.....	24
7	POHDINTA.....	25
	LÄHTEET.....	26
	LIITE 1.....	28
	LIITE 2.....	29

KUALUETTELO

Kuva 1. Tahko Sky työmaa, pääurakoitsija RP-Karmi. Hankkeen periaatteena vastuullisuus. (Tirkkonen 2024)	8
Kuva 2. RP-Karmin puuelementtitehdas (Tirkkonen 2025)	8
Kuva 3 Lean-periaatteet (Salminen 2024).....	10
Kuva 4 ”Down time” Lean-filosofian kahdeksan hukkaa Haycockin (2021) mukaan	12
Kuva 5 5S-menetelmät Tehoksen (julkaisupäivä tuntematon) mukaan.	18
Kuva 6 Tuotantolinja layout esimerkki. (Tirkkonen 2025).....	21

KÄSITTEITÄ JA LYHENTEITÄ

LEAN	Jatkuvan parantamisen toimintamalli, joka keskittyy hukkan vähentämiseen ja arvon tuottamiseen asiakkaalle.
HUKKA	kaikki toiminta, joka ei tuota arvoa asiakkaalle.
LAYOUT	Tehtaan, työtilan tai tuotantolinjan fyysinen järjestely, joka vaikuttaa materiaalivirtaan, työtahokkuuteen ja turvallisuuteen.
LPS	Last Planner System, suunnittelumenetelmä, joka parantaa työmaan aikataulunhallintaa ja yhteistyötä.
ELEMENTTIVAKKI	Teräksinen kuljetusteline, johon valmiit seinäelementit kiinnitetään ja pakataan työmaalle kuljetusta varten.

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Rakennusalan kilpailu ja tehokkuusvaatimukset ovat kasvaneet merkittävästi viime vuosina, mikä on lisännyt tarvetta kehittää tuotantoprosesseja entistä sujuvammiksi ja kustannustehokkaammiksi.

Yksi keskeinen tapa saavuttaa tämä on hyödyntää Lean-filosofian periaatteita, jotka ovat jo laajasti käytössä eri teollisuudenaloilla, mukaan lukien rakennustuotanto. Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan RP-Karmi Oy:n puuelementtituotannon kehittämistä Lean-ajattelun mukaisesti, erityisesti tuotantotilojen laajennuksen näkökulmasta.

Puuelementtituotannon tehokkuuden parantaminen on erityisen ajankohtainen aihe, sillä rakennusala kohtaa jatkuvasti kustannuspaineita, resurssipulaa ja aikatauluhaasteita. Puurakentaminen on ekologinen ja kestävä vaihtoehto, mutta sen tuotantoprosesseissa voi esiintyä merkittäviä pullonkauloja, kuten materiaalihävikkiä, turhaa odottelua ja tehottomia työvaiheita. Lean-filosofian tavoitteena on tunnistaa ja poistaa tällaisia tehottomuustekijöitä, minkä ansiosta tuotannon läpimenoaika lyhenee ja kokonaislaatu paranee.

1.2 Työn rajaus

Tämä opinnäytetyö keskittyy RP-Karmi Oy:n elementtituotantohallin suunnitteilla olevaan laajennukseen, erityisesti layout-suunnitteluun ja työpisteaikataulutuksen optimointiin. Työssä tarkastellaan tuotantotilan tilankäytön parantamista ja tuotannon virtausta, mutta ei käsitellä laajennuksen taloudellisia vaikutuksia tai teknisiä rakenneratkaisuja. Painopiste on tuotannon sujuvuuden ja tehokkuuden parantamisessa, ei niinkään rakennusprosessin teknisissä yksityiskohdissa. Työn rajauksen mukaisesti laadunvarmistuskorttien ja työpistekorttien suunnittelu ja implementointi kuuluvat työhön, mutta laajennuksen rakenteelliset ratkaisut jäävät käsittelemättömiksi.

Työ tarjoaa käytännönläheisiä suunnitelmia ja kehitysehdotuksia RP-Karmi Oy:lle, jotka tukevat laajennusprojektin toteutusta ja yrityksen pitkän aikavälin kasvutavoitteita. Tavoitteena ei ole ainoastaan ehdottaa yleisiä parannuksia, vaan tarjota konkreettisia suunnitelmia, joiden avulla tuotantotilan laajennus voidaan toteuttaa mahdollisimman tehokkaasti. Näiden suunnitelmien avulla yritys voi vähentää hukkaa, parantaa resurssien käyttöä ja tehostaa tuotantoprosesseja, mikä osaltaan tukee yrityksen kilpailukykyä ja kasvua puuelementtituotannon alalla.

1.3 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelmät koostuvat monipuolisesta aineistonkeruusta, jossa on hyödynnetty sekä laadullisia, että käytännönläheisiä menetelmiä. Osa tutkimuksen aineistosta on kerätty haastattelemalla RP-Karmi Oy:n eri tasoilla toimivia työntekijöitä, aina tuotannon työntekijöistä johtoportaan. Haastattelujen avulla on saatu arvokasta tietoa tuotantoprosessien nykytilasta, haasteista sekä parannusehdotuksista, jotka ovat olennainen osa työn kehitystyötä.

Omaan työkokemukseeni perustuva havaintotyö on ollut keskeisessä roolissa tutkimuksen toteuttamisessa. Työkokemukseni on tarjonnut käytännön näkökulman siihen, miten teoreettisia Lean-periaatteita voidaan soveltaa tuotannon optimointiin ja missä mahdolliset pullonkaulat voivat ilmetä.

Tämä käytännön kokemus on auttanut syventämään ymmärrystä yrityksen prosessien erityispiirteistä ja kehittämistarpeista.

Lisäksi olemme pitäneet useita palavereita yrityksen omistajien ja elementtisuunnittelija kanssa, joissa on käsitelty erityisesti layout-suunnittelua ja tuotantotilojen tehokkuutta. Nämä keskustelut ovat tarjonneet arvokasta tietoa siitä, kuinka tuotantotiloja voidaan optimoida ja mitä haasteita laajennusprojektissa voi esiintyä. Yhteistyö tuotannonjohdon kanssa on ollut keskeistä, jotta suunnitelmat ovat linjassa yrityksen strategisten tavoitteiden kanssa ja ne vastaavat käytännön tarpeita.

Näiden menetelmien avulla saatu tieto on yhdistetty Lean-ajattelun perusperiaatteisiin, joiden avulla on pyritty kehittämään käytännönläheisiä ja toteuttamiskelpoisia ratkaisuja yrityksen tuotantoprosessien parantamiseksi.

1.4 RP-Karmi Oy

RP-Karmi Oy on nykyaikainen rakennusalan yritys, joka on erikoistunut asuntotuotantoon, rakennusurakointiin ja puuelementtien valmistukseen. Yrityksen päätoimipaikka sijaitsee Siilinjärven Toivalassa, ja sen toiminta perustuu energiatehokkaisiin ja ekologisiin ratkaisuihin, jotka vastaavat modernin rakentamisen vaatimuksia. (Haaranen 2025).

RP-Karmi Oy perustettiin vuonna 1993, ja se on vuosikymmenten aikana kasvanut merkittäväksi toimijaksi eritoten puurakentamisen alalla (Asiakastieto 2024). Vuonna 2015 yritys perusti oman puuelementtitehtaan Toivalaan, mikä mahdollisti laadukkaamman ja tehokkaamman tuotannon sekä laajensi yrityksen asiakaskuntaa. Vuonna 2020 tapahtunut omistajanvaihdos toi mukanaan kehityshankkeita, jotka ovat vahvistaneet yrityksen asemaa suurten rakennusliikkeiden kilpailijana. (Haaranen 2025).

Omistajanvaihdoksesta lähtien RP-Karmi Oy on kasvanut tasaisesti vuosien varrella. Vuonna 2024 yrityksen liikevaihto oli noin 11 miljoonaa euroa ja yritys työllisti noin 25 henkilöä. Vuosittaisesta liikevaihdosta 10–15 % koostuu puuelementtituotannosta. (Haaranen 2025).

Tällä hetkellä RP-Karmi Oy:n yksi keskeinen painopiste on puuelementtituotannon kasvattamisessa ja tuotannon modernisoinnissa. Yrityksen elementtitehdas tuottaa vuosittain noin 11 000 m² puurakenteisia seiniä, kattoja ja muita rakennuselementtejä, joita käytetään laajasti eri rakennuskohteissa (Lommi 2024). Tavoitteena on laajennuksen myötä nostaa tuotantomäärä 30 000 m²:iin, mikä vahvistaisi yrityksen asemaa puurakentamisen edelläkävijänä Savon alueella (Haaranen 2025).

RP-Karmi Oy kehittää jatkuvasti toimintaansa vastaamaan rakennusalan muuttuviin tarpeisiin. Yritys panostaa erityisesti vähähiiliseen rakentamiseen ja energiatehokkuuteen, jotka ovat yhä keskeisempiä tekijöitä alan kehityksessä. Investoinnit uusimpaan teknologiaan ja tuotantomenetelmiin mahdollistavat tehokkaamman ja ympäristöystävällisemmän rakentamisen, mikä tukee yrityksen pitkän aikavälin kasvutavoitteita. (Haaranen 2025).

