

VOL. 01

ISSUE NO.2

# OAMK\_KONE WITH PASSION



## Opiskelijasta insinööriksi

Matka opiskelijasta koneinsinööriksi on monivaiheinen, vauhdikas ja välillä uuvuttavakin. Lopussa kuitenkin kiitos seisoo ja kova työ palkitaan.

VUODESTA

1894

# Pääkirjoitus

Kevät on alkamista ja loppumista. Luonto alkaa pitkän ja pimeän talven jälkeen taas heräillä, ja uusi elämä valtaa joka paikan. Ilma on muuttunut lämpimäksi ja aurinkoiseksi. Talvi on vihdoin loppunut.

Talvi on ollut raskas ja työn täyteinen myös konetekniikan opiskelijoille, jotka ovat pöntänneet valtavan määrän teoretietoaa ja toteuttaneet useita vaativia käytännön projekteja eri yrityksiin. Monia uusia tuotteita on suunniteltu ja rakennettu sekä tehtaiden tuottavuutta on parannettu. Opinnotkin loppuvat kuitenkin joskus, vaikkei oppiminen koskaan insinööriltä lopukaan. Neljän vuoden opiskelu-uurastus päättyy monilla opiskelijoilla näin keväällä, kun he saavat vihdoin 240 suoritettua opintopisteen jälkeen luvan kutsua itseään konetekniikan insinööriksi.

Tämä lehti on kokoelma pääasiassa insinöörien opiskelupolkujen loppuja, mutta samalla se on joukko uusia iloisia alkua. Eräät ovat vasta aloittaneet insinööriopintonsa, toiset jatkavat insinööriopintojaan yliopistossa ja jotkut taas aloittavat täysipäiväiset työnsä elinkeinoelämässä tuoreina ammattilaisina. Ja niin kuin jo edesmennyt legenda on sanonut elämän olevan ihmisen parasta aikaa, on tämä havaittavissa myös tässä lehdessä esiintyvistä koneinsinöörien aluista.  
Elämä on laiffii.

## Toimituskunta

**Jukka Säkkinen** - tki-johtaja, konetekniikka

**Timo Väyrynen** - tutkintovastaava, konetekniikka

**Tuija Juntunen** - viestinnän lehtori, konetekniikka

**Mira Kekkonen** - koulutussihteeri, konetekniikka

*etunimi.sukunimi@oamk.fi*

## Julkaisija

Oulun ammattikorkeakoulun konetekniikan osasto

## Kansikuva

Elämän jano #vesi, Tauno Jokinen 2018

Tämä ja aiemmin ilmestyneet lehdet ovat luettavissa myös diginä:  
[issuu.com/oamk\\_kone](http://issuu.com/oamk_kone)

# Sisällysluettelo

**01** Pääkirjoitus

---

**03** Insinööriksi layout-suunnittelun kautta

---

**05** Asiakslähtöisyys kilpailuetuna

---

**07** Momentin mittausperiaatteet ja mittaustiedon tallentaminen tietokoneelle

---

**09** Maailman pienin LMD-3D-tulostin

---

**11** Tehtaan tuottavuuden parantaminen 5S-menetelmällä

**15** Avain tehokkaaseen ja turvalliseen työympäristöön

---

**17** Huolto-ohjelman ja huoltokäsikirjan laatiminen kairauskalustoon

---

**19** Laatukäsikirjan hyödyntäminen yritystoiminnassa

---

**21** Motec M130 -moottorinohjainlaitteen kytKentäopas ja Motec-moottorinohjainlaitteen valintatyökalu

---

**23** Harjoitustyö: Projekti suojaus

---

**25** Työelämäkontakteja Oulun ammattikorkeakoulun konetekniikan opinnoista

# Insinööriksi layout-suunnittelun kautta

Kirjoittajat: insinööriopiskelija (amk) Eetu Pääkkölä ja yliopettaja Tauno Jokinen, Oulun ammattikorkeakoulun konetekniikan osasto, kuvat: Mira Kekkonen, Oulun ammattikorkeakoulun konetekniikan osasto

*Eetu Pääkkölään opinnäytetyössä suunniteltiin tuotantolayout oululaiseen PKT-yritykseen, jonka tavoitteena on aloittaa tuotteidensa valmistaminen omissa tuotantotiloissaan. Työn tuloksena saatiin toteutussuunnitelma, jonka avulla yritys voi aloittaa investoinnin toteuttamisen. Työn ohjaajavana opettajana toimi Tauno Jokinen.*

## Opinnäytetyön aihe

Sanotaan, että oppii parhaiten, kun menee omalle epämuksuusalueelleen. Tämän väitteen voin itsekin allekirjoittaa, sillä se on tullut todettua opintojen aikana moneen kertaan. Viimeksi se tuli todettua opinnäytetyöni aikana. Opinnäytetyöni aiheena oli kokoonpano- ja pakkauslinjaston layoutin suunnittelu. Kokemukseni ja tiedot layout-suunnittelusta ennen opinnäytetyön aloitusta olivat melko vähäiset. Tuotantotekniikan koulutusohjelmassamme aiheita käsiteltiin vain pintapuolisesti ja mielestäni layout-suunnitteluun olisi voinut perehtyä enemmänkin. Layout-suunnittelu opinnäytetyön aiheena tuntui minusta kuitenkin mielenkiintoiselta, sillä pääsisin perehtymään minulle melko tuntemattomaan aiheeseen ja kasvattamaan tietämystäni. Tarttumalla tuntemattomaan aiheeseen saa työhön lisättyä hieman vaikeusastetta ja pääsee haastamaan itseään. Näin opinnäytetyön loppuvaiheessa voin todeta, että tuntemattomaan aiheeseen tarttuminen oli oikea päätös ja tietämykseni on vain laajentunut.



Kuva 1. Eetu Pääkkölä aloitti konetekniikan opinnot vuonna 2014, ja kesäkuussa 2019 hän valmistuu konetekniikan insinööriksi suuntautuen tuotantotekniikkaan.

## Opinnäytetyön aloitus

Aloitin opinnäytetyön tekemisen tutustumalla Theseuksesta löytyviin opinnäytetöihin, jotka käsittelivät layout-suunnittelua. Opinnäytetöitä lukemalla sain hyvän yleiskuvan layout-suunnittelusta ja kattavan listan lähteitä, joista oli hyvä lähteä syvemmin tutustumaan aiheeseen.

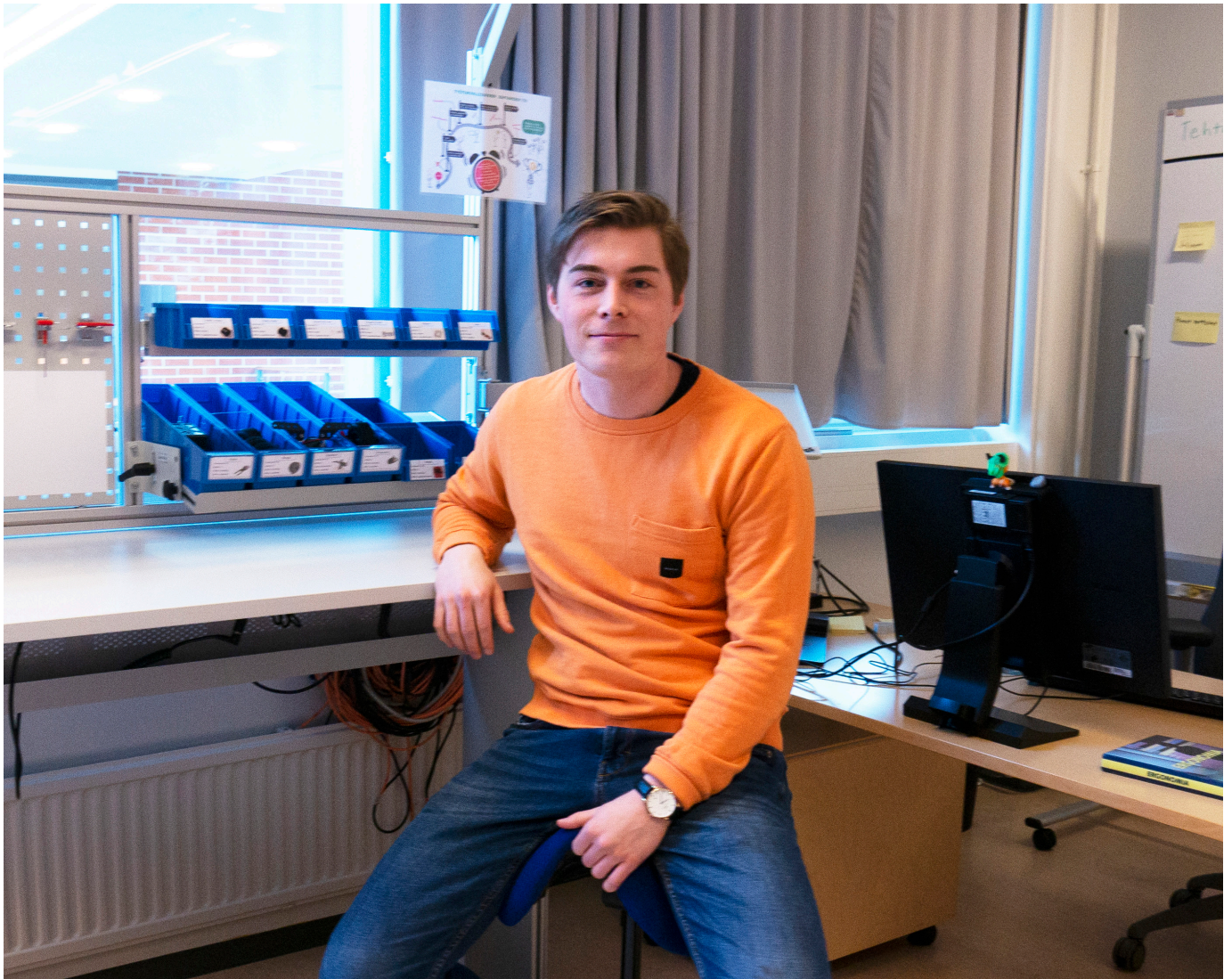
Teorialähteiden etsiminen kannattaakin aloittaa perehtymällä opinnäytetöihin, jos omaa aihetta käsitteleviin lähteisiin ei ole aikaisemmin tutustunut. Layout-suunnittelua käsitteleviä suomenkielisiä lähteitä oli niukasti, joten turvauduin opinnäytetyön aikana enimmäkseen englanninkieliseen teoriaan. Englanninkielisiä lähteitä kannattaa ja on hyvä käyttää, koska niitä on enemmän tarjolla, joten tutkittavaan aiheeseen saa myös laajemman näkökulman. Alkuperäiset lähteet ovat yleensä vieraskielisiä, ja ne tuovat työhön myös lisää luottavuutta.

## Kokoonpano- ja pakkauslinjaston suunnittelu

Opinnäytetyöni aiheena oli laatia kokoonpano- ja pakkauslinjaston layout-suunnitelma toimeksiantajan nykyisiin tuotantotiloihin. Layout-suunnittelun alussa on tärkeää tutustua tuotantoprosessiin ja -tilaan, jonne layoutia suunnitellaan. Aluksi siis tutustuin toimeksiantajan nykyiseen valmistusprosessiin ja tuotantotiloihin. Toimeksiantajalla ei ollut aikaisempaa kokoonpano- ja pakkauslinjastoa, joten sain aloittaa suunnittelun puhtaalta pöydältä. Suunnittelun aloittamisella tyhjästä on sekä hyvät että huonot puolensa. Hyvänä puolena oli se, että aikaisempi linjasto ei ollut ohjaamassa suunnittelutyötä tiettyyn suuntaan, jolloin erilaisten suunnitelmien laatiminen oli helpompaa. Haasteena linjaston puuttumisena oli se, että en päässyt näkemään, miten linjasto toimii käytännössä. Minulla ei siis ollut vertailukohtaa, mihin pystyisin vertaamaan uusia suunnitelmia. Seuraamalla nykyistä tuotantoprosessia sekä keskustelemalla työntekijöiden kanssa sain kuitenkin hyvän käsityksen siitä, mistä tuleva kokoonpano- ja pakkauslinjasto koostuu. Lopullinen linjaston kokoonpano päätettiin yhdessä toimeksiantajan kanssa. Tämän jälkeen aloitin vaihtoehtoisten layout-suunnitelmien laatimisen. Lopputuloksena syntyi kolme toimivaa layout-ratkaisua, joista valittiin paras kokonaisratkaisu, josta uskon olevan apua ja vevän toimeksiantajan suunnitelmia eteenpäin.