Yrityksen liiketoimintamalli perustuu vahvoihin asiakassuhteisiin ja ammattitaitoiseen henkilökuntaan. RP-Karmi Oy:n tavoitteena on laajentaa asiakaskuntaansa ja osallistua entistä suurempiin rakennusprojekteihin. Kehittyneiden taloushallintajärjestelmien ja hankintaprosessien ansiosta yritys pystyy tarjoamaan kilpailukykyisiä ratkaisuja niin omiin kohteisiin kuin urakkakilpailutuksiinkin. (Haaranen 2025).

Tulevaisuudessa RP-Karmi Oy pyrkii vahvistamaan asemaansa puurakentamisen johtavana toimijana ja tarjoamaan asiakkailleen entistä kestävämpiä ja kustannustehokkaampia ratkaisuja. Yrityksen strategiana on yhdistää perinteinen rakentamisosaaminen moderniin teknologiaan ja innovatiivisiin toimintamalleihin, jotta se voi vastata alan kasvaviin haasteisiin ja mahdollisuuksiin. (Haaranen 2025).



Kuva 1. Tahko Sky työmaa, pääurakoitsija RP-Karmi. Hankkeen periaatteena vastuullisuus. (Tirkkonen 2024)



Kuva 2. RP-Karmin puuelementtitehdas (Tirkkonen 2025)

2 LEAN-AJATUSMALLI

2.1 Mitä Lean on?

Lean-ajattelua pidetään filosofiana, jonka tavoitteena on kehittää yrityksen toimintaa tehokkaammaksi ja kannattavammaksi. Sana "Lean" voidaan suomentaa muun muassa hoikaksi, ohueksi tai kilpailukykyiseksi, mikä kuvastaa sen keskeistä ideologiaa.

Lean-ajattelun perusta on siinä, että tuotantoprosessiin valitaan ne menetelmät, jotka parhaiten tukevat sen tehostamista. Prosessia seurataan jatkuvasti sen ollessa käynnissä, ja toimintatapoja pyritään jatkuvasti kehittämään ja mukauttamaan entistä paremmiksi.

Lean-filosofia on saanut alkunsa Toisen maailmansodan jälkeen Japanista, jossa resurssien niukkuus ja kova kilpailu pakotti yritykset kehittämään uusia toimintamenetelmiä. Toyotan autotehtaalla kehitettiin tuotantoa virtauttava "Toyota production system" (TPS), tämä auttoi Toyotaa nousemaan yhdeksi maailman suurimmista autovalmistajista. Monet muut teollisuuden ja palvelualojen yritykset ottivat mallia Toyotan esimerkistä ja länsimaiset tutkijat nimesivätkin tämän filosofian Leaniksi 1980-luvun lopussa. Siitä huolimatta, että Lean on löydetty ja nimetty Toyotan kautta, ovat Lean ja TPS kaksi eri käsitettä. (Hines, Holweg & Rich 2004, 994; Kouri 2010, 6-7; Modig & Åhlström 2016, 77.)

Leanin avulla yrityksen kilpailukykyä voidaan parantaa minimoimalla hukka ja keskittymällä oikeiden asioiden tekemiseen ja tekemään ne entistä tehokkaammin. Sen tavoitteena ei ole toimia kustannusäästöohjelmalla, vähentää riippuvuutta työntekijöistä, siirtyä liukuhihnatyöhön tai heikentää työn mielekkyyttä, eikä myöskään pyrkiä tekemään asioita vain nopeammin. (Räsänen 2017.)

2.2 Lean-kulttuuri

Lean-kulttuurin rakentaminen on pitkä prosessi, joka voi viedä vuosia. Esimerkiksi Toyotalla se kesti jopa vuosikymmeniä, ja he itse kokevat yhä olevansa vasta alkutekijöissään kulttuurin kehittämisessä. On kuitenkin esitetty arvioita, joiden mukaan hyvälle Lean-kulttuurin tasolle voisi päästä jopa 3-4 vuodessa, jos yrityksessä panostettaisiin erityisesti kulttuurin kehittämiseen. Yleensä tällöin motivoivina tekijöinä toimivat muiden yritysten kokemukset ja tieto siitä, että Lean-kulttuurin omaksuminen on tuottanut merkittäviä liiketoimintahyötyjä. (Pekuri ym. 2013, 194.)

Lean ei ole päämäärä, johon pyritään, vaan se on jatkuva oppimis- ja parantamisprosessi. Tämä prosessi alkaa tutustumalla Lean-ajattelun perusperiaatteisiin sekä ymmärtämällä, että Lean on dynaaminen järjestelmä, joka kehittyy ja mukautuu ajan myötä. Tärkeintä on sitoutua jatkuvaan kehittämiseen ja oppimiseen, jossa tavoitellaan tehokkuuden ja arvon lisäämistä prosesseissa koko organisaation tasolla. (Tuominen 2010, 6).



Kuva 3 Lean-periaatteet (Salminen 2024).

Lean-kulttuurissa ihmisten kunnioitus on keskeinen ja läpileikkaava teema. Siksi se onkin sijoitettu Lean-periaatteita kuvaavan kaavion keskelle, yhdistämään kaikkia muita osa-alueita. Lean-johtamisen ytimessä on juuri ihmisten kunnioitus, joka pohjautuu japanilaiseen filosofiaan ja ihmiskäsitykseen. Se toimii perustana, jolle kaikki muut Lean osa-alueet rakentuvat. (Salminen 2024.)

2.3 Lean Construction

Vaikka Lean on 1970-luvun autotehtaista lähtöisin oleva toimintamalli, huomattiin sen hyödyt pian monissa muidenkin alan yrityksissä (Lean Construction Institute-Finland). Lean-ajattelu levisi 1990-luvulla muun muassa rakennusalalle, jossa alettiin hyödyntämään tuotannon jatkuvaa virtausta. Tätä alettiin kutsua nimellä Lean-construction. (Pekuri & Herala 2013, 194.) Lean muovautuu omanlaisekseen riippuen toimialasta, esimerkiksi rakennusalalla tunnettuja Lean työkaluja on LastPlanner-viikkosuunnittelu työkalu, hyötyjen ja riskien jakamiseen perustuvat sopimukset, sekä 5S-järjestelmä. (Lean Construction Institute-Finland.) Strategisessa mielessä Lean-construction tarkoittaa periaatteiden omaksumista, jotka tähtäävät arvon maksimoimiseen koko arvoketjussa. Käytännön tasolla Lean-filosofia puolestaan keskittyy usein hukan poistamiseen. Tällä tasolla voidaan hyödyntää monenlaisia työkaluja ja menetelmiä, kunhan ne tukevat organisaation strategisten tavoitteiden saavuttamista. (Pekuri & Herala 2013, 196.)

Rakennusalan yleinen ongelma oli ja on edelleen, että urakoitsijat eivät välitä muusta kuin ainoastaan oman työnsä toteuttamisesta, vaikka se hankaloittaisi muiden työtä ja tuottaisi asiakkaan näkökulmasta vain ongelmia. Lean-ajattelun ydin onkin asiakkaalle tuotettavan arvon korostaminen ilman, että projektin eri osapuolet keskittyisivät vain omiin, mahdollisesti keskenään ristiriitaisiin tavoitteisiinsa (Lean Construction Institute-Finland). Tämä periaate toteutetaan vahvistamalla yhteistyötä tavallista laajemmin sekä optimoimalla kokonaisuus eli hyödyntämällä integraatiota. Näin varmistetaan, että asiakas saa parhaan mahdollisen vastineen sijoitukselleen, ja samalla projektin muut

osapuolet hyötyvät, kun resursseja ei kulu ristiriitojen ratkaisemiseen. Käytännön näkökulmasta merkittävää on se, että yhteinen organisaatio perustetaan jo projektin alkuvaiheessa, jolloin kaikkien osapuolten asiantuntemus voidaan hyödyntää suunnittelu- ja toteutusratkaisujen kehittämisessä. (Lean Construction Institute-Finland.) Elementtituotannossa, jossa on vain yhden yrityksen edustajia, ei ole urakoitsijoiden välisiä ongelmia, mutta integraatio pätee myös työntekijöiden ja työryhmien väliseen kanssakäymiseen.

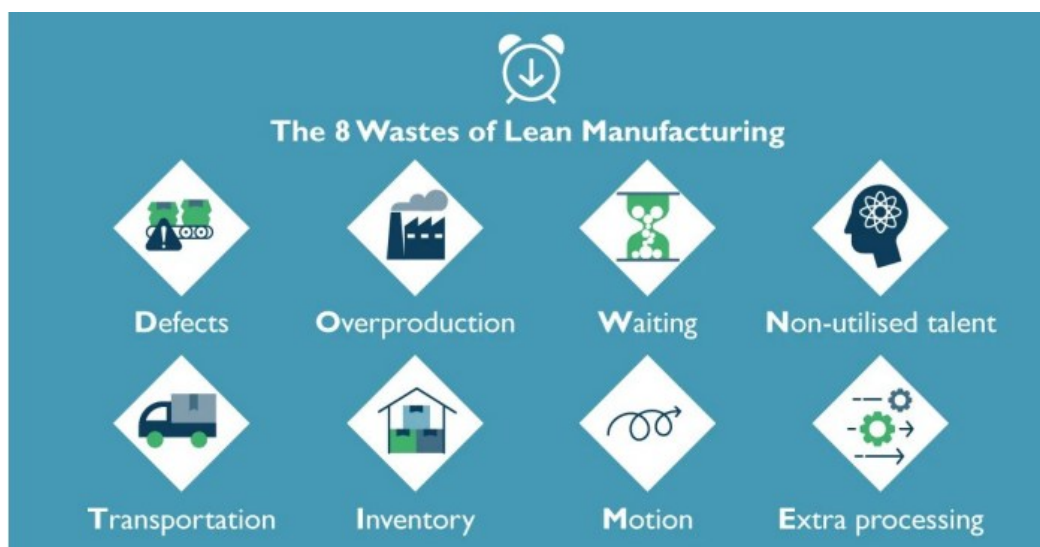
3 HUKKA

3.1 Hukka käsitteenä

Lean-filosofian mukaan hukka määritellään tehottomuudeksi, joka ilmenee laitteiden, materiaalien, työvoiman tai pääoman käytön ylittäessä tuotannon kannalta tarpeellisen määrän. Hukka kattaa niin materiaalihävikit kuin tarpeettoman työn, jotka tuottavat lisäkustannuksia, mutta eivät tuota lisäarvoa lopputuotteelle. (Koskela 1992). Näin ollen hukalla tarkoitetaan kaikkea sellaista toimintaa, joka aiheuttaa suoria tai epäsuoria kustannuksia, mutta ei tuo asiakkaan näkökulmasta mitään lisäarvoa tuotteeseen (Formoso, Ihatto & Hirota 1999, 328). Puuelementtituotannossa juuri hukan eliminointi on yksi parhaita ja helpoimpia tapoja parantaa tehokkuutta.

Hukka-käsitteen selkeän ymmärtämisen ohella on hyödyllistä luokitella hukkaa eri kategorioihin. Tämä auttaa hahmottamaan laajan kirjon mahdollisia toimenpiteitä, jotka liittyvät hukan ehkäisyyn. Hukan hallintaan liittyen on todettava, että on olemassa hyväksyttävä hukkataso, jota voidaan pienentää vain merkittävillä teknologisilla muutoksilla. Hukka voidaan luokitella kahteen pääryhmään: väistämättömään hukkaan, jossa vähentämiseen tarvittavat investoinnit ylittävät saavutettavat taloudelliset hyödyt, sekä vältettävään hukkaan, jossa hukkakustannukset ylittävät selvästi sen estämiseen liittyvät kustannukset. (Formoso, Ihatto & Hirota 1999, 328.)

Väistämättömän hukan osuus vaihtelee prosessikohtaisesti ja riippuu yrityksestä sekä tuotantolaitoksen erityisolosuhteista, sillä se on sidoksissa käytettävissä olevan teknologian kehitystasoon. Hukkaa voidaan myös luokitella sen syntypaikan mukaan eli sen mukaan, mihin prosessin vaiheeseen sen synty liittyy. Vaikka hukka useimmiten havaitaan tuotantovaiheessa, se voi olla seurausta jo ennen tuotantoa tapahtuvista prosesseista, kuten materiaalien valmistuksesta, henkilöstön koulutuksesta, materiaalityöimiuksista tai heikosta suunnittelusta. (Formoso, Ihatto & Hirota 1999, 328.)



Kuva 4 "Down time" Lean-filosofian kahdeksan hukkaa Haycockin (2021) mukaan

3.2 Leanin tunnistamat hukat

Virheellinen tuote

Hukkaa syntyy, jos työn tuloksena valmistuvat tuotteet eivät vastaa laatuvaatimuksia. Virheelliset suoritukset johtavat hukkaan, sillä ne on joko korjattava tai tehtävä kokonaan uudelleen. Tämä aiheuttaa käytännössä sekä materiaalien että resurssien tuhlausta. Laatuvirheet voivat johtua esimerkiksi riittämättömästä tiedonkulusta, työntekijöiden puutteellisesta ammattitaidosta, vanhentuneista tiedoista tai heikosta työn suunnittelusta. (Formoso, Ihatto & Hirota 1999, 328.)

Elementtituotannossa virheellinen tuote aiheuttaa käytännössä aina korjaustarpeen, vain harvoin on kannattavaa tehdä koko elementti uudestaan. Mikäli virheellinen elementti huomataan vasta asennuskohteessa, voi korjaaminen aiheuttaa viivästyksiä ja huomattavia taloudellisia kustannuksia. Virheellinen elementti voi pahimmassa tapauksessa aiheuttaa vakavan työtaturman, joko tehtaalla tai asennuskohteella.

Vaikka virheitä ei todennäköisesti voida täysin eliminoida tuotantoprosessista, niiden määrää voidaan vähentää muun muassa lisäämällä tarkkaavaisuutta, panostamalla huolelliseen suunnitteluun ja standardoimalla työprosesseja (Skhmo 2017).

Ylituotanto

Ylituotantoa tapahtuu, kun tuotetta valmistetaan enemmän kuin sitä on tilattu (Skhmo 2017). Tämä voi johtaa materiaalien, työaikojen tai laitteiston käytön hukkaan. Se aiheuttaa usein keskeneräisten tuotteiden varastoitumista tai jopa materiaalien täydellistä hävikkiä, erityisesti, jos ne ovat herkkiä pilaantumaa. Esimerkiksi ylimääräisen laastin valmistus, jota ei ehditä käyttää ennen sen kovettumista, on tyypillinen esimerkki tällaisesta hukasta. (Formoso, Ihatto & Hirota 1999, 328.)

Elementtituotannossa ylituotanto ei ole yleinen ongelma, sillä työt tehdään pääasiallisesti tilauksesta, jolloin kaikki valmistettavat tuotteet toimitetaan asiakkaalle heti tilauksen valmistuttua.

Odottaminen

Odottaminen johtuu materiaalivirtojen, työryhmien tai laitteiden toiminnan epäsynkronoinnista ja riittämättömästä tasapainottamisesta (Formoso, Ihatto & Hirota 1999, 328).

Elementtituotannossa odottaminen on todennäköisesti yleisin ja suurin hukka. Odottamista syntyy useiden työvaiheiden välillä, sillä niiden tarkka tasapainottaminen ajallisesti on hankalaa. Varsinkin pienet tilaukset ja lyhyet tuotantoajat aiheuttavat työtehtävien ja erilaisten elementtien vaihtelua, joka vaikeuttaa tarkkaa suunnittelua ja synkronointia. Todenmukaisella työpisteaikataulukentätyökalulla pystytään optimoimaan työpisteiden välinen tasapaino, joka vähentää odottelua. Odottamista voidaan vähentää myös paremmalla lyhyen aikavälin suunnittelulla sekä osaavilla työntekijöillä, jotka kykenevät mukautumaan nopeasti vaihteleviin työtehtäviin (Skhmo 2017).

Osaamisen käyttämättömyys

Käyttämättömän inhimillisen osaamisen ja luovuuden hukka. Sitä tapahtuu, kun organisaatiot erottavat johdon ja työntekijöiden roolit liian kauas toisistaan. Kun johto vastaa tuotantoprosessin suunnittelusta, organisoinnista, valvonnasta ja kehittämisestä ja työntekijöiden ainoa tehtävä on noudattaa annettuja ohjeita ja toteuttaa työsuunnitelmien mukaisesti, poistetaan kaikki mahdollisuus työntekijöiden vaikuttamis- ja kehitysideoilta. Käytännön tasolla työtään toteuttavat henkilöt ovat parhaiten kykeneviä tunnistamaan ongelmat ja kehittämään niihin ratkaisuja. (Skhmot 2017.)

Osaamisen käyttämättömyys hukkaa syntyy myös tilanteissa, joissa työntekijöiden koulutus on puutteellista, he eivät osaa toimia tai käyttää laitteita tehokkaasti, heillä on väärät työkalut työvaiheen suorittamiseen tai heitä ei kannusteta ideoimaan työn parantamiseen liittyviä ratkaisuja (Skhmot 2017).

Elementtituotanto on ideaalitalanteessa hyvin pitkälti liukuhihnatyötä, joten osaamisen käyttämättömyys ei näyttäydy suurena ongelmana. Useammin riittämätön perehdytys työtehtävään voi aiheuttaa paikallisen pullonkaulan tuotantolinjastoon ja siten heikentää tehokkuutta. Vakioidut työtavat ja työpisteohjekortit tukevat työntekijöiden harjaantumista tehtäviinsä, joka nopeuttaa tuotantoa.

Turha kuljettaminen

Tuotantolaitoksessa materiaalien sisäinen liikkuminen on tärkeä osa tehokasta toimintaa. Liiallinen materiaalien käsittely, väärin työvälineiden käyttö tai huonot kulkureitit voivat aiheuttaa tällaista hukkaa. Tämä on usein seurausta huonosta tuotantolaitoksen layoutista sekä puutteellisesta materiaalivirtojen suunnittelusta. Tällaisen hukan yleisimpiä seurauksia on työtuntien hukkaaminen ja tilan tehottomampi hyödyntäminen. (Formoso, Ihatto & Hirota 1999, 329.)

Tuotannossa käytettävien materiaalien tulisi olla helposti saavutettavissa suoraan työpisteellä, ja materiaalien turhaa siirtelyä tai monivaiheista käsittelyä on syytä välttää (Skhmot 2017).