**Olen saanut hyvät valmiudet maisteriopintoihin konetekniikan koulutusohjelmasta**





Kuva 2. Eetu jatkaa opinnoissaan maisterivaiheeseen Oulun yliopistossa. Tulevaisuudessa hän valmistuu konetekniikan diplomi-insinööriksi.

### **Itsensä haastaminen**

Opintojeni ensimmäisten vuosien aikana en tiennyt, minkälaisista työtehtävistä olisin kiinnostunut tai millaisiin yrityksiin haluaisin työllistyä. Ensimmäisen vuoden lopulla meidän tuli päättää, mihin haluamme suunnata opintomme. Itse päädyin valitsemaan tuotantotekniikan koulutusohjelman. Silloin olin vielä epävarma päätöksestäni, mutta nyt tiedän sen olleen oikea valinta. Tähän pisteeseen en olisi päässyt, jos en olisi tarttunut uusiin haasteisiin. Tutun ja turvallisen valitseminen on yleensä se helpoin päätös, mutta se harvemmin kehittää ja vie eteenpäin. Vain itseään haastamalla ja menemällä omalle epämukavuusalueelleen voi kehittyä ja saada arvokasta kokemusta. Itseäni uudet haasteet odottavat toivottavasti ensi syksynä Oulun yliopistossa maisterivaiheen opintojen merkeissä, joita varten olen saanut hyvät valmiudet konetekniikan koulutusohjelmasta. Oman kokemuksen perusteella voisin sanoa, että uskaltakaa tarttua uusiin haasteisiin.

# Asiakslähtöisyys kilpailuetuna

Kirjoittajat: insinööriopiskelija (amk) Tuomas Satokangas ja yliopettaja Tauno Jokinen, Oulun ammattikorkeakoulun konetekniikan osasto

*Artikkeli liittyy keväällä 2019 valmistuneeseen Tuomas Satokankaan opinnäytetyöhön, jossa käsitellään hirsimökkien käyttöohjeiden kehittämistä. Työ on tehty Salvos Finland Oy:lle, joka tekee innovatiivisella tavalla hirsirakenteisia mökki- ja saunarakennuksia Pyhännällä. Opinnäytetyön tavoitteena oli parantaa yrityksen asiakastytyväisyyttä. Opinnäytetyön ohjavana opettajana toimi Tauno Jokinen.*

Yhä useampi suomalainen muuttaa lähemmäksi kasvukeskusta tai isoja kaupunkeja. Muuttoliikenne johtuu usein pienempien paikkakuntien työllisyystilanteista, ja lisäksi ihmiset haluavat asua lähellä palveluita. Hektisen arjen keskellä aletaan kuitenkin helposti kaipaamaan omaa rauhaa ja paikkaa, missä voisi hetkeksi unohtaa arjen kiireet ja murheet. Mökki, tuo suomalaisen rauhoittumisen tyyssija, on tullut tärkeämmäksi ja suositummaksi paikaksi viettää vapaa-aikaa. Se on paikka, missä ihminen saa levätä ja ladata myös omia akkujaan puhelimen tai muun elektronisen laitteen sijaan sekä nauttia luonnosta, hiljaisuudesta ja mahdollisesti myös läheistensä seurasta.

Salvos Finland Oy valmistaa erilaisia hirsirakennuksia Pyhännällä sijaitsevalla tehtaallaan. Salvos Finland Oy:n pääasiallinen toiminta on rakentaa hirsirakennus valmiiksi tehtaalla ja toimittaa se asiakkaalle avaimet käteen -periaatteella. Toimitusvaihtoehtoihin kuuluvat myös pakettitoimitukset, jolloin asiakas saa valita, haluaako rakentaa itse rakennuksen vai rakentaako Salvos Finland Oy:n asentajat hirsikehän ja katon, minkä jälkeen muu rakentaminen jää asiakkaalle. Itserakentamisen suosio on kovassa kasvussa ainakin tällä saralla.

## Ostopäätöksen tekeminen hirsimökistä

Mökki on rahallisesti aina iso sijoitus. Moni miettii tarkkaan, mitä varusteita mökkiin oikeasti tarvitsee, mistä materiaaleista saunan lauteet on tehty tai kuinka hienot kylpyhuoneen kaakelit ovat. Iso säästö pystytään tekemään, mikäli mökin rakentaminen onnistuu itsenäisesti. Suunnittelu- tai ostotilanteessa ei välttämättä tule ajatelleeksi, kuinka paljon työtä pienikin mökki- tai saunarakennus oikeasti vaatii. Yrityksen on siis pyrittävä jo ostotilanteessa vakuuttamaan asiakas, että työ onnistuu loistavasti ohjeidenkin avustuksella.

Kilpailu alalla kuin alalla kovenee jatkuvasti. Isoja konserneja muodostuu samaa vauhtia kuin pieniä yrityksiä tupsahtelee kuin sieniä sateella. Molemmissa tapauksissa mitättömältä tuntuvat asiat voivat olla niitä, jotka saavat ihmisen valitsemaan sen ”oman yrityksen”. Mitä asiakslähtöisempää tekeminen on ja mitä enemmän tarjotaan yksilöllistä palvelua, sen varmemmaksi ihminen tuntee olonsa, oli hankittavana sitten uusi älypuhelin tai hirsirakennus. Pienet asiat vaikuttavat suureen kokonaisuuteen todella helposti.

## Selkeät ohjeet ovat hyvää asiakaspalvelua

Kun mökkikaupat on tehty ja pitkä odotus palkitaan, tuo rekka vihdoin tontille kuusi pakettia erilaisia rakennustarvikkeita. Kuusi isoa pakettia tavaraa käärittynä läpinäkymättömään muoviiin. Pelon ja innostuksen sekaisin tuntein mietitään, kaikkiko nämä pitää nyt avata ja miksi oikeastaan suosituinkaan itse rakentamaan, kun ammattilaisiakin olisi ollut käytettävissä. Tässä vaiheessa tärkeimmän roolin ottavat rakennusohjeet ja erilaiset ohjeistukset.

Oli kyseessä sitten hirsimökki tai pienempi kulutustuote, ohjeet ovat osa tuotetta ja asiakaspalvelua. Ohjeiden on pyrittävä vastaamaan mahdollisimman moneen, ellei jopa kaikkiin kysymyksiin, joita asiakkaalla voi tulla rakentamisen tai käytön aikana mieleen. Ohjeilla luodaan myös mielikuvaa yrityksestä asiakkaalle. Jos ohjeet on tehty selvästi asiakkaan näkökulmasta ja ne on tehty hyvin, tulee asiakkaalle olo, että yritys oikeasti välittää siitä, että asiakas onnistuu tekemisessä. Ohjeet myös viestivät siitä, miten yrityksen tuotteita käytetään tai miten niistä saadaan maksimaalinen hyöty irti. Ohjeilla pystytään myös lisäämään asiakastytyväisyyttä, kun asiakkaan ei tarvitse jatkuvasti olla soittamassa ja kysymässä apua, kun ohjeista ei löydy tietoa. Myös visuaalinen ohjeistus tai ohjaaminen on nykyaikaa. Huomiota herättävillä väreillä ja kuvioilla ohjataan ihmistä oikeaan suuntaan tai tekemään oikeita toimintoja. Tätä hyödynnetään myös rakentamisessa.

Pihalla on edelleen ne kuusi isoa pakettia, jotka sisältävät erilaisia rakennustarvikkeita, ja aloitus on edelleen hakusessa. Paketteja tarkastellessa tulee kuitenkin huomanneeksi juoksevan numeroinnin yhdestä kuuteen ja yhden paketin kyljessä komeilee vielä muovitasku, jossa lukee ”pakkauslista”.

**Oli kyseessä sitten hirsimökki tai pienempi kulutustuote, ohjeet ovat osa tuotetta ja asiakaspalvelua.**





Kuva 1. Selkeät rakennusohjeet luovat mielikuvan hyvästä palvelusta, kuva Salvos Finland Oy

### Ohjeet ovat käyttäjiä varten

Mikäli yritys on halunnut kiinnittää asiakastyytyväisyyteen huomiota, pakkauslistasta löytyy kaikki oleellinen tieto pakettien sisällöstä: mitä paketeissa on, kuinka monta kutakin tarviketta pitäisi olla ja missä paketissa tarvikkeet sijaitsevat. Tämä luo heti helpon ensirakentajan mieleen, koska yhdessä monipuolisen, mutta selkeän rakennusohjeen kanssa pakkauslistasta löytyvillä tiedoilla rakentaminen on helppo aloittaa. Olen monesti kuullut sanottavan, että ensin yritetään itse ja sitten katsotaan ohjeista. Ihmisillä on kiire saada kaikki nyt ja heti valmiina, mutta silti halutaan tehdä mahdollisimman paljon itse. Itsenäiseen työskentelyyn tarvitaan kuitenkin monesti hyvät ohjeet, jotta tekeminen on mielekästä ja se onnistuu kerralla. Yritys ei ole kiusallaan tai lainsäädännöllisistä syistä laittanut tuotteidensa mukaan ohjeita, vaan ne ohjeet on tehty käyttäjiä varten, jotta voidaan varmistua, että tuote otetaan käyttöön oikealla tavalla ja siitä saadaan hyöty, mikä on tarkoituksena.

Ajatuksena hirsirakentaminen on helppoa. Pinotaan puut oikeassa järjestyksessä kehäksi, tehdään katto, lattia, ja näin on valmistunut hirsirakennus. Hirsirakennuksen rakennusohjeita tutkineena ja niitä muokanneena uskaltaisin väittää, että hyvien ohjeiden avulla kuka vaan voi rakentaa hirsirakennuksen. Ilman ohjeita valtaosalla rakennus jäisi rakentamatta. Rakennus- tai käyttöohjeet eivät siis ole vain "tyhmiä ja osaamattomia varten". Ne ovat siksi, että oma tekeminen saataisiin helpoksi ja lopputulos olisi virheetön. Kukaan kun ei ole seppä, tai hirsirakentaja, syntyessään.

# Momentin mittausperiaatteet ja mittaustiedon tallentaminen tietokoneelle

Kirjoittajat: insinööriopiskelija (amk) Henri Westman ja yliopettaja Eero Korhonen, Oulun ammattikorkeakoulun konetekniikan osasto

Artikkeli liittyy keväällä 2019 valmistuneeseen Henri Westmanin opinnäytetyöhön Lukkojen testauslaitteen suunnittelu. Työn ohjaajana toimi Eero Korhonen. Opinnäytetyö tehtiin lukitusjärjestelmiä valmistavalle iLOQ Oy:lle. Työssä kartoitettiin erilaisia vääntömomentin mittaustapoja sekä suunniteltiin ja valmistettiin mittauslaitteiston prototyyppi.