Mikäli tuotantotilojen layout, laitteiden sijainnit ja kulkureitit eivät ole tarkkaan harkittuja ja hyvin suunniteltuja, aiheutuu elementtituotannossa pitkiäkin kuljetusmatkoja sekä risteävää liikennettä helposti. Yleensä suurimmat ongelmat on saada kaikki tarvittavat materiaalit aivan työpisteen viereen.

Tarpeeton varastointi

Liialliset tai tarpeettomat varastot voivat aiheuttaa materiaalihukkaa, joka johtuu esimerkiksi varastoitujen materiaalien pilaantumisesta huonojen varastointiolosuhteiden takia, varkauksista tai ilkivalta. Lisäksi ne voivat johtaa taloudellisiin tappioihin, koska varastossa olevat materiaalit sitovat pääomaa. Tällainen tilanne voi johtua resurssien suunnittelun puutteista tai heikosta määrälaskennasta. (Formoso, Ihatto & Hirota 1999, 329.)

Usein ylimääräisen varaston ajattelu hukkana voi olla haastavaa. Kirjanpidossa varasto nähdään kuitenkin omaisuutena, ja tavarantoimittajat tarjoavat usein alennuksia suurista hankintaeristä. (Skhmot 2017.)

RP-Karmin elementtituotannon yksi iso ongelma on juuri katetun varastotilan puute. Olisi erittäin tärkeää, että materiaalitilaukset olisivat sopivan kokoisia, jotta ylimääräistä tavaraa ei tarvitsisi varastoida. Toisaalta materiaalihankinnat saadaan yleensä pienemmällä hinnalla mitä suurempi tilaus on. RP-Karmi on lisännyt katettuja hyllyköitä piha-alueilleen lähivuosina. Näitä voisi lisätä yhä enemmän, jotta päästään hyödyntämään määräalennuksia, sekä estetään materiaalien pilaantuminen varastoidessa.

Aiheeton liikkuminen

Liikkumisen hukka kattaa kaiken tarpeettoman liikkumisen henkilöiden, laitteiden tai koneiden osalta. Tämä voi sisältää esimerkiksi kävelyä, nostelua tai työkalujen etsimistä. Tehtäviä, jotka vaativat liiallista liikettä, tulisi suunnitella uudelleen niin, että ne tukevat henkilöstön työskentelyä ja parantavat ergonomiaa sekä -turvallisuutta. (Skhmot 2017.)

Aiheettoman liikkumisen hukkaa voidaan vähentää esimerkiksi varmistamalla, että työtila on hyvin järjestetty, työkalut ja laitteet sijaitsevat lähellä tuotantopaikkaa ja materiaalit ovat sijoitettu niin, että turha liike jää pois (Skhmot 2017).

Ylikäsittely

Ylikäsittely tarkoittaa sitä, että tehdään enemmän työtä kuin on tarve. Valmistuksessa tämä voi tarkoittaa esimerkiksi liiallisen tarkkuuden noudattamista, ylimitoitettuja komponentteja tai valmistuskoneita, ratkaisujen liiallista suunnittelua tai ylimääräisten toimintojen sisällyttämistä tuotteeseen. (Skhmot 2017.)

Ylikäsittelyn välttämiseksi on tärkeää ymmärtää tilauksen vaatimukset asiakkaan näkökulmasta. Ennen työn aloittamista on hyvä pitää asiakas mielessä ja tehdä työtä, joka vastaa asiakkaan odotuksia laadun ja määrän suhteen, sekä tehdä vain tarpeelliset työvaiheet. (Skhmot 2017.)

Esimerkiksi ikkunapeltien saumojen tiivistäminen liimatiivistemassalla on ylikäsittelyä, mikäli tilaaja ei ole tätä erikseen pyytänyt. Tällaisella toiminnalla ei ole asiakkaannäkökulmasta mitään lisäarvoa, mutta se aiheuttaa ylimääräistä työtä yritykselle. Työpisteohjeilla voidaan vakioittaa työtavat, jolloin ylimääräiset työvaiheet jäävät pois.

4 PUUELEMENTTITUOTANNON NYKYTILAN KUVAUS

4.1 Yleistä

Tällä hetkellä RP-Karmi valmistaa noin 11 000m² puuelementtejä vuodessa. Suurin osa valmistettavista elementeistä menee ulkopuolisille asiakkaille. Noin yksi kolmasosa jää kuitenkin RP-Karmin omien kohteiden asuntotuotannon ja pääurakoinnin tarpeisiin. Yleisin asiakastilaus on seinäelementit, mutta on myös kohteita, joihin tilataan katto- ja seinäelementit tai pelkät kattoelementit. (Haaranen 2025).

Tässä kappaleessa kerrotaan puuelementtituotannon nykytila asiakaskohtaamisesta toimitukseen. Työssä haastateltiin elementtituotannon johtajaa Hannu Haarasta, elementtisuunnittelija Jarno Hännistä, sekä elementtityöntekijää Markku Heikkistä. Haastatteluissa kysyttiin kaikilta samat kysymykset tuotannosta ja sen ongelmista, jotta saataisiin mahdollisimman laaja kuva tuotannosta, sekä sen ongelmista eri tasoilla. Haaraselta ja Hänniseltä kysyttiin laajemmat kysymykset liittyen suunnitteluun ja yritykseen yleisesti. Seuraava kappale perustuu yllä mainittuihin haastatteluihin sekä omiin kokemuksiini.

SALATTU

5 HYÖDYNNETTÄVÄT LEAN-MENETELMÄT

5.1 Yleistä

Lean-menetelmien tehokas hyödyntäminen edellyttää aina niiden mukauttamista organisaation erityispiirteisiin ja toimintaympäristöön. Yksi tapa ei välttämättä sovellu kaikille yrityksille, vaan menetelmät on räätälöitävä vastaamaan kohdeorganisaation tarpeita ja tavoitteita (Modig & Ahlström 2016, 126). Tämä korostaa sitä, että Lean-ajattelun ydin, hukan poistaminen ja lisäarvon tuottaminen, on sovellettava kullekin yritykselle yksilöllisesti parhaan tuloksen saavuttamiseksi.

Puuelementtituotannossa Lean-menetelmien soveltamisen tavoitteena on parantaa tuotannon laatua ja tehokkuutta erityisesti vähentämällä työaika- ja materiaali hukkaa (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, 13). Käytännössä tämä tarkoittaa, että jokainen prosessin vaihe arvioidaan tarkasti, jotta voidaan tunnistaa ja eliminoida ne työvaiheet, jotka eivät tuo lisäarvoa asiakkaalle.

Tässä kappaleessa esitellään tiivistetysti Lean-ajattelun keskeisiä menetelmiä, jotka voivat auttaa kehittämään tehokkuutta ja vähentämään hukkaa puuelementtituotannossa. Näihin menetelmiin kuuluvat sekä yleisesti rakennusosalalle soveltuvat Lean-periaatteet, että erityisesti rakennusteollisuuden tarpeisiin kehitetyt menetelmät.

5.2 Tuotannon virtauttaminen

Yksi Leanin periaatteista on virtaus. Tuotannon virtauttaminen tarkoittaa prosessin vaiheiden toteutusta perätysten siten, että tuote valmistuu mahdollisimman nopeasti tarpeen havaitsemisesta. Prosessin virtaus tuo ongelmat ja kehitysmahdollisuudet nopeasti esille, sillä on helppo nähdä, mikä vaihe jätättää. *”jos tuotannossa ei ole ongelmia virtaus on tehoton”* (Kouri 2018.)

Virtaus pakottaa ongelmat ratkaistavaksi, jotta prosessi toimisi. On huomioitava, että virtaus edellyttää ongelmanratkaisu ja laadunvarmistus kyvyn sisällyttämistä prosessiin. *”Jos virtausta tehostetaan ilman että laadunvalvontaa ja kehitystä parannetaan, aiheutetaan vain lisää ongelmia ja turhautumista”* (Kouri 2018.)

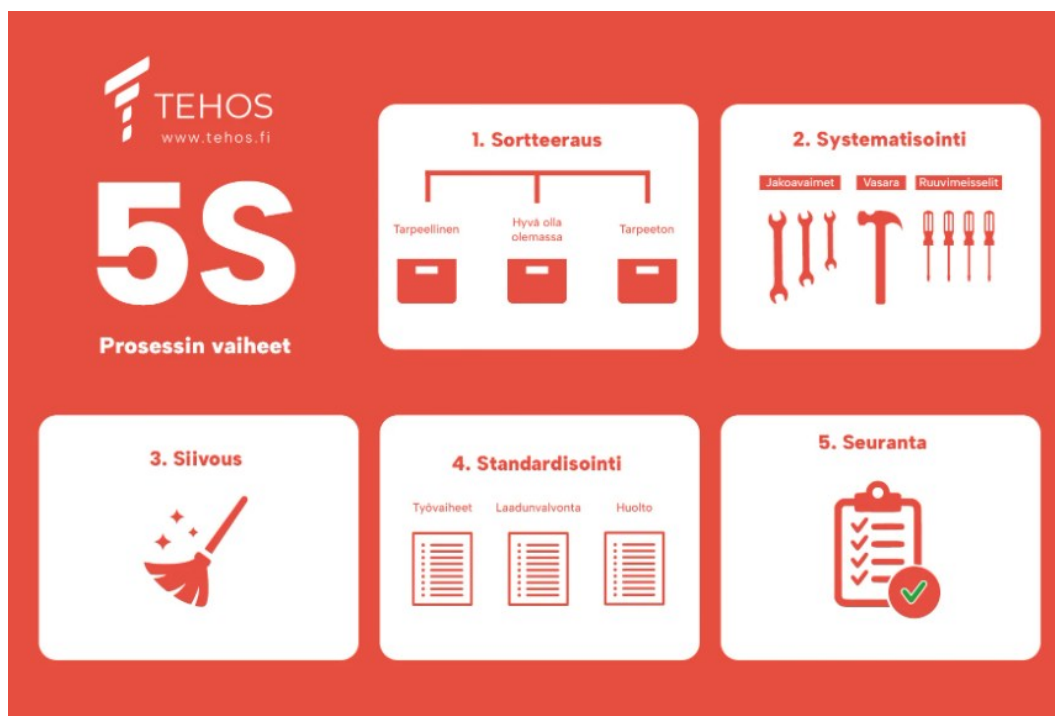
Opinnäytetyö sisältää laadunvarmistuskorttien käyttöönoton, joka mahdollistaa tulevaisuuden virtauksen tehostamisen ilman ongelmia. Virtauksen paraneminen tapahtuu mahdollisen laajennuksen jälkeen, tähän mennessä työntekijät ovat jo omaksuneet laadunvarmistuskorttien käytön osaksi rutiineja, joten virtauksen tehostaminen pitäisi olla ripeää.