Vääntömomentti on tärkeä suure koneensuunnittelussa. Sitä esiintyy aina, kun on pyöriviä komponentteja. Momentin mittaus on tärkeää esimerkiksi sekoittimissa, kuljettimissa, ajoneuvotekniikassa ja prosessinhallinnassa. Momentin mittaamiseen käytetyt mittausten menetelmät ovat sähkötehosta laskeminen, rasitusmittaus ja kulmamittaus. (1, s. 9 - 10; 2, s. 153.)



Kuva 1. HBM:n valmistama venymäliuskatekniikkaan perustuva momenttianturi (5).

## Momentin mittauksen periaatteet

Momenttia voidaan mitata laskemalla se sähkötehon avulla.

Sen määrittämiseen tarvitaan sähköteho ja pyörimisnopeus, joiden selvittäminen on helppoa modernien mittalaitteiden avulla. Mittalaitteet ottavat myös huomioon muita tekijöitä, joiden avulla momentin arvo korjataan tarkemmaksi.

Tämä menetelmä on parhaimmillaan silloin, kun prosessissa on tarpeellista seurata muitakin suureita kuin momenttia. Sen haittapuolena on se, ettei sen tarkkuus ole mittausten menetelmien parhain. Momentin määrittäminen laskennallisesti tehosta ja pyörimisnopeudesta onnistuu vain, jos tapahtuu pyörimistä. Jos moottoriin ajetaan sähkötehoa, mutta moottori ei pyöri, ei synny matematiikan mukaista ääretöntä vääntömomenttiä. Tällöin moottorissa syntyy lämpöä ja joskus savua. (1, s. 13.)

Rasitusmittauksessa ei mitata akselia vääntävää momenttia vaan vääntömomenttiä, joka vaaditaan pyörimisliikkeen pysäyttämiseen. Se perustuu Newtonin kolmanteen lakiin, jonka mukaan jokaisella voimalla on yhtä suuri, mutta vastakkaissuuntainen vastavoima. Rasitusmittausmenetelmällä voidaan mitata joko vipuvarren, rasitusmomenttianturin tai voiman kompensaaion avulla. Vipuvarren avulla mittaus toteutetaan pyörivään osaan liitettyllä jarrulla, jossa on vipuvarsi. Vipuvarren päässä on voima-anturi, jonka avulla määritetään pyörivää osaa vääntävä momentti. Menetelmä sisältää suuria massoja, jotka toimivat alipäästösuodattimena. Mittausmenetelmä ei sovellu dynaamisten momenttien mittaamiseen suurien massojen vuoksi. Rasitusmomenttianturi yhdistää mittalaitteen ja laakerin ominaisuudet yhteen laitteeseen. Pyörivä akseli menee anturin läpi, ja anturi seuraa pyörimisliikkeen pysäyttämiseen tarvittavaa momenttia. Voiman kompensaaio -periaatteessa pyritään vastustamaan pyörimisliikettä esimerkiksi moottorin avulla. Mitä suurempi on vääntömomentti, sitä suurempi vastus tarvitaan, jottei pyörimisliikettä tapahtuisi. Tarvittavan vastuksen suuruuden avulla voidaan määrittää vääntävä momentti. (1, s. 13 - 16; 3, s. 6.)

Kulmamittausperiaatteessa mitataan vääntömomenttiä väännön aiheuttaman vääntökulman avulla. Kun akselia väännetään, siihen tulee elastinen muodonmuutos ja akselin toinen pää kiertyy. Tätä kiertymää kutsutaan vääntökulmaksi, ja se on suoraan verrannollinen vääntömomenttiin. Menetelmä vaatii riittävän pitkän vääntövarren, jonka avulla vääntökulma mitataan (2, s. 153). Momentin kulmamittaus suoritetaan venymäliuska-anturilla tai korkeataajuuspuolien avulla. Yleisemmin käytettyjä ovat venymäliuska-anturit (kuva 1), joita käytetään venymän mittaamiseen. Venymäliuska-anturit asennetaan tavallisesti akselille 45° kulmaan Wheatstonen siltakytkentään.

Siltakytkentä vaatii usean venymäliuskan, ja sitä käytetään mittaustarkkuuden parantamiseksi ja häiriöiden poistamiseksi. Venymäliuska-anturit ovat todella tarkkoja, mutta niihin ei saa kohdistua ylirasitusta, jotta ne eivät mene rikki. Kulmamittaus korkeataajuuspuolien avulla toteutetaan akselille asennettavien rakolaippojen avulla. Laipoissa on monta riviä rakoja, ja kun akseliin tuodaan vääntöä, raot eivät ole enää yhdensuuntaisesti. Tällöin puolet havaitsevat vääntökulman vaihe-erona, joka on verrannollinen vääntömomenttiin. (1, s. 18, 26; 2, s. 154; 4, s. 2.)



## Mittaustiedon tallentaminen tietokoneelle

Mittalaitteet antavat informaatiota, mutta sitä täytyy usein käsitellä, jotta siitä saadaan käyttökelpoista (kuva 2). Esimerkiksi sähkötehoon perustuvassa momentin mitauksessa tiedonkäsittelylaite saa tietoonsa sähkötehon, pyörimisnopeuden ja muita parametreja. Tiedonkäsittelylaitteella on laskentakaavat ja korjauskertoimet, ja se yhdistää mitatut suureet aikaan. Sen jälkeen tieto voidaan tallentaa tietokoneelle ja tiedetään esimerkiksi vääntömomentti ajan funktiona. Rasitusmittauksessa mittausinformaatio saadaan sähköjohtoa pitkin ja informaatio vaatii usein tiedonkäsittelylaitteiston, ennen kuin mittaus tieto voidaan tallentaa tietokoneelle. Voiman kompensatio -mittaus vaatii kalibroinnin ja testejä ennen mittauksen tallentamista tietokoneelle. Korkeataajuuspuolien avulla saatu vaihe-ero ja vääntömomentti ei ole helppoa saada tietokoneelle tallennettavaan muotoon. Venymäliuska-antureita käytettäessä pienet venymät aiheuttavat vain pienen resistanssin muutoksen, joten signaalia täytyy vahvistaa. Sen jälkeen signaalia on käsiteltävä tiedonkäsittelylaitteistolla, ennen kuin on mahdollista tallentaa mittaus tieto tietokoneelle. Venymäliuska-antureiden antama signaali saadaan kerättyä langattomasti liukurenkain tai johdoin (1, s. 26).



Kuva 2. Raakadataa täytyy usein käsitellä, jotta saadaan käyttökelpoista mittausinformaatiota (6).

## Jokainen mittausperiaate ei sovellu jokaiseen mittaustilanteeseen

Momentin mittaamiseen on useita tapoja. Mittauslaitteet ovat usein kalliita, ja siksi mittausmenetelmä on valittava tarkasti sovelluksen mukaisesti. Jokainen mittausperiaate ei sovellu jokaiseen mittaustilanteeseen, ja on selvítettävä, millaisiin mittatarkkuuksiin halutaan päästä. On myös otettava selvää, tarvitseeko mittaus onnistuakseen muita komponentteja tai tiedonkäsittelylaitteita. Usein ei ole mahdollista käyttää mittalaitteista saatua raakadataa sellaisenaan, joten on hyvä perehtyä myös mittaussysteemin muihin osiin, jotta tarkka mittaus tieto saadaan tallennettua tietokoneelle.

Opinnäytetyössä päädyttiin tekemään prototyyppi, joka toimii voiman kompensointiperiaatteella. Se tuotti avainta kierrettäessä käytettävää momenttia vastustavan vääntömomentin Arduino-kontrollerin ohjaamalla sähkömoottorilla. Kontrollerin ohjauksessa käytetty momenttitieto on tietokoneelle siirtokelpoista mittausdataa.

### Lähteet

1. Schicker, Rainer – Wegener, Georg. Measuring Torque Correctly. HBM.
2. Autoteknillinen taskukirja. 2003. Bosch. 6. painos. Jyväskylä: Autoalan koulutuskeskus Oy.
3. Wahlberg, Rasmus 2018. Torque Measurement. A Study on Different Measurement Methods for IC Engines. Opinnäytetyö. Vaasa: Yrkeshögskolan Novia, kone- ja tuotantotekniikan osasto.
4. Venymäliuska. 2007. Virikemateriaalia opettajalle. Teknologiakasvatus NYT! Saatavissa: <https://www.oulu.fi/teknokas/tehtavakortit/venymaliuska.pdf>. Hakupäivä 3.4.2019.
5. T21WN Torque Transducer: Torque Measurement up to 200 Nm. HBM. Saatavissa: <https://www.hbm.com/en/7343/t21wn-torque-meter-with-cylindrical-shaft-stubs/>. Hakupäivä 3.4.2019. 6. Half Shaft Torque Measurement Systems. ATi. Saatavissa: <https://www.atitelemetry.com/product/half-shaft-torque-measurement-systems/>. Hakupäivä 3.4.2019.

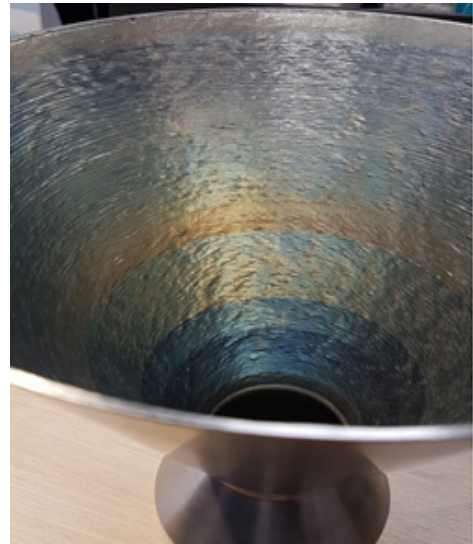
## Maailman pienin LMD-3D-tulostin.

Kirjoittajat: insinööriopiskelija (amk) Mikko Nissinen, insinööriopiskelija (amk) Ville Romppainen ja konetekniikan lehtori Esa Kontio, Oulun ammattikorkeakoulun konetekniikan osasto, kuvat: Mikko Nissinen

*Teksti on tehty osana teollisuusopintomatkan ryhmätehtäviä. Ryhmätehtävänä oli tutkia Hannoverin teollisuusmessujen 2019 esittelijöiden 3D-tulostintarjontaa.*

3D-tulostimia ja tulostimissa käytettäviä tulostusmateriaaleja on markkinoilla useita erilaisia. Kolmiulotteinen tulostus eli 3D-tulostus on tapa saada virtuaalinen malli fyysiseksi esineeksi. Käytetyimmät tulostusmateriaalit ovat muovi, metalli, keraami ja lasi. Väri vaihtoehtoja muovilla on paljon. Tulostusmateriaali on yleensä omissa kaseteissaan, joista se ohjataan tulostuspäähän esimerkiksi nauhana tai jauheena. Tulostuspää sulattaa tai liuottaa nesteeseen tulostusmateriaalin ja pursottaa tai suihkuttaa tulostinalustalle materiaalin, joka kovettuu ohuina kerroksina tasaisella alustalla haluttuun kohtaan. Malli muodostuu näin useista ohuista kerroksista. 3D-tulostuksesta käytetään myös nimitystä materiaalia lisäävä valmistus.