5.3 5S-järjestelmä

5S-menetelmä on Japanissa kehitetty järjestelmä, joka keskittyy työpaikkojen organisointiin ja työmenetelmien standardointiin. Sen päämääränä on parantaa tuottavuutta ja tehostaa työskentelyä. (Lean Lion 2020.)

Monesti 5S nähdään virheellisesti vain siivousohjelmana, vaikka se on paljon enemmän. Kyseessä on päivittäinen toimintamalli, joka kuuluu osaksi jokaisen työntekijän päivittäistä työtä. 5S on yksi Lean-filosofian keskeisistä työkaluista, ja sen käyttöönotto auttaa organisaatioita tunnistamaan ja poistamaan hukkaa prosesseistaan. 5S-työkalulla aloitetaankin usein Lean-parannukset, koska se on helppo toteuttaa ja sillä saadaan tuloksia nopeasti. (Lean Lion 2020).

Kehittyneissä yrityksissä kaikki tarpeeton on tarkasti poistettu, ja työympäristöt ovat järjestyksessä, tavarat paikoillaan ja toiminta sujuvaa. Poikkeamat ja tapaturmat pyritään dokumentoimaan ja vähentämään niitä aktiivisesti. Nollatapaturmaa tavoite ei ole utopiaa, vaan sitä pyritään käytännössä saavuttamaan. Siisteys ja järjestys ovat tulleet laadukkaiden ja hyvin organisoitujen yritysten tunnusmerkeiksi, ja ne antavat myös positiivisen kuvan niin asiakkaille kuin kumppaneillekin. (Lean Lion 2020).



Kuva 5 5S-menetelmät Tehoksen (julkaisupäivä tuntematon) mukaan.

5S-menetelmät tarkoittavat; Sortteeraus eli lajittelu tarkoittaa turhien työkalujen poistamista ja hyödyllisten välineiden järjestelyä. Silloin työpisteellä ovat vain ne välineet, joita oikeasti tarvitaan. Systematisointi on työvälineiden järjestämistä niin, että ne ovat helposti saatavilla ja käytettävissä. Siivous tarkoittaa työpisteen säännöllistä siivoamista ja järjestelyä. Standardisointi tarkoittaa edellä mainittujen menetelmien muodostamista päivittäisiksi rutiineiksi. Seuranta merkitsee järjestyksen ylläpitoa, sekä työntekijöiden kouluttamista ja motivointia noudattamaan 5S-menetelmää jatkuvasti. (Merikallio & Haapasalo 2009, 21.)

5S-menetelmä voi merkittävästi parantaa tuottavuutta myös elementtituotannossa. Elementtituotanto edellyttää järjestelmällistä toimintaa ja 5S-menetelmä tukee tehokasta työskentelyä. Jos työvälineet ja materiaalit eivät ole hyvin järjestettyjä ja helposti saatavilla, työn sujuvuus kärsii, mikä lisää hukkaa. Standardoimalla työprosessit varmistetaan, että työntekijät toimivat johdonmukaisesti ja tehokkaasti kaikissa työvaiheissa. Menetelmän hyödyt näkyvät myös yrityksen imagossa, sillä siisti ja järjestelmällinen työympäristö luo aina positiivisen vaikutelman yrityksestä.

Tuotantotilojen laajennuksen yhteydessä on tärkeää käydä jokaisen työpisteen tarvitsemat työkalut tarkasti läpi ja jättää vain ne, jota oikeasti tarvitaan, tällä helpotetaan tehokasta työskentelyä. Siisteys tuotantotiloissa on jo nykyisellään ollut hyvällä tasolla, mutta tätä ja muitakin 5S-menetelmiä pitää seurata ja ohjata, jotta ne pysyvät työyhteisön normaaleina toimintatapoina.

5.4 Jatkuva parantaminen

Kaizen, joka tarkoittaa japaniksi "hyvää muutosta", on jatkuvan parantamisen filosofia, joka on keskeinen osa Lean-ajattelua. Se yhdistää Leanin keskeiset tavoitteet, kuten hukan poistamisen, tehokkuuden lisäämisen ja lisäarvon tuottamisen asiakkaalle. Lean-kaizen ei keskity suuriin, kertaluonteisiin muutoksiin, vaan pieniin, jatkuviin parannuksiin, joita toteutetaan organisaation kaikilla tasoilla. Tämän lähestymistavan periaatteet ja käytännöt ovat osoittautuneet hyödyllisiksi monilla eri aloilla, mukaan lukien valmistusteollisuus (Senyk, 2023.)

Jatkuvan kehittämisen toteuttaminen edellyttää yrityksen johdolta päätöksentekoa, sitoutumista ja syvällistä ymmärrystä sen merkityksestä tuotannossa. Kyseessä on ennen kaikkea suunnitelmallinen prosessi, joka vaatii organisoitua toimintaa etenkin esihenkilöitä, jotka asettavat tavoitteet kehittämistyötä tekeville. Jatkuva kehittäminen perustuu tiimityöskentelyyn, jonka tavoitteena on hukan poistaminen ja Lean-tuotannon mahdollistaminen. (Tuominen 2010, 107.)

Kaizen menetelmä mahdollistaa organisaatioita saavuttamaan jatkuvia ja kestäviä parannuksia. Se painottaa työntekijöiden osallistumista, pienten muutosten tekemiseen. Oikein käytettynä menetelmä voi merkittävästi lisätä organisaation tehokkuutta ja tuottavuutta samalla, kun se luo kulttuurin, joka tukee innovointia ja jatkuvaa oppimista. (Knechtges & Decker 2014.)

Jotta jatkuva parantaminen näkyisi RP-Karmin jokapäiväisessä työskentelyssä, täytyy työryhmässä olla erittäin motivoitunut ja esimerkillinen, mutta kuitenkin työntekijöiden tasolle asettava esihenkilö, jota työntekijät kunnioittavat. Tämän henkilön on johdettava omalla esimerkillään ja innokkuudellaan muutkin tekemään työnsä hyvin ja levittää halua parantaa sitä jatkuvasti.

5.5 Standardisoitu työ

Lean-ajattelun mukaisen jatkuvan parantamisen perusta on standardoitu työ. Työtavan standardointi tarkoittaa tehtävän pilkkomista loogisiin, toisistaan erottuviin vaiheisiin. Jokaisesta työvaiheesta laaditaan ohjeet, joissa esitetään tarvittavat tiedot mieluiten visuaalisessa muodossa. Ohjeissa huomioidaan myös työvaiheeseen liittyvät turvallisuus- ja laadunvarmistusasiat sekä työn sujuvuutta edistävät tekijät. Standardointi yrityksessä alkaa vakauttamisella, joka tarkoittaa esimerkiksi 5S-menetelmän avulla saavutettavaa perusjärjestystä. Tämän jälkeen siirrytään varsinaiseen standardointiin, eli työohjeiden luomiseen työntekijöiden näkökulma huomioiden. Lopuksi seuraa ylläpitovaihe, jossa esihenkilöiden vastuulla on varmistaa, että työt tehdään suunnitelmien mukaisesti ja ohjeita noudattaen. (Kilponen & Jokinen 2020, 20-21.)

Standardoitu työ mahdollistaa nopean työntekijöiden kehittymisen, sillä sen avulla jokaisen on helppo mitata ja kehittää työnsä tehokkuutta. Opinnäytetyö sisältää työpistekorttien teon, joka standardisoi työvaiheita riippumatta työntekijästä.

5.6 Asenteiden muutos

Työntekijöiden oikeanlainen asennoituminen työtä kohtaan on todella merkittävä tekijä, onnistuuko Lean periaatteiden mukainen pitkäjänteinen ja koko organisaatiotasolla tapahtuva tuotannon tehokkuuden parantaminen.

Jokaisessa organisaatiossa on työntekijöitä, joilla on erilainen suhtautuminen muutokseen. Pieni osa henkilöstöstä on innokkaita kehittämään itseään ja työskentelytapojaan myös omalla ajallaan. Toiset

ovat avoimia uusille ideoille ja valmiita kokeilemaan niitä, mutta eivät aktiivisesti edistä muutosta. Lisäksi on työntekijöitä, jotka eivät koe tarvetta muutokselle tai kehitykselle. (Aziz & Hafez 2013, 691).