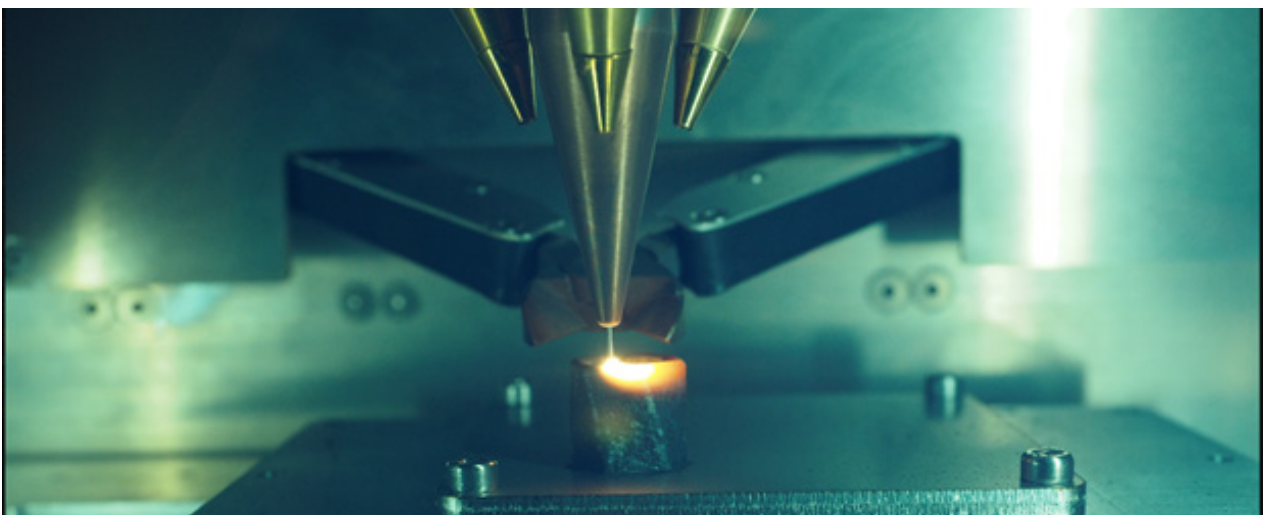
Yksi Hannoverin messuilla Laser Metal Deposition (LMD) -3D-tulostintekniikkaa hyödyntävä yritys oli Additec Inc. Yritys esitteli maailman pienintä laitetta, jossa oli integroitu prosessinohjaus, inerttikammio ja tulostuspää. Laitteella voidaan samanaikaisesti sulattaa niin metallijauhetta kuin metallilankaakin laserin avulla. Laseriodit on sijoitettu tarkasti täyteainepään ympärille sulattamaan täyteaine tasaisesti (kuva 1).



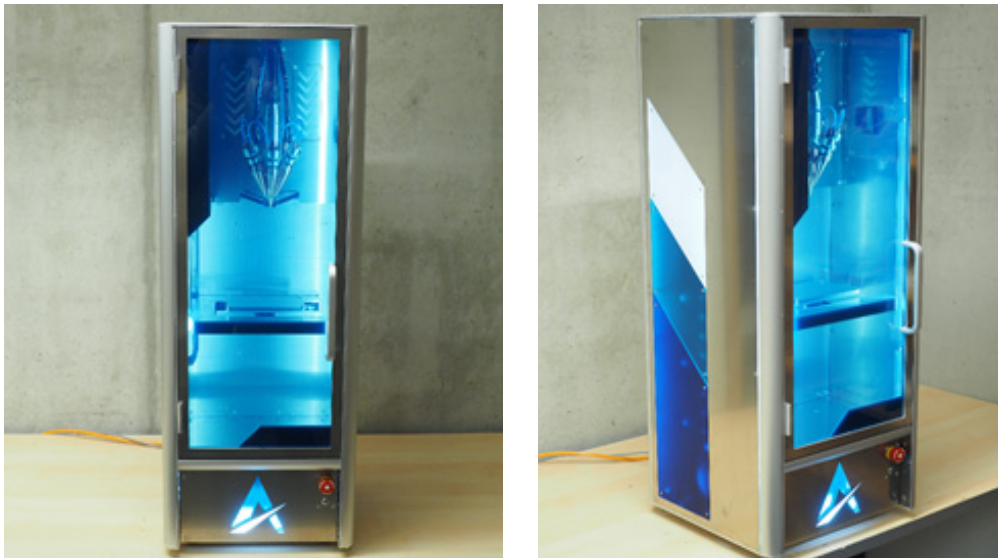
Kuva 2. Tulostusjälkeä

Yksi Hannoverin messuilla Laser Metal Deposition (LMD) -3D-tulostintekniikkaa hyödyntävä yritys oli Additec Inc. Yritys esitteli maailman pienintä laitetta, jossa oli integroitu prosessinohjaus, inerttikammio ja tulostuspää. Laitteella voidaan samanaikaisesti sulattaa niin metallijauhetta kuin metallilankaakin laserin avulla. Laseriodit on sijoitettu tarkasti täyteainepään ympärille sulattamaan täyteaine tasaisesti (kuva 1).

Yritys kertoi, että etuja langalla jauheeseen verrattuna on 100-prosenttinen materiaalin hyötysuhde eikä lanka materiaalina aiheuta terveydellisiä haittoja missään vaiheessa prosessia. Jauhe on myös huomattavasti kalliimpaa kuin lanka. Materiaaleina voidaan käyttää periaatteessa mitä tahansa hitsattavaa metallia. Voimakkaasti hapettuvia materiaaleja, esimerkiksi alumiinia tai titaania, käytettäessä on kuitenkin laitteistossa oltava joko inertti kammio tai tehokas suojakaasudiffuusori. Nämä ovat myös saatavissa Additeciltä.



Kuva 1. Täytelankaa sulatetaan kerroksittain kappaleeseen.



Kuva 3. Additec µPrinter edestä ja sivusta.

Joissakin sovelluksissa jauhe on lankaa parempi vaihtoehto materiaalina. Esimerkiksi epätasaista pintaa täytettäessä tai pinnoitettaessa suuttimen ja kappaleen välinen etäisyys ei ole vakio, ja silloin jauhe on parempi materiaalivaihtoehto. Vaikka monet metalliseokset ovat saatavilla lankana, jotkin eksoottisemmista materiaaleista voivat olla saatavilla vain jauheena. Muita syitä jauheen käyttämiseen on jauheen digitaalinen seostus, jossa kaksi tai useampia materiaaleja sekoitetaan eri suhteissa koko prosessin ajan. Tällä tavalla voidaan tuotteesta tehdä käyttökohteeseen sopivampi. Additecin laitteistossa voidaan myös käyttää lankaa ja jauhetta samanaikaisesti, mikä tuo monipuolisuutta ja laajuutta tulostimen käyttöön eri tilanteissa ja sovelluksissa.

Laite soveltuu erinomaisesti tutkimus- ja kehitystyöhön. Pienikokoisen kammion ansiosta tulostin tarvitsee vain vähän suojakaasua, mikä pienentää sen käyttökustannuksia.

Seuraavassa on teknisiä tietoja Additecin µPrinter-tulostimesta:

- 600 W:n kokonaistehoiset diodilaserit
- langan halkaisija 0,6 - 1,0 mm
- tulostuskammion tehollinen koko 160 x 120 x 450 mm (x, y, z)
- inertti kammio
- prosessin vesikiertoinen jäähdytys
- integroitu kamera prosessin seurantaan
- tulostimen ulkomitat: 390 x 390 x 1 100 mm
- paino 75 - 90 kg varustelutason mukaan
- käyttöjännite 110 tai 240 V.



# Tehtaan tuottavuuden parantaminen 5S-menetelmällä

Kirjoittajat: insinööriopiskelija (amk) Lauri Ailinpieti ja yliopettaja Tauno Jokinen, Oulun ammattikorkeakoulun konetekniikan osasto, kuvat: Tauno Jokinen

*Artikkeli liittyy keväällä 2019 valmistuneeseen Lauri Ailinpiedin opin-  
näytetyöhön Toimintajärjestelmän kehittäminen pk-yrityksessä. Työn  
ohjaajana toimi Tauno Jokinen. Opinnäytetyö tehtiin metallirakenteita  
valmistavalle Lujateko Oy:lle. Opinnäytetyön tuloksena valmistui ISO  
9001 -standardiin pohjautuva laatukäsikirja.*

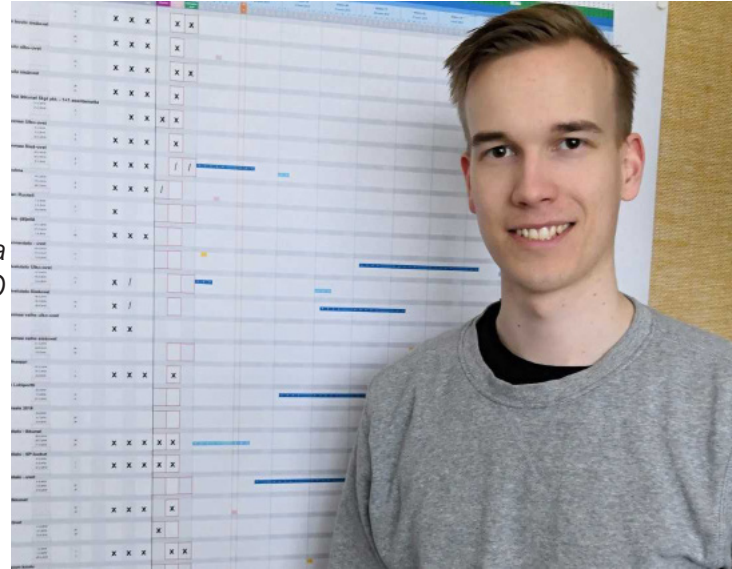
Keväällä 2018 tein tuotantotekniikan opintoihin liittyvän projek-  
tiharjoittelun, jonka seurauksena pääsin tutustumaan Lujateko  
Oy:öön ja sen toimintatapoihin. Projektiharjoittelun aiheena oli työn  
tuottavuuden parantaminen 5S-menetelmällä. Sen seurauksena  
toimeksiantoyrityksen tarpeiden pohjalta muodostui opinnäytetyöni  
aihe. Yrityksen toimintajärjestelmästä löytyi selkeä tarve kehittää  
tuotannosuunnittelua, erityisesti karkeasuunnittelun osalta. Opin-  
näytetyötäni tehdessä tutustuin syvemmin muun muassa tuotannon  
suunnitteluun ja sen kehittämiseen.

## Tuotannosuunnittelu

Tuotannosuunnittelu on erityisen tärkeää yrityksille, jotka toimi-  
vat ympäristössä, jossa epävarmuus ja muutokset ovat tyypillisiä.  
Huolellisella tuotannosuunnittelulla pystytään kehittämään yrityksen  
toimitusvarmuutta, joka on merkittävä kilpailuvaltti kilpailulla alalla.  
Puolestaan heikko toimitusvarmuus on yleinen syy toimittajavaihdok-  
siin. Läpimenoaikojen pidentyessä ja yllättävien tuotannon jättämien  
tullessa tuotannossa tapahtuu ylikuormitusta, ja siten seuraavan  
tuotteen aloittaminen suunnitelman mukaisesti hidastuu.

Tehokkaalla tuotannosuunnittelulla ja -ohjaamisella pyritään toi-  
mitusvarmuuden ylläpidon lisäksi minimoimaan varastojen määrää,  
maksimoimaan kapasiteetin hyötyä ja kehittämään tuotannosuunnit-  
telunprosessia. Tuotannon suunnittelussa on tärkeää tietää, kuinka  
toimitaan, jos aikatauluista jäädyään jälkeen. Jos tuotantosunnitel-  
maa ei päivitetä ajan tasalle vaan pyritään kirmään kiinni siirtämällä  
toimitusaikoja, on hyvin mahdollista saada asiakkaat hermostumaan.  
Tämän vuoksi oman tuotannon kapasiteetti täytyy tuntea, ettei viikos-  
ta toiseen tarvitse jatkuvasti siirtää toimitusaikoja.