Työnjohdon on tärkeää olla halukkaita kehittämään itseään, jotta he voivat omaksua lean-johtamisen työkalut käyttöönsä. Heidän tulisi etsiä keinoja, joilla työntekijät ja vastuuhenkilöt saadaan sitoutumaan muutokseen ja uusiin toimintatapoihin. Tämä onnistuu paitsi osoittamalla, miten tuottavuutta voidaan parantaa, myös tuomalla esiin tapoja, joilla työntekoa voidaan helpottaa aiempaan verrattuna. (Pasila 2019, 65).

Jotta suomalaisilla rakennusalan työntekijöillä olisi todellista ja pitkäjänteistä halua saada työstä tehokkaampaa, täytyy tehokkuuden vaikuttaa palkkaan. Motivaatiota parantaisi esimerkiksi suoriteperusteinen palkkaus. Kun työn tuottavuus paranee, olisi myös mahdollista maksaa työstä suoritepalkkioita.

Nykyinen tarjouslaskenta Excel-työkalu laskee automaattisesti myös löyhän tuotantoajan kohteelle. Elementtisuunnittelijan mukaan tähän aikatavoitteeseen päästään käytännössä aina. On tapauksia, jolloin työtahti aluksi on ollut reilusti tavoitetta ripeämpi, mutta tämän tajuttuaan työntekijät ovat laskeneet työtahtia ja aikatavoitteeseen on päästy vain niukasti.

Koska realistinen tuotantoaikatavoite saadaan laskettua jokaiselle kohteelle, olisi suoriteperusteinen palkkaus helppo järjestää. Ennen jokaista kohdetta pidettäisiin palaveri, missä kerrotaan tuotantoaika työntekijöille, joka voisi olla esimerkiksi 80 % tästä löyhästä Excel-ajasta. Mikäli kohde valmistuu nopeammin kuin tämä, saavat työntekijät silti tämän 80 % ajan palkan. Mikäli aikatavoitteeseen ei päästä, saavat työntekijät normaalin tuntipalkan. Tällaisella järjestelyllä optimiolosuhteissa yritys säästää 20 % palkkakuluissa, työntekijän halu työskennellä ja tuntipalkka nousee, sekä yritys pystyy tuottamaan 20 % enemmän elementtejä, sillä uusi kohde voidaan aloittaa aiemmin.

Tällainen suoriteperusteinen palkkausjärjestely vaatii laadunvarmistusjärjestelmän, jotta työtä ei tehdä hutiloimalla ja siten säästetä aikaa. Lisäksi tällainen palkkausjärjestelmä auttaa työntekijöitä tsemppaamaan ja neuvomaan toisiaan, sillä yksikin hidas työskentelijä vaikuttaa myös muiden palkkaan.

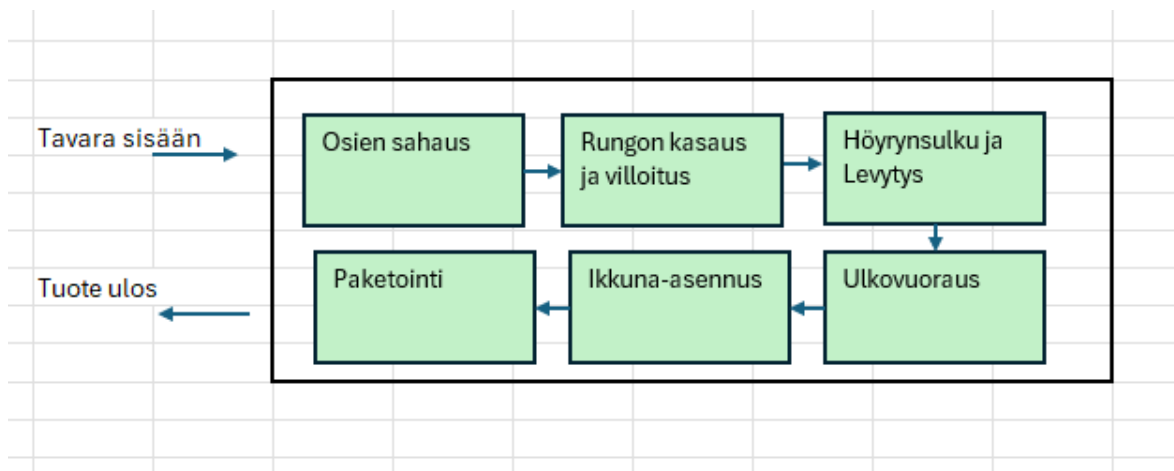
Työntekijöille tehtiin Powerpoint-esitys, jossa perustellaan Lean-ajatusta. Esityksen tavoite oli saada työntekijöihin intoa, ylpeyttä työtään kohtaan, sekä halua kehittää toimintaa. Lisäksi esityksessä kerrottiin suoriteperusteisesta palkkauksesta, joka on todennäköisesti suurin kannustin toiminnan kehittämiseen.

5.7 Layout

Layout, eli tuotantolaitoksen työpisteiden sijoittelu on yksi merkittäviä tehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä. Mikäli layout ei ole yhteensopiva tuotannon kanssa, aiheutuu siitä turhaa liikkumista ja tehottomuutta.

Layout-ratkaisua valittaessa on tärkeää huomioida sekä tuotettavien tuotteiden määrä että valikoidun laajuus. Mikäli tuotantomäärät ovat suuria ja sarjakoot laajoja, voi tuotantolinja olla sopivin vaihtoehto. Toisaalta, jos valmistettavia tuotteita on useita ja niiden tuotanto toistuu, mutta eräkoot ovat

pienet, solu-layout voi olla parempi vaihtoehto, erityisesti silloin, kun tuotantolinjan käyttö ei ole taloudellisesti järkevää. Solu tarjoaa usein enemmän joustavuutta verrattuna perinteiseen tuotantolinjaan. (Haverila 2009).



Kuva 6 Tuotantolinja layout esimerkki. (Tirkkonen 2025)

Puuelementtituotannossa tuotantolinja layout on käytännössä ainut järkevä vaihtoehto, koska lähes kaikki valmistettavat tuotteet tarvitsevat samanlaiset työvaiheet perätysten samassa järjestyksessä.

Hyvin suunniteltu layout muodostuu useista eri tekijöistä, joiden kaikkien tavoitteena on maksimoida tehokkuus. Haverilan (2009) mukaan laadukkaam layoutin keskeisiä ominaisuuksia ovat seuraavat.

- Selkeät materiaalivirrat
- Helppo ja joustava muutettavuus
- Pieni materiaalien siirtotarve
- Lyhyet kuljetusmatkat
- Erityisosaamista vaativan valmistuksen keskittäminen samaan paikkaan
- Tehtaan sisäisten palveluiden sijoitus käyttöpaikan läheisyyteen
- Tehokas materiaalien vastaanotto ja jakelu
- Sisäisen kommunikaation helppous
- Erilaisten valmistusvaiheiden vaatimat erityistarpeet on huomioitu
- Tila on käytetty tehokkaasti
- Työturvallisuus ja -tyytyväisyys on huomioitu

5.8 Last Planner Systems (LPS)

Last Planner -menetelmä on 1990-luvulla Yhdysvalloissa kehitetty tuotannonohjausmenetelmä, joka on suunniteltu parantamaan rakennustyömaiden suunnitelmallisuutta ja tehokkuutta. Sen kehityksen taustalla oli havainto, että perinteinen tuotannonohjaus perustuu pääosin ylhäältä alas periaatteella tehtyihin aikatauluihin, jotka eivät kuitenkaan käytännössä toteudu odotetulla tavalla. Tutkimusten mukaan vain noin puolet viikkosuunnitelman tehtävistä saadaan toteutettua suunnitellusti, mikä aiheuttaa viivästyksiä, resurssien hukkaa ja epäjärjestelmällisyyttä työmailla. (Koskela 2004).

LPS eroaa perinteisestä tuotannonohjauksesta erityisesti siinä, että se perustuu imuohjaukseen ja jatkuvaan parantamiseen. Sen keskeisiä elementtejä ovat viikkosuunnittelu, jossa varmistetaan tehtävien edellytykset ennen niiden aloittamista, osapuolten sitoutuminen viikkosuunnitelmaan sekä toteutumisen seuranta PPC-luvulla (Percentage of Promises Completed). Menetelmän avulla tuotantoa pyritään hallitsemaan järjestelmällisemmin, ja viikkosuunnittelun avulla varmistetaan, että kaikki tarvittavat resurssit, kuten materiaalit ja työvoima, ovat saatavilla ennen tehtävän aloitusta. (Koskela 2004).

Menetelmän hyödyt ovat moninaiset. Ensinnäkin se parantaa tuottavuutta vähentämällä keskeytyksiä ja improvisoitua työskentelyä. Työt voidaan suorittaa sujuvammin, koska tehtävät aloitetaan vasta, kun niiden toteuttamisedellytykset ovat varmistettu. Tämä myös vähentää työmaan kaaosta ja lisää ennustettavuutta. Toiseksi menetelmä lyhentää rakennusaikoja, koska tehtävät voidaan suorittaa tehokkaammin ja viiveitä voidaan minimoida. Kolmanneksi LPS edistää työturvallisuutta, sillä ennalta suunnitellut ja hallitut työolosuhteet vähentävät onnettomuusriskejä. Laadun parantuminen on myös merkittävä hyöty, koska huolellisempi suunnittelu ja tehtävien hallittu suorittaminen johtavat virheiden vähenemiseen. (Koskela 2004).

Kun jokin tehtävä ei valmistu suunnitellusti, sen vastuuhenkilöltä selvitetään viiveen syyt. Tähän kuuluu järjestelmällinen analyysi, jossa tunnistetaan, onko kyseessä esimerkiksi materiaalien puute, työvoiman saatavuusongelmat, puutteelliset suunnitelmat tai ulkoiset häiriötekijät, kuten sääolosuhteet. Syyt luokitellaan ja kirjataan ylös, minkä avulla voidaan muodostaa tilastollinen pohja ongelmien yleisyydestä ja toistuvuudesta. Tämän tiedon avulla voidaan kehittää ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä, jotka auttavat välttämään samoja ongelmia tulevaisuudessa. Esimerkiksi, jos havaitaan toistuvia materiaalityömittusten viivästyksiä, voidaan hankintaprosessia tehostaa tai varautua paremmin varastoidulla kriittisillä materiaaleilla ennakkoon. Samalla työmaan johdolle syntyy parempi käsitys tuotannon pullonkauloista, mikä mahdollistaa jatkuvan parantamisen ja tehokkaamman resurssien hallinnan. (Koskela 2004).

LPS ei sellaisenaan sovellu elementtituotantoon, sillä elementit tehdään aina suunnittelijan antamassa järjestyksessä ja niiden valmistumisen seuranta on erittäin yksinkertaista. Kuitenkin LPS mukainen viivästymisen syiden selvittäminen ja ongelmien tilastointi olisi erittäin hyödyllinen myös puuelementtituotantoon, jotta jatkossa samankaltaiset ongelmat voidaan ennustaa ja välttää.

6 LAAJENNUKSEN VIRTAUSSUUNNITTELU JA TOIMINTAPARANNUKSET

6.1 Yleistä

RP-Karmi Oy on suunnitellut pitkään nykyisten elementtituotantotilojen laajentamista, jotta mahdollisuudet ottaa vastaan suurempia tilauksia paranevat ja tilausten läpivientajat lyhenisivät. Tuotantotilojen laajentaminen tarkoittaa kaikkien materiaalivirtojen ja tuotantolinjojen muutoksia, jotka täytyy suunnitella uudelleen. Tässä osiossa käydään läpi; laajennettujen tuotantotilojen layout suunnittelu, työpistekohtainen aikataulutusta, työpiste- sekä laadunvarmistuskorttien käyttöönotto, sekä muut huomioitavat asiat, jotta tuotantolinjan virtaus olisi mahdollisimman tehokasta. Kappaleet 6.2 ja 6.3 perustuvat Hannu Haarasen haastatteluun sekä palaveriin, jossa mukana oli myös RP-Karmin toimitusjohtaja Jarkko Mattila.

SALATTU

6.7 Yhteenveto

Työn ensisijaisena tavoitteena oli laatia RP-Karmi Oy:lle tehokkaasti virtaava layout-suunnitelma laajennettavaan puuelementtitehtaaseen, hyödyntäen työpisteaikataululaskuria ja Lean-periaatteita. Toisena keskeisenä tavoitteena oli kehittää ja ottaa käyttöön hyvän virtauksen mahdollistavat laadunvarmistuskortit ja työpistekortit. Useiden muutosten, palaverien ja suunnitelmien kehittämisen jälkeen asetetut tavoitteet saavutettiin, ja lopputuloksena syntyivät yrityksen tarpeita vastaavat layout-suunnitelmat sekä selkeät työpiste- ja laadunvarmistuskortit.

Kyseessä on pitkäjänteinen kehityshanke, jonka suurin osa uudistuksista toteutuu tuotantotilojen laajennuksen jälkeen. Laadunvarmistuskortit ja -kansio voidaan kuitenkin ottaa käyttöön jo seuraavassa kohteessa. Työpistekorttien käyttöönotto on mahdollista myös ennen laajennusta, vaikka niiden hyödyt jäävät rajoitetuiksi nykyisissä, tiloiltaan hajanaisissa tuotanto-olosuhteissa. Seuraavaksi hanketta tulisi edistää arvioimalla laajennuksen taloudellisia vaikutuksia. Samalla teknisten ratkaisujen suunnittelu on tärkeää tehdä huolellisesti jo ennen laajennuksen toteuttamista. Esimerkiksi linjas-tojen tarvitsemien elementtipöytien ja vaunujen hankintahinnat sekä yhteensopivuus layout-suunnitelman kanssa tulee varmistaa. Myös automaattisen katkontajärjestelmän hankintahintaa on syytä verrata sen tuomiin hyötyihin.

Laajennushankkeeseen liittyy useita riskejä, joista merkittävimpiä ovat taloudelliset, tekniset ja markkinariskit. Taloudelliset riskit liittyvät erityisesti rakentamisen ja uusien investointien kustannuksiin. Jos rakennuskustannukset nousevat odottamattomasti tai rahoitusta ei saada suunnitellusti, laajennus voi aiheuttaa yritykselle taloudellista painetta. Teknisiin riskeihin kuuluu mahdollisuus, että uudet koneet tai tuotantotilat eivät toimi suunnitellusti tai vaativat enemmän käyttöönottoaikaa ja henkilöstön koulutusta kuin on arvioitu. Lisäksi markkinatilanteen muutokset voivat vaikuttaa laajennuksen kannattavuuteen. Mikäli kysyntä ei kasva odotetulla tavalla tai kilpailu alalla kiristyy, tuotantokapasiteetti voi jäädä vajaakäytölle, mikä heikentää investoinnin tuottoa.

7 POHDINTA

Opinnäytetyöprosessi ei alkanut täysin selkeissä lähtökohdissa, mikä aiheutti aluksi epävarmuutta työn suunnasta ja tavoitteista. Lisäksi tuotannon pysähtyminen juuri työn alkuvaiheessa vaikeutti tilannetta, sillä käytännön havainnointia ja vertailua ei voitu suorittaa normaalissa tuotantoympäristössä. Työn edetessä tavoitteet ja rajaukset kuitenkin tarkentuivat, ja niiden myötä oma motivaatio ja mielenkiinto työtä kohtaan kasvoivat selvästi. Pitkäaikainen työsuhteeni RP-Karmi Oy:llä oli merkittävä etu koko prosessin ajan. Tuttu organisaatiokulttuuri, helposti lähestyttävät kollegat ja mahdollisuus matalan kynnyksen haastatteluihin autoivat merkittävästi työn etenemisessä.

Työ mahdollisti oppimani soveltamisen käytäntöön. Alkuvaiheessa keskityttiin Lean-ajattelun ja tuotannon virtauksen teoreettisiin periaatteisiin, mikä vaati paljon perehtymistä ja itsenäistä opiskelua. Teorian hallitseminen oli kuitenkin tärkeää, jotta myöhemmin pystyttiin tarkastelemaan RP-Karmin tuotantoa kriittisesti ja tunnistamaan kehityskohteita, joihin ratkaisuja voitaisiin kohdentaa. Erityisen opettavaisia olivat tilanteet, joissa teoreettiset mallit eivät sellaisenaan soveltuneet käytännön haasteisiin, vaan niitä tuli muokata yrityksen olosuhteisiin sopiviksi. Tämä kehitti kykyä yhdistää analyyttistä ajattelua käytännönläheiseen ongelmanratkaisuun.

Layout-suunnittelun vaiheessa kohdattiin useita haasteita, joista merkittävimpiä olivat ristiriitaiset näkemykset sekä joidenkin tärkeiden kommenttien ilmeneminen vasta projektin loppuvaiheessa. Näiden vuoksi suunnitelmaa ja sen perusteluita jouduttiin muokkaamaan useaan otteeseen. Vaikka tämä vaati joustavuutta ja aikaa, opin arvokkaita taitoja projektinhallinnasta, kommunikaatiosta ja muutosjohtamisesta. Opin myös, kuinka tärkeää on pitää suunnitteluprosessi avoimena ja dokumentoida päätökset selkeästi, jotta eri osapuolten tarpeet voidaan huomioida mahdollisimman tasapainoisesti.

Opinnäytetyöprosessin aikana oli mahdollisuus osallistua palaveriin, jossa opinnäytetyöni tilaajayritys RP-Karmi tapasi automaatiolaitteita puuelementtitehtaille tarjoavan yrityksen edustajia. Palaverissa käsiteltiin erilaisia ratkaisuja tuotannon tehostamiseksi, ja erityisesti katkenta-automaation toteutus RP-Karmin tehtaalla herätti mielenkiintoni. Aihe olisi tarjonnut kiinnostavan näkökulman tutkimukseen, mutta opinnäytetyön aikataulu ja rajaus estivät tämän osa-alueen sisällyttämisen työhön.