Tilastuotteiden tuotannosuunnittelu rakentuu yleensä taaksepäin  
ajoituksella, jotta pystytään kertomaan tuotteen valmistumisen  
ajankohta. Kun asiakas on määrittänyt, milloin hän haluaa tuotteen,  
voidaan tuotanto ajoittaa toimituspäivästä taaksepäin ja päätyä  
päivämäärään, jolloin tuotanto pitää viimeistään aloittaa. Tärkeänä  
osana tuotannosuunnittelua on kerätä kaikki tarvittava tieto yhteen  
saatavilla olevaan tietokantaan. Kun kaikki tieto on samassa tieto-  
kannassa, on helpompaa päivittää muutokset ajan tasalle. Tämän  
avulla myös vältetään paljon ylimääräistä työtä etsittäessä tuotan-  
toon liittyviä tietoja.



Kuva 1. Lauri tutustui Lujateko Oy:öön jo kolmantena  
opintovuotena projektiharjoittelussaan

## Karkea tuotannosuunnittelu

Tuotannosuunnittelu on yleisesti jaettu kolmeen suun-  
nittelutasoon: kokonais-, karkea- ja hienosuunnitteluun.  
Pienissä yrityksissä ja yksinkertaisissa tuotantoprosesseis-  
sa yleensä pärjätään yhdellä tai kahdella suunnittelutasol-  
la, mutta suurimmissa organisaatioissa on kaikki kolme  
suunnittelun tasoa käytössä. Karkeatuotannosuunnittelu  
ajoituu yleensä noin viikon mittaiselle jaksolle, joka rak-  
entuu yrityksen tilauskannasta ja tuotteiden varastotilan-  
teesta. Tärkeimpänä tehtävänä tuotannosuunnittelulla on  
varmistaa riittävät resurssien määrät ja varmistaa toimi-  
tuskyvyn hallinta.

Karkeasuunnittelu alkaa materiaali- ja kapasiteettitarpei-  
den määrittelyllä. Vakiotuotteille yrityksen järjestelmissä  
on yleensä valmiit laskemat, mutta yksittäistuotannossa  
kapasiteettitarpeiden tarkka määrittäminen voi olla erittäin  
hankalaa. Karkeasuunnittelu perustuu siihen, että tiedetään  
oman toiminnan pullonkaulat. Pullonkaula toimii tuotannon  
rajoittavana tekijänä, sillä sen kapasiteetti on tuotannon  
muita työvaiheita hitaampi. Tuotanto suunnitellaan siis aina  
hitaimman prosessin mukaisesti.

## Gantt-kaavio

Karkean tuotantosuunnitelman havainnollistamisessa voidaan hyödyntää erilaisia Gantt-kaavioita. Kaavio voi olla yksinkertaisuudessa magneettitaululla, jossa vaaka-akselilla on kuvattu aika ja pystyakselilla kuormitusryhmät. Vaihtoehtoisesti Gantt-kaavio voi olla esimerkiksi Excelillä luotu kaavio.

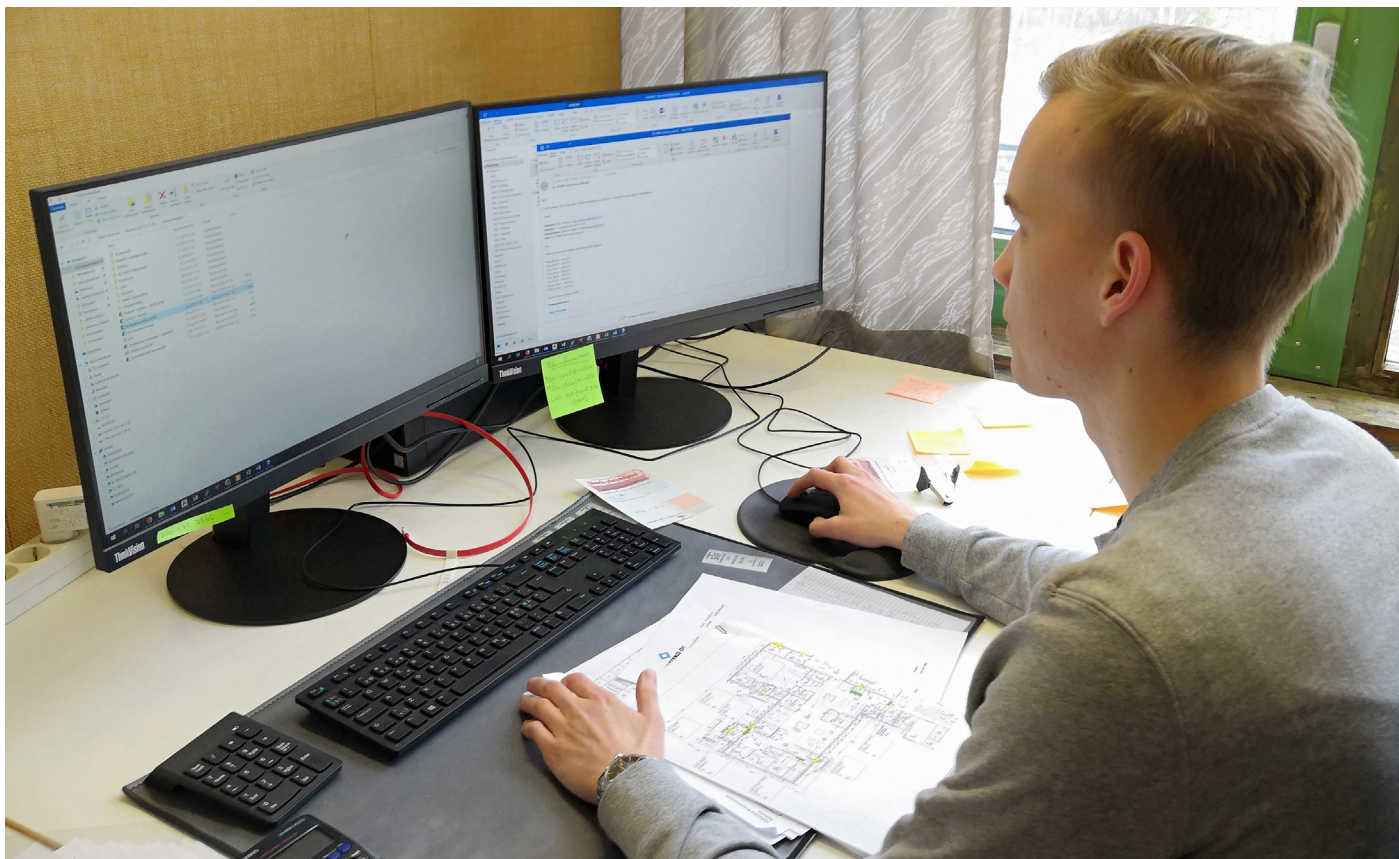
Gantt-kaavion avulla pystytään helposti kokeilemaan erilaisia tuotantojärjestyksiä. Kaavioon voidaan esimerkiksi merkitä samankaltaiset tuotteet aina samalla värillä, ja tällöin on helposti nähtävissä, missä kohti on samankaltaisia tuotteita tuotantoon aikataulutettu. Tuotantoa voidaan helposti tehostaa yhdistelemällä tuotantosuunnitelmaan pienempiä eriä samankaltaisista tuotteista suuremmiksi eriksi.

## Tulokset

Tuloksina tärkeimpänä opinnäytetyöstäni kohdeyritykselle muodostui helposti ylläpidettävä ja seurattava Excel-pohjainen karkeatuotantosuunnitelma. Yrityksessä käydään läpi viikoittain työjohtopalaverin yhteydessä tuotannon tilanne sekä pidetään kaikki asianomaiset entistä paremmin ajan tasalla projekteista ja tuotannon aikatauluista. Aiheena opinnäytetyö oli mielenkiintoinen, ja syvempi tutustuminen tuotantosuunnitteluun antoi lisäksi paljon vinkkejä tuotannon kehittämiseen.

Tuotantosuunnittelu kuten myös moni muukin toiminnanhajukseen liittyvä asia on hyvin yritysکوhtainen. Yritys ja sen tuotannon toimintatavat täytyy tuntea, ennen kuin yritykseen aletaan implementoimaan uusia tai kehittämään vanhoja toimintatapoja. Harvoin toimintatapoja voidaan soveltaa täysin suoraan teoriapohjalta ja materiaaleista, mutta ymmärtämällä niiden periaatteet ja tarkoitukset voidaan saada yksinkertaisilakin asioilla suuria positiivisia muutoksia yrityksen toimintaan.

**Tehokkaalla tuotantosuunnittelulla ja -ohjaamisella pyritään toimitusvarmuuden ylläpidon lisäksi minimoimaan varastojen määrää, maksimoimaan kapasiteetin hyödyn ja kehittämään tuotantosuunnittelun prosessia.**



Kuva 2. Opinnäytetyön lopputuloksena syntyi Excel-pohjainen karkeatuotantosuunnitelma, jota on helppo seurata ja ylläpitää.

*#*oamk\_kone



**with passion**

# Avain tehokkaaseen ja turvalliseen työympäristöön

Kirjoittajat: insinööriopiskelija (amk) Markus Moilanen ja yliopettaja Tauno Jokinen, Oulun ammattikorkeakoulun konetekniikan osasto, kuvat: Markus Moilanen

*Artikkeli käsittelee Markus Moilasan keväällä 2019 valmistunutta opinnäytetyötä, jonka aiheena on 5S-menetelmän soveltamista terästehtaalla. Työ tehtiin SSAB:n Raahen tehdasalueen muuraamossa ja tiilivaraston varastotilassa. Työtä ohjasi Tauno Jokinen.*

Maailmansotien aikaan Toyota kärsi resurssi- ja konepulasista. Oli siis mietittävä, miten tuotantoa saadaan tehostettua vähemmällä työllä. Toyota alkoi kehittämään tuotannon tehostamisjärjestelmää, ja se sai nimen Toyota Production System. Länsimaista sovellusta Toyotan opeista kutsutaan nimellä lean. Lean pohjautuu pitkälti Toyotan oppeihin, vaikka onkin oma järjestelmänsä. Toyota Production System on jo noin 100-vuotias, mutta samat opit ja säännöt pätevät vielä tänäkin päivänä.

Lean pitää sisällään monia erilaisia työkaluja sujuvaan ja tehokkaaseen tuotantoon, mutta tässä kirjoituksessa keskitytään mielestäni tärkeimpään eli 5S-menetelmään. 5S-menetelmä on leanin yksi keskeisimpiä ja tärkeimpiä työkaluja. 5S-menetelmällä voidaan saavuttaa suuria ja näkyviä hyötyjä lyhyessä ajassa. Yleinen järjestys, siisteys ja turvallinen ympäristö ovat keskeisimpiä hyötyjä, joita menetelmällä saavutetaan.

## Lyhenne 5S tulee sanoista sortteeraus, systematisointi, siivous, standardointi ja seuranta.

Sanojen merkityksistä lyhyesti seruaavassa:

**Sortteeraus:** poistetaan tuotantotiloista kaikki ylimääräiset arvoa tuottamattomat työkalut, koneet ja materiaalit.

**Systematisointi:** järjestellään jäljelle jääneet tavarat ja työkalut oikeille paikoille niiden käyttöasteen mukaisesti: päivittäin käytettävät työpisteille, viikoittain käytettävät lähialueelle ja harvemmin käytettävät pois tuotantotiloista.

**Siivous:** siivotaan tuotantotilat ja koneet uuden normaalitason mukaiseksi, jotta ylläpito ja poikkeamien havaitseminen helpottuvat.

**Standardointi:** luodaan yhteiset pelisäännöt, joita kaikki noudattavat. Sitoutuminen 5S-menetelmän käyttöön koskee kaikkia työntekijöitä ja toimihenkilöitä.