Opinnäytetyöni ei jää pelkäksi tutkimukseksi, vaan sillä on konkreettinen rooli RP-Karmi Oy:n kehitystyössä. Työssäni esitetyt työkalut ja kortit otetaan käyttöön nykyisessä tuotannossa ja layout-suunnitelma toimii lähtökohtana tuotantokapasiteetin, henkilöstötarpeen ja talouslaskennan jatko-suunnittelulle. Olen erityisen tyytyväinen siihen, että työni tulokset eivät ole pelkästään organisaatiolle hyödyllisiä, vaan myös itselleni arvokkaita oppimiskokemuksia, jotka valmistavat minua tulevaan työrooliini yrityksessä. Olen saanut kokonaisvaltaisen käsityksen tuotannon kehitystyöstä ja päässyt harjoittelemaan monipuolisesti taitoja, joita tulen tarvitsemaan työelämässäni.

LÄHTEET

- Asiakastieto (2024). *Yritys*. [online] [Viitattu: 14.2.2025] Saatavilla: <https://www.rp-karmi.fi/yritys/>
- Aziz, R.F. & Hafez, S.M. (2013). Applying lean thinking in construction and performance improvement. *Alexandria Engineering Journal*, 52, pp. 679–695. [Viitattu: 31.1.2025] Saatavilla: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S111001681300046X>
- ChatGPT (2025). OpenAI. GPT-4. Käytetty kielentarkistukseen, huhtikuu 2025. <https://openai.com/chatgpt>
- Domino Printing (2021). *Tackling the wastes of lean in coding and marking*. [online] [Viitattu: 12.2.2025] Saatavilla: <https://www.domino-printing.com/en-gb/blog/2021/tackling-the-wastes-of-lean-in-coding-and-marking>
- Formoso, C.T., Isatto, E.L. & Hirota, E. (1999). Method for Waste Control in the Building Industry. *Proceedings IGLC-7*. USA: University of California.
- Haaranen, H. 2025. Tuotannonjohtaja. RP-Karmi Oy. Haastattelu 12.3.2025
- Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. (2009). *Teollisuustalous*. 6. painos. Tampere: Infacs.
- Heikkinen, M. 2025. Elementtityöntekijä. RP-Karmi Oy. Haastattelu 19.2.2025
- Hines, P., Holweg, M. & Rich, N. (2004). Learning to evolve – A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management*, 24(10), pp. 994–1011.
- Häkkänen, O. (2025). *Puuelementtituotannon laadunvarmistus ja työturvallisuus*. [online] [Viitattu: 18.2.2025] Saatavilla: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/878294/Hakkanen_Olli.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Hänninen, J. 2025. Elementtisuunnittelija. RP-Karmi Oy. Haastattelu 19.2.2025
- Kilponen, T. & Jokinen, T. (2020). Standardoitu työ. Julkaisussa H. Tolonen, T. Väyrynen & T. Juntunen (toim.) *Lean with passion*. Oulun ammattikorkeakoulu.
- Koskela, L. (1992). *Application of the New Production Philosophy to Construction*. Stanford: Stanford University.
- Koskela, L. & Koskenvesa, A. (2004). *Rakentajain kalenteri/RK040502.pdf*. [Viitattu: 25.1.2025].
- Koskenvesa, A. & Sahlstedt, S. (2017). *Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus (Ratu KI-6031)*. Helsinki: Rakennustieto.
- Kouri, I. (2010). *LEAN taskukirja*. Helsinki: Kopio-Niini.
- LCI Finland (n.d.). *Mitä on Lean-rakentaminen?* [online] [Viitattu: 11.2.2025] Saatavilla: <https://lci.fi/lean-rakennusalalla/mita-on-lean-rakentaminen/>
- LeanLion (n.d.). *Miksi Lean?* [online] [Viitattu: 10.2.2025] Saatavilla: <https://www.leanlion.com/miksi-lean>
- Lommi, I. (2024). Vuoden jäsenyritys RP-Karmi Oy menestyy puurakentamisen edelläkävijänä. *Rakennusteollisuus RT*. [online] [Viitattu: 14.2.2025] Saatavilla: <https://rt.fi/artikkelit/2024/03/vuoden-jasenyritys-rp-karmi-oy-menestyy-puurakentamisen-edellakavijana>
- Mattila, J. 2025. Toimitusjohtaja. RP-Karmi Oy. Palaveri 16.4.2025.
- Merikallio, L. & Haapasalo, H. (2009). Projektituotantojärjestelmän strategiset kehittämiskohteet kiinteistö- ja rakennusalalla.

- Modig, N. & Åhlström, P. (2016). *Tätä on Lean – ratkaisu tehokkuusparadoksiin*. Halmstad: Rheologica Publishing.
- Pasila, H.-J. (2019). *Impact of Lean-Intervention on Productivity*. Aalto-yliopisto. Master's Programme in Building Technology. Diplomityö. [Viitattu: 31.1.2025] Saatavilla: https://aalto-doc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/39100/master_Pasila_Hans_2019.pdf
- Pekuri, A. & Herrala, M. (2013). Rakentajain kalenteri: Lean-organisaatiota rakentamassa – henkilöstön osallistaminen ja kulttuurinmuutoksen kulmakivet. Helsinki: Rakennustieto Oy. [Viitattu: 22.1.2025] Saatavilla: [https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/631CStSjs%3A\\$47\\$RK130702\\$46\\$pdf/RK130702.pdf](https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/631CStSjs%3A47RK130702$46$pdf/RK130702.pdf)
- ResearchGate (n.d.). *Application of the New Production Philosophy to Construction*. [online] [Viitattu: 15.2.2025] Saatavilla: https://www.researchgate.net/publication/243781224_Application_of_the_New_Production_Philosophy_to_Construction
- ResearchGate (n.d.). *Method for Waste Control in the Building Industry*. [online] [Viitattu: 17.2.2025] Saatavilla: https://www.researchgate.net/publication/228646326_Method_for_Waste_Control_in_the_Building_Industry
- Räsänen, T. (2017). *Lean rakennusalalla*. [online] [Viitattu: 18.2.2025] Saatavilla: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/126925/Rasanen_Taija.pdf
- Salmicon (n.d.). *Lean johtamisella kulttuurimuutokseen*. [online] [Viitattu: 10.1.2025] Saatavilla: <https://www.salmicon.fi/blogi/rakennusala-blogit/lean-johtamisella-kulttuurimuutokseen/>
- The Lean Way (n.d.). *The 8 Wastes of Lean*. [online] [Viitattu: 13.2.2025] Saatavilla: <https://theleanway.net/The-8-Wastes-of-Lean>
- Tuominen, K. (2010). *Lean – kohti täydellisyyttä*. Juva: WS Bookwell Oy.
- Väänen, J. (2022). *Elementtitehtaan tuotannon kehittäminen*. [online] [Viitattu: 18.2.2025] Saatavilla: <https://www.theseus.fi/handle/10024/747098>
- Yu, I.S. (2023). *Using lean methods as an example of kaizen*.

LIITE 1

Esimerkki elementtiin kiinnitettävästä laadunvarmistuskortista (Häkkinen 2025)



Elementtituotannon laadunvalvontapöytäkirja

Projekti: Tahko Sky

Elem. Tunnus

Laatuluokka: 1

Littera	Tehtävä	Muistio	OK	Asentaja
101	Runko	Mitat, nostopisteet, suoruus, kiinnikkeet, elem. tunnus lomakkeessa		
102	Eristys	Laatu, tiiveys ja katkeamattomuus, saumojen sijainti, läpivientien tiiveys		
103	Tuulensuoja	Eristeen laatu, kiinnitys, saumojen tiiveys		
103	Tuulensuoja	Eristeen laatu, kiinnitys, saumojen tiiveys		
104	Ulkoverhoisuus	Puutavaran ja kiinnikkeiden laatu, saumojen sijainti, suoruus		
201	Höyryn- / ilmansulku	Laatu, Limitykset, läpivientien tiivistys		
202	Sisäkoolaus	Laatu, kosteus, tiiviys ja katkeamattomuus, saumojen sijainti, läpivientien tiiveys,		
204	Rasiat ja läpiviennit	Laatu, sijainti, kiinnitys, suojaus		
203	Sisäpuolen levytys	Levyn laatu, kiinnitykset, pinnan tasaisuus ja siisteys		
305	Ikkuna-asennus	Toimivuus, suoruus, kätisyys		

Työnjohtajan allekirjoitus

Elementin valmistumis
pvm. PP/KK/-VV



SEINÄELEMENTTI TYÖPISTE 1

1. Sahaa osat elementtikuvan listan mukaan.
-Tarkista puutavaran leveys.
2. Merkitse runkotolppien paikat ala- ja yläohjauspuuhun.
-Liitä ala- ja yläohjauspuut ensin, mikäli tarpeellista.
-Merkitse molemmat puut yhtä aikaa.
3. Kasaa runko paineilmanaulaimella.
- Laita suorimmat runkotolpat aukkojen viereen, sekä elementin päihin.
-tuplatolppien väliin villakaista.
4. Pora nostoliinujen reiät ja pujota nostoliinat kuvaan merkityille kohdille.
-Liinan tyyppilappu näkyviin.
-Siivoa puusilppu
5. Merkitse elementti, sekä kiinnitä laadunvarmistuskortti.
-Elementin päätyyn tussilla elementtitunnus, niiteillä laatukortti.
6. Tarkista laatuvaatimukset ja kuittaa laadunvarmistuskortti.
-Laatuvaatimukset voit lukea laadunvalvontaohjeesta.
7. Elementti voi siirtyä seuraavalle työpisteelle.



Nostoliinan pujotus



Ala- ja yläohjauspuun liitos