**Seuranta:** toiselta nimeltään ylläpito. 5S-menetelmän haastavin osuus on ylläpito. Seurataan tuotantotilojen kuntoa ja 5S-menetelmän toteutumista auditoinneilla. Korjataan poikkeamat ja puutteet mahdollisimman pian.

## Turvallinen työympäristö

5S-menetelmä on loistava työkalu saada näkyviä muutoksia aikaan lyhyessä ajassa. Kuvittele olevasi suuren yrityksen edustaja ja olet menossa vierailulle alihankkijan konepajalle. Astut sisään halliin ja näet, kuinka joka paikka on täynnä ylimääräistä tavaraa ja halli on todella likainen. Joudut katsomaan jalkojasi jatkuvasti, jotta et kompastu lattialla lojuviin tavaroihin. Millaisen kuvan konepaja itsestään antaa? Mikä on ensivaikutelmasi yrityksestä? Väkisilläkin mieleen herää kysymys, että ovatko yrityksen laatuasiat kunnossa ja onko alihankkija yrityksemme arvojen mukainen.

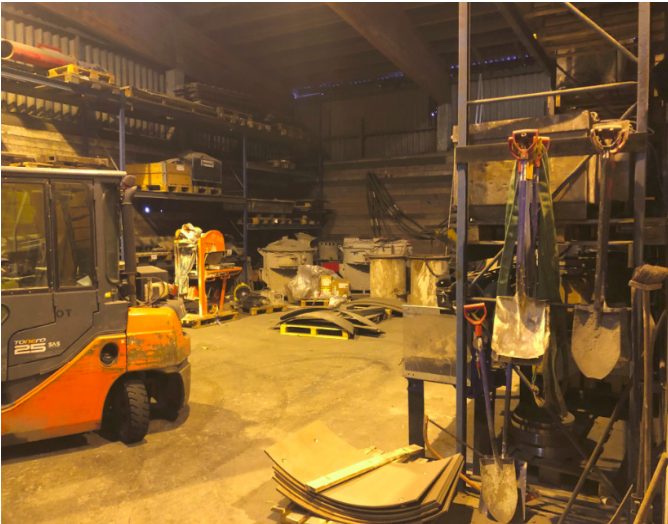
5S-menetelmän mukainen tuotantotila on viihtyisä ja ennen kaikkea turvallinen ympäristö, johon on mukava tulla töihin. Vaikutukset työturvallisuuteen ovat suuret, koska jokainen kompastuminen, törmääminen tai liukastuminen on täysin turha ja se voidaan välttää. Rätit tai ylimääräinen metallinpala lattialla saattavat tuntua välillä turhalta siivota pois, mutta kun asian laajentaa miljoonaa työtuntia kohden, riski kompastua siihen metallinpalaan on suuri. Kuten sanonta kuuluu, pienistä puroista kasvaa iso joki. Jos roskia ja metallin kappaleita ei kerätä lattioilta pois silloin, kun lattiat ovat siistit, pääsee tilanne riistäytymään nopeasti käsistä. Oikeanlaisella seurannalla ympäristö pysyy siistinä ja poikkeamat huomataan helpommin.

### 5S-menetelmän soveltuvuus

Vaikka 5S-menetelmä onkin alun perin suunniteltu tuotantolaitoksiin, voi sitä soveltaa mihin vain kodin autotallista pankkikonttoreihin. Järjestelmällisyys työelämässä on hyvin tärkeää, koska asiakas ei ikinä maksa turhasta työstä tai odotuksista. Ambulanssit ja paloautot ovat loistavia esimerkkejä järjestelmällisyydestä ja siitä, mikä voi olla hintana turhista odotuksista. Miksi siis pitää tavarat missä sattuu, kun ne voivat olla aina käsillä omalla paikallaan. Auton korjaaminenkin kotona on huomattavasti helpompaa, kun voit apukäsille kertoa, mitä tarvitset ja milläkin paikalla.

Hyvä esimerkki 5S-menetelmän soveltuvuudesta on tekemäni opinnäytetyö. SSAB Europe Oy:n Raahen tehtaalla sijaitseva muuraamo ja tiilivarasto olivat opinnäytetyöni kohteena. Alueet eivät suoranaisesti ole tuotantotiloja vaan enemmänkin varastoja ja huoltohalleja. Alueilla on ollut 5S-menetelmä käytössä pari vuotta, mutta ajan ja resurssien puutteen vuoksi ylläpito on jäänyt puutteelliseksi ja alueet ovat taantuneet takaisin välttävälle tasolle.

Varastoalueet, joilla on useita käyttäjiä, ovat useasti ylimääräisen tavaran kerääjiä varsinkin, jos varasto sattuu sijaitsemaan sellaisessa paikassa, joka ei näy kenellekään. Kuvassa 1 näkyvä tyypillinen tehdasalueella sijaitseva varasto, joka on päässyt sekavaan kuntoon.



Kuva 1. Tiilivaraston eteläpään varastotila ennen järjestelyä.

KUVA 2. TIILIVARASTON ETELÄPÄÄN VARASTOTILA JÄRJESTELYN JÄLKEEN.

Tilan siivoaminen ja järjestely helpottavat tuotteiden etsimistä ja poistavat riskit turhiin kompasteluihin ja törmäilyihin. Melkein kaikkien varastossa olevien tuotteiden liikuttelu vaatii trukin, koska lavat ovat painavia. Reitin raivaaminen hyllylle, jossa tarvittavat tuotteet ovat, vie turhaa aikaa tuotannosta. Kuvassa 2 tila on uudelleen järjestelty ja siivottu. Tavaroiden nouto varastosta onnistuu nyt helposti ja turvallisesti.

Viihtyvyys on erittäin tärkeä asia työpaikalla. Muuraushallissa saatiin pienillä muutoksilla työpisteitä aiempaa käytännöllisemmäksi ja turvallisemmaksi. Kuvassa 3 on ennen ja jälkeen -kuvat käyttöhuollon työkaluvajasta. Vajasta on nyt helppo löytää tavarat, joita tarvitsee. Samalla vajaan tehtiin pieni toimistotila, missä voi hoitaa paperityöt.



Kuva 3. Käyttöhuollon työkaluvaja ennen ja jälkeen.

5S-menetelmän ansiosta tulenkestävien alueella on nyt entistä viihtyisämpi ja turvallisempi työskennellä. Työt tehtiin tiiviissä yhteistyössä alueiden työntekijöiden kanssa ja kaikki muutokset tulivat heidän päätöksestään. Tällä tavoin edistetään yhdessä tekemistä ja muutokset ovat pysyvämpiä. Työn tulokset ja tehdyt muutokset ovat todellisuudessa laajemmat, mutta kaikkea ei kannata tähän alkaa listaamaan. Lopputuloksena voinee siis todeta, että 5S-menetelmä on todellakin avain tehokkaaseen ja turvalliseen työympäristöön.



# HUOLTO-OHJELMAN JA HUOLTOKÄSIKIRJAN LAATIMINEN KAIRAUSKALUSTOON

Kirjoittajat: insinööriopiskelija (amk) Juha-Matti Kelloniemi ja konetekniikan lehtori Janne Ilomäki, Oulun ammattikorkeakoulun konetekniikan osasto

*Artikkeli käsittelee Juha-Matti Kelloniemen keväällä 2019 valmistunutta opinnäytetyötä, joka toteutettiin Arctic Drilling Companylle. Työssä laadittiin huolto-ohjelma ja huoltokäsikirja yrityksen käyttämille pinta- ja maanalaisille kairakoneille. Työtä ohjasi Janne Ilomäki.*

Kairakoneiden työkohteet sijaitsevat pääsääntöisesti hyvin syrjässä eikä saatavilla ole nopealla aikataululla varaosia ja tarvikkeita, joten kairakoneiden toimintavarmuuden on oltava mahdollisimman korkealla tasolla. Huolto-ohjelmaan määritettyjen huolto- ja tarkastustoimenpiteiden on oltava siksi sellaisia, jotta niiden avulla varmistetaan toimintavarmuus ja saadaan ennakkotietoa mahdollisista vikaantumisista. Huoltokäsikirjan tarkoituksena on antaa huoltoa suorittavalle operaattorille selkeät ja tarkat ohjeet huollon laadukkaaseen suorittamiseen ja estää mahdolliset asennusvirheet.

Jaksotetun ja ennaltaehkäisevän kunnossapidon määrittäminen on erittäin haastavaa, koska helposti huolto-ohjelmaan määritetään liian paljon huolto- ja tarkastuskohtia, joista useimmat osoittautuvat pitkän aikavälin tarkastelulla tarpeettomiksi. Liian laajalla ja aikaa vievällä kunnossapidolla aiheutetaan yritykselle tuotannon menetyksiä ja kunnossapidosta aiheutuvien kulujen kasvamista.

## Kunnossapitostrategian määrittää laitteiden käyttö- ja käyntiaste

Kunnossapitostrategian määrittämisen lähtökohtana on yrityksen sisäinen päätös siitä, millaista toimintavarmuutta yritys haluaa laitteiltaan ja mikä on laitteiden käytön määrä. Käytön määrällä tarkoitetaan, kuinka paljon kone on käytössä yhden vuoden aikana. Käytön määrää seurataan käyttö- ja käyntiasteilla. Käyttöasteella tarkoitetaan aikaa, jonka kone halutaan olevan työkäytössä. Tähän aikaan sisältyvät esimerkiksi seisokit, vikakorjaukset ja kunnossapidosta aiheutuvat käyttökatkot. Toisien sanoen, jos konetta on tarkoitus käyttää puoli vuotta yhden vuoden aikana, tulee käyttöasteeksi 26 viikkoa/52 viikkoa = 0,5 = 50 %. Käyntiasteella tarkoitetaan työkäytön aikaa, josta on vähennetty seisokit, vikakorjaukset ja muut mahdolliset käyttökatkot, eli käyntiaste kertoo koneen tehollisen työajan. Hyvän ennakoivan kunnossapidon määritelmänä voidaan pitää, että noin kolme viikkoa ennen seuraavaa suunniteltua kunnossapitoa on tiedossa 80 % koneeseen suoritettavista huolloista ja korjauksista. Tämä kolme viikkoa antaa riittävästi reagointiaikaa osien tilauksille ja resurssien määrittämiselle.

## Referenssilistaus

Kunnossapitostrategian laatimisen jälkeen laaditaan huolto-kohteille referenssilistaus. Referenssilistaukseen määritetään yhden vuoden aikana koneeseen suoritettavat huolto- ja tarkastustoimenpiteet, uusittavat ja voideltavat kohteet sekä kunnostukset. Huoltotoimenpiteiden huoltoväli määritetään käytettävän koneen mukaisesti. Yleisimmin huoltoväli määritetään aikaperusteisiin huoltoihin. Työn kohteena olleet kairakoneet työskentelevät ympäri vuorokauden, joten niiden huoltovälit määritettiin aikaperusteisiksi. Huoltoväleiksi määritettiin päivittäin, 50, 200, 400, 1 000 ja 2 000 tunnin ja vuoden välein koneeseen suoritettavat huollot.

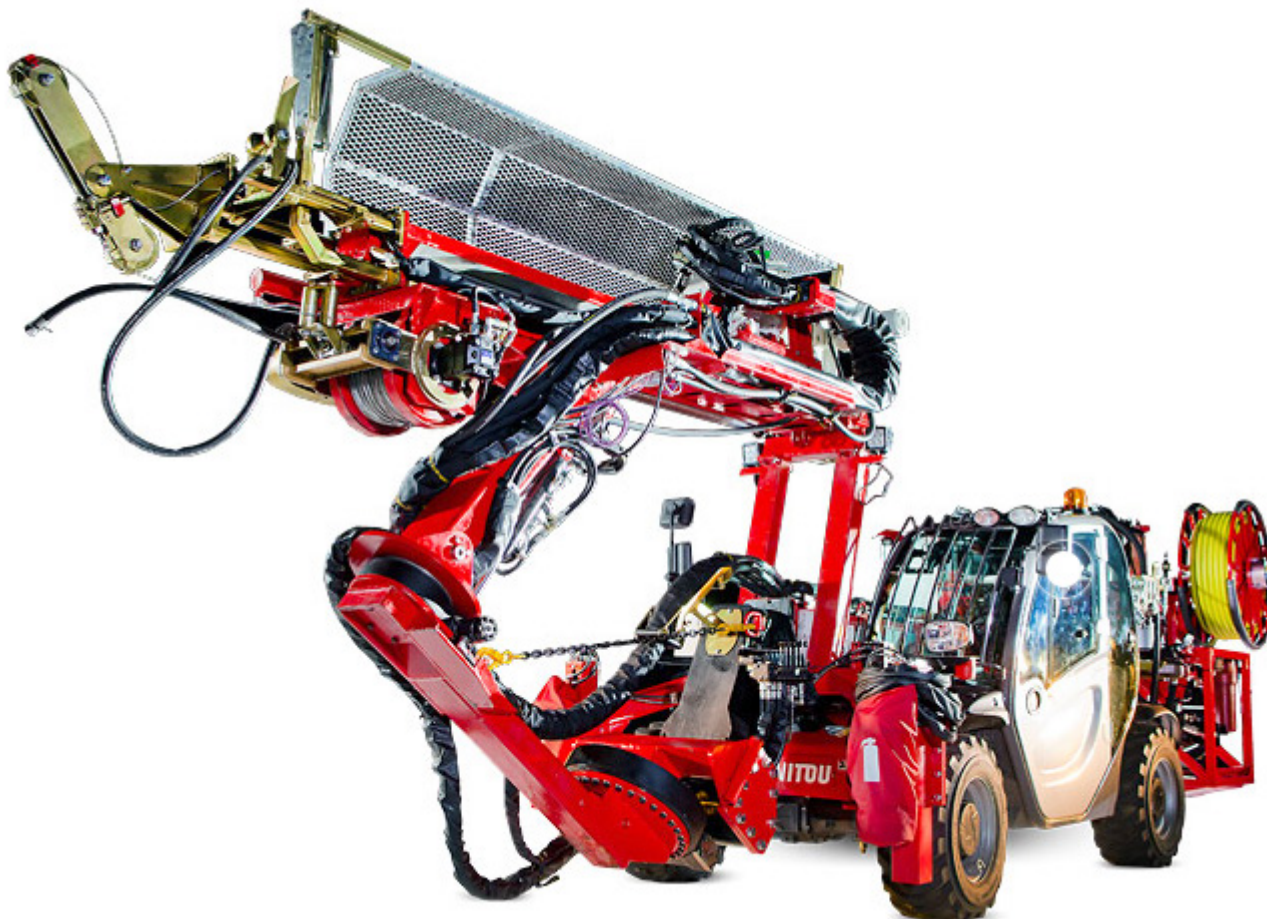
Referenssilistauksen jälkeen laadittiin jokaiselle huolto- ja tarkastustoimenpiteelle tarkat ja yksityiskohtaiset ohjeet. Huoltokäsikirjan laatimisen lähtökohtana oli helppokäyttöisyys ja selkeys. Tämän takia huolto-ohjeen tekstiosa ja tekstiosaan liittyvä kuva pyrittiin pitämään samalla sivulla huolto-ohjeessa käytön mukavuuden parantamiseksi. Huoltokäsikirjan sähköiseen versioon laadittiin myös käyttöä helpottava pikalinkki-näppäimistö. Näppäimistön avulla huoltoa suorittava henkilö pystyi siirtymään nopeasti huoltolistassa olevasta huoltotoimenpiteestä suoraan kyseisen kohdan huolto-ohjeeseen ja takaisin huoltolistaan.

## Huoltokäsikirjan käyttöönotto

Huoltokäsikirjan ensimmäisen version valmistuttua suoritettiin huolto-ohjelman ja huoltokäsikirjan pilotointi kolmella kairakoneella. Kairakoneiden operaattorit suorittivat itsenäisesti ja ilman muiden henkilöiden läsnäoloa huollot huolto-ohjelman ja huoltokäsikirjan mukaisesti. Operaattoreiden antamat palautteet ja parannusehdotukset kirjattiin muistiin. Pilotoinnista saadun palautteen perusteella huolto-ohjelmaa muutettiin siten, että huolto-ohjelmaan lisättiin huoltokohteeksi siirtoajo. Siirtoajohuollossa suoritetaan kairakoneeseen ne huolto- ja tarkastustoimenpiteet, jotka vaikuttavat koneen käynnistämiseen ja luotettavaan ajettavuuteen. Tämän huolto-kohteen lisäämisellä saatiin lyhennettyä huomattavasti muiden huoltokohteiden suoritusajoja kuitenkin heikentämättä koneen toiminta- ja huoltovarmuutta.

Tehokkaan ja kannattavan kunnossapidon laatimisessa on tärkeää tuntea kunnossapidon kohteena olevat koneet, niiden toimintaympäristö sekä toimintaympäristön vaikutukset koneeseen ja huoltojen suorittamiseen. Tehokkaalla ja laadukkaalla kunnossapidolla on suora yhteys yrityksen tulokseen, joten kunnossapitoon investoidut rahat maksavat hyvinkin lyhyellä aikajänteellä itsensä takaisin. Näin ollen yritys säilyttää laadukkaalla ja toimintavarmalla kalustolla asiakkaidensa luottamuksen.

**Liian laajalla ja aikaa vievällä kunnossapidolla aiheutetaan yritykselle tuotannon menetyksiä ja kunnossapidosta aiheutuvien kulujen kasvamista.**



Kuva 1. Maanalainen kairakone, Arctic Drilling Company.



Kuva 2. Maanpäällinen kairakone, Arctic Drilling Company.

# LAATUKÄSIKIRJAN HYÖDYNTÄMINEN YRITYSTOIMINNASSA

Kirjoittajat: insinööriopiskelija (amk) Taneli Palola ja lehtori Janne Ilomäki, Oulun ammattikorkeakoulun konetekniikan osasto

*Artikkeli käsittelee Taneli Palolan keväällä 2019 valmistunutta opin-  
näytetyötä, jossa laadittiin vauriokorjaamolle laatukäsikirja. Työtä  
ohjasi Janne Ilomäki.*

Tavallisesti ihmiset ymmärtävät laadun tuotteen virheettömyytenä. Laatu on kuitenkin käsite, joka on kehittynyt erittäin monipuoliseksi tekijäksi yritystoiminnassa. Laadun alkujuuret ulottuvat aina ensimmäiseen maailmansotaan, kun aseteollisuudessa otettiin käyttöön massatuotannon satunnaiset laatutarkastukset. Nykyään laatua pidetään yritystoiminnassa asiakaskeksienä ja se käsitetään lyhyesti mahdollisimman kustannustehokkaana ja tuottava tapana tuottaa palvelu tai tuote niin, että asiakkaan odotukset ja tarpeet täyttyvät. Käytännössä laatu on mukana yrityksen jokaisella osa-alueella kuten johtamisessa, asiakaspalvelussa, kilpailussa tai tuotteen ominaisuuksissa. Laatua voidaan mitata erilaisilla laatumittareilla, joista tärkeimpänä pidetään asiakaspalautteen keräämistä ja analysointia.

## Laadunhallinta

Laadunhallinnalla tarkoitetaan koordinoituja toimenpiteitä, joilla yrityksen organisaatiota ohjataan ja suunnataan laatuun liittyvissä asioissa. Nykyään yrityksillä on käytössään erilaisia järjestelmiä, joiden avulla laadunhallintaa ylläpidetään. Laadunhallintajärjestelmä on yrityksen kaikki toiminnot kattava laaja kokonaisuus. Järjestelmä rakennetaan yrityksen ympärille ja sen avulla yritystä johdetaan ja ylläpidetään kokonaisvaltaisesti. Laadunhallintajärjestelmä sisältää johtamisen, prosessit, laatumittarit ja monia eri järjestelmiä näiden toteuttamiseen. Voidaan siis todeta sen olevan erittäin raskas ja työläs rakenne toteuttaa. Laatua voidaan kuitenkin hallita hieman kevyemmälläkin tavoilla. Yksi suosituista tavoista on laatukäsikirjan valmistaminen yritykselle.

## Laatukäsikirjan laatiminen

Laatukäsikirjaa pidetään erittäin toimivana ratkaisuna myös pienille yrityksille, jotka haluavat panostaa laatuun ja laadunhallintaan. Oikein toteutettuna ja käytettynä laatukäsikirjalla voidaan saavuttaa merkittäviä hyötyjä yrityksen tuloksessa ja työntekijöiden hyvinvoinnissa. Laatukäsikirja voidaan toteuttaa eri järjestöjen tai liittojen laatuohjelmien mukaan riippuen yrityksen toimialasta. Yleinen tapa on ISO 9000-standardin mukaisen laatukäsikirjan valmistaminen. Kun laatukäsikirja toteutetaan esimerkiksi autoalan keskusliiton laatuohjelman mukaisesti, voi yritys hakea laatusertifikaattia, jota pidetään nykyään tärkeänä osoituksena laadukkaasta ja asiakaslähtöisestä työstä.

Laatukäsikirja on yrityksen toiminnan ja kokonaisuuden ymmärtämisestä koostuva ohjekirja. Laatukäsikirjan tehtävänä on kuvata yrityksen eri toimintoille ja prosesseille toimintaohjeet. Laatukäsikirja voidaan toteuttaa eri tavoin, mutta yleisin tapa on kuvata yrityksen eri prosessien sisällöt tai eri työkuviin liittyvät tehtävät omina kokonaisuuksina. Tämä tarkoittaa sitä, että laatukäsikirjassa voidaan kuvata tarkasti esimerkiksi työjohtajan toimintaohjeet eri tehtäviin omana osuutenaan. Lisäksi laatukäsikirja toimii apuvälineenä yrityksen sisäisissä katselmuksissa. Mikäli yritys kuuluu johonkin laatuohjelmaan, suoritetaan laatukäsikirjan avulla myös ulkoisia katselmuksia, joita laatusertifikaatti ja laatuohjelma vaativat.

## Laatukäsikirja ohjaa yrityksen prosesseja

Toimintaohjeiden avulla yrityksen organisaatiolla on yhtenäiset työskentelytavat, jotka edesauttavat laadukkaasti tekemiseen. Toimintaohjeissa kuvataan nykyään myös tarkasti esimerkiksi erilaiset jätteiden käsittelyohjeet. Laatukäsikirjan voi toteuttaa eri tavoin, mutta yleisin tapa on kuvata yrityksen eri prosessien sisällöt tai eri työkuviin liittyvät tehtävät omina kokonaisuuksina. Esimerkiksi yhtenäisten toimintatapojen ansiosta asiakaspalvelussa työskentelevät henkilöt voivat palvella toistensa asiakkaita oikealla käsikirjassa kuvatulla tavalla. Tarkat toimintatapakuvaukset edesauttavat yrityksen työntekijöitä yhtenäisiin työskentelytapoihin. Yhteisten työskentelytapojen ja toimintamallien avulla saavutetaan tehokas ja viihtyisä työympäristö.

**Laatukäsikirjan avulla ansaitulla laatusertifikaatilla yritys voi todentaa asiakkaalle toimivansa asiakaslähtöisesti ja laadukkaasti.**





Kuva 1. Taneli Palola sai heti valmistuttuaan oman alansa töitä

## Hyödyt

Laatukäsikirjaa hyödynnetään usein myös uuden työntekijän perehdyttämisessä. Käsikirjaan perehtymällä työntekijä saa selkeän kokonaiskuvan yrityksen toiminnoista ja toimintamalleista. Oman työnkuvan toimintatavat ymmärtämällä on työntekijän helpompi aloittaa työt, ja se vastaavasti säästää perehdyttävän henkilön aikaa ja yrityksen resursseja. Yrityksen pitäessä sisäisiä tai ulkoisia katselmuksia laatukäsikirja toimii työkaluna, johon yrityksen toimintaa, tulosta ja laatumittareita peilataan, mikä helpottaa mahdollisten ongelmakohtien löytämistä yrityksen toiminnassa ja tehokkuudessa. Laatukäsikirjan avulla ansaitulla laatusertifikaatilla yritys voi todentaa asiakkaalle toimivansa asiakaslähtöisesti ja laadukkaasti. Nykyään myös monet yritykset vaativat alihankkijoiltaan laatukäsikirjaa ja laatusertifikaattia. Näiden ansiosta yritys toimii osana palveluketjun katkeamatonta lenkkiä.

Laatukäsikirjan valmistaminen ja yrityksen toimintaan liittäminen on kohtuullisen työläs ja pitkä prosessi. Oikein käytettynä ja ylläpidettynä yritys voi löytää siitä valmistamiseen nähden moninkertaisesti hyötyjä omaan toimintaansa ja tätä kautta tuloksen paranemiseen sekä organisaation ilmapiiriin. Kuitenkin laatukäsikirjan tärkeimpänä hyötynä asiakas kokee laadun korkeatasoisena ja odotukset täyttävänä aina asiakaspalvelusta valmiiseen tuotteeseen tai palveluun saakka.

# MOTEC M130 -MOOTTORINOHJAINLAITTEEN KYTKENTÄOPAS JA MOTEC-MOOTTORINOHJAINLAITTEEN VALINTATYÖKALU

Kirjoittajat: insinööriopiskelija (amk) Miska Ylimäki ja lehtori Janne Ilomäki, Oulun ammattikorkeakoulun konetekniikan osasto

*Artikkeli käsittelee Miska Ylimäen keväällä 2019 opinnäytetyönä laatimaa ohjekirjaa Motec M130 -moottorinohjainlaitteen johdinsarjan kytkentätöistä. Työ tehtiin AJL Engineering Oy:n tilauksesta. Työn ohjaajana toimi Janne Ilomäki.*

Kilpa-autoilulle lajinomainen ajoneuvojen maksimaalisen tehon ja ajettavuuden tavoittelu on asettanut moottorinohjaukselle entistä suurempia vaatimuksia. Moottorinohjainlaitteiden ominaisuuksien lisääntyessä ovat myös niiden hinnat nousseet. Useiden kilpailijoiden budjetti on tiukilla tarpeellisen usean tuhannen euron moottorinohjainlaitteiden hankinnan jälkeen, kun hankintalistalle ilmestyy lisäksi myös usean tuhannen euron arvoinen johdinsarja moottorinohjainlaitteen ja sen käyttämien tunnistinten ja toimilaitteiden välille. Välttääkseen osan johdinsarjahankinnan kustannuksista päätyy osa kilpailijoista valmistamaan johdinsarjansa itse. Juuri tämä kytkentätöiden suorittamista helpottamaan Ylimäen opinnäytetyössä luotu ohjekirja on suunnattu.

## Ohjekirjan sisältö

Ylimäen luoma ohjekirja on suunnattu ensisijaisesti ensimmäistä moottorinohjainlaitteen johdinsarjaa valmistavalle käyttäjälle, mutta se toimii hyvänä apuvälineenä myös kokeneelle johdinsarjojen valmistajalle. Ohjekirjassa läpikäydään kaikki moottorinohjainlaitteen johdinsarjan valmistamiseen liittyvät työvaiheet ja perehdytään suoritettaviin työvaiheisiin yksityiskohtaisesti. Ohjekirjan tavoitteena on ohjata asennustyötä tekevää henkilöä niin, että ajoneuvossa ei käytössä esiintyisi johdinsarjasta aiheutuvia vikoja, jotka vaikuttaisivat kilpailusuorituksiin.

Ohjekirjan ensimmäinen osio liittyy tavanomaisiin johdinsarjan valmistamista ja asentamista koskeviin seikkoihin, kuten johdinsarjan kulumissuojaukseen, läpivienteihin, oikean johdinkoon valintaan ja johdinsarjan maadoitusliitoksiin. Ohjekirjan toisessa osiossa perehdytään yksitellen ja kytkentätöille loogisessa järjestyksessä johdinsarjaan kytkettävien antureiden kytkentöihin. Näiden kytkettävien antureiden perusteella moottorinohjainlaite kykenee arvioimaan moottorin kuormitustilaa ja toimintakuntoa, ajoittamaan sytytyksen ja ruiskutuksen ajankohdan ja tarvittaessa muokkaamaan moottorin säätöarvoja moottorivaurion välttämiseksi. Tällaisia antureita ovat esimerkiksi imuilman ja jäähdytysnesteen lämpötila-anturit, öljyn paineen anturi, kaasupolkimen asentotunnistimen anturi, nakutustunnistin ja kampiakselin asentotunnistin.

Toisessa osiossa perehdytään antureiden lisäksi myös toimilaitteiden, kuten ruiskutussuuttimien, sytytyspuolien ja erilaisten solenoidien kytkentöihin. Moottorinohjainlaite käyttää ohjattavia solenoideja esimerkiksi nokka-akselien ajoituksen- ja ahtopaineen säätämiseen.

Ohjekirjan kolmannessa osiossa on selvennetty moottorinohjainlaitteen eri kanavien erityispiirteitä, kuten kanavan kykyä erotella vastaanotettavan signaalin muutoksia suurilla muutosnopeuksilla, kanavan suurimpia sallittuja jännitearvoja ja kanavaan rakennettuja kiinteitä ominaisuuksia kuten sisäiset pull-up-kytkennät, vastajännitesuojaukset ja jännitevertailukytkennät. Näiden erityispiirteiden esilletuomisella on haluttu helpottaa kokeneiden asentajien työtä tavallisesta poikkeavien käyttömahdollisuuksien suunnittelussa ja tilanteissa, joissa tietyn tyyppisten peruskanavien lukumäärä havaitaan riittämättömäksi.



Kuva 1. Miska Ylimäen oppinnäytetyön tuloksena syntyi tarkka ja yksityiskohtainen käyttö- ja asennusopas

## Ohjekirja toimii yleisoppaana moottorihjainlaitteiden kytkennässä

Vaikka Ylimäen luoma ohjekirja on ensisijaisesti suunnattu juuri Motec M130 -moottorihjainlaitteen kytkentään ja käyttöön, voidaan sitä käyttää soveltuvilta osin myös muiden M1-sukupolven Motec-moottorihjainlaitteiden kytkentätöissä sekä yleisoppaana myös muun merkkisten moottorihjainlaitteiden anturointien ja toimilaitteiden kytkennässä. Ohjekirjan viimeisen osion kanavien erityispiirteet eivät ole yhteensopivia muiden valmistajien moottorihjainlaitteiden kanssa.

Motec LTD on australialainen moottorihjain- ja tiedonkeruulaitteiden valmistaja, jolla on yli 30 vuoden kokemus kilpa-autojen moottorihjainlaitteista. Motec M130 -moottorihjainlaite on Motec LTD:n uusimman M1-sukupolven edullisin moottorihjainlaite. Tuoteperheen muut mallit ovat M150, M170 ja M190. M1-sukupolven moottorihjainlaitteet soveltuvat huolehtimaan esimerkiksi viritettyjen katu- tai kilpa-autojen, moottoripyörien tai veneiden moottorihjauksesta.

AJL Engineering Oy on oululainen yritys, joka myy ja valmistaa kilpa-ajoneuvojen johdinsarjoja valmiina kokonaisuuksina ja rakennussarjoina. Lisäksi AJL Engineering Oy on toinen kahdesta Suomessa toimivasta Motec-laitteiden jälleenmyyjistä.

**Ohjekirjan tavoitteena on ohjata asennustyötä tekevää henkilöä niin, että ajoneuvossa ei käytössä esiintyisi johdinsarjasta aiheutuvia vikoja, jotka vaikuttaisivat kilpailusuorituksiin.**



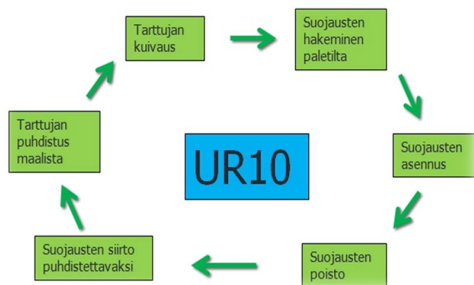
# TK00BP60-3001 Tuotekehitystoiminta HARJOITUSTYÖ: PROJEKTI SUOJAUS

Kirjoittajat: opiskelija Ossi Piirainen, opiskelija Mikko Heikkilä ja opiskelija Armi Tapio sekä konetekniikan lehtorit Esa Kontio ja lehtori Helena Tolonen, Oulun ammattikorkeakoulun konetekniikan osasto

Posterit liittyy kollaboratiivisen robotiikan osaajien täydennyskoulutukseen, joka on järjestetty yhdessä Pohjois-Suomen TE-keskuksen kanssa. Koulutuksessa opiskelijat opiskelevat robotiikkaa ja lopulta toteuttavat paikalliselle pk-yritykselle robotisoidun tuotannon tehostamaan tehtaan toimintaa. Posterissa esitetty työ toteutettiin Rantek Oy:lle, joka toimii sähköteollisuuden alalla.

## JOHDANTO

Toimeksiantaja on uudistamassa maalauslinjaa, jonka yhtenä osatoimintona on maalattavien kappaleiden suojaus. Maalattavien kappaleiden suojaus tapahtuu koneistamon ja kokoonpanon välissä. Tilaan ei haluta teollisuusrobotia, jonka ympärille pitäisi rakentaa turva-aita. Tehtävään soveltuu loistavasti kollaboratiivinen UR10e robotti, joka ei tarvitse tilaa vievää häkkiä ympärilleen.



## PROJEKTIN TOTEUTUKSEN KUVAUS

- Projektin edetessä seurattiin tuotekehitysprojektille tyypillistä mallia.
- Suunniteltiin useita vaihtoehtoisia ratkaisuja, joista valittiin sopivin.
- Edettiin toimeksiantajan vaatimuksien mukaisesti ja tehtiin päätökset testatun toimivuuden ja laadittujen suunnitelmien mukaan.

## TULOKSET

- Suojausohjelma viidelle eri kappaleelle
- Robotin vuorovaikutteisuus tuotantolinjan kanssa
- Uudet suojaustapit suojattaville kappaleille (kts. keskimäinen kuva).
- Suojausten puhdistuksen tarkastelu.
- 2 minuutin jaksoaika.
- Projektin ja robotin toiminnan riskianalyysi.
- Vuokaavio ja käyttöohje.
- Vaihtoehtoinen ratkaisuidea.
- Paineilman käytöstä suojausmenetelmänä tappien sijasta suositellaan jatkotutkimusta.
- Lisähuomiot
- Robotin ympärille tiiviiksi suunniteltu toimintaympäristö vaikuttaa eniten jaksoaikaan.
- Suojausten ominaisuudet vaikuttaa robotin toimintaan virheiden määränä prosessin toiminnan aikana (PPM).

Työn toimeksiantaja:  
Rantek Oy

Päiväys:  
huhtikuu/2019

Työn tekijät:  
Ossi Piirainen  
Mikko Heikkilä  
Armi Tapio

Ohjaavat opettajat:  
Esa Kontio ja Helena Tolonen

**RANTEK**

## Rantek Oy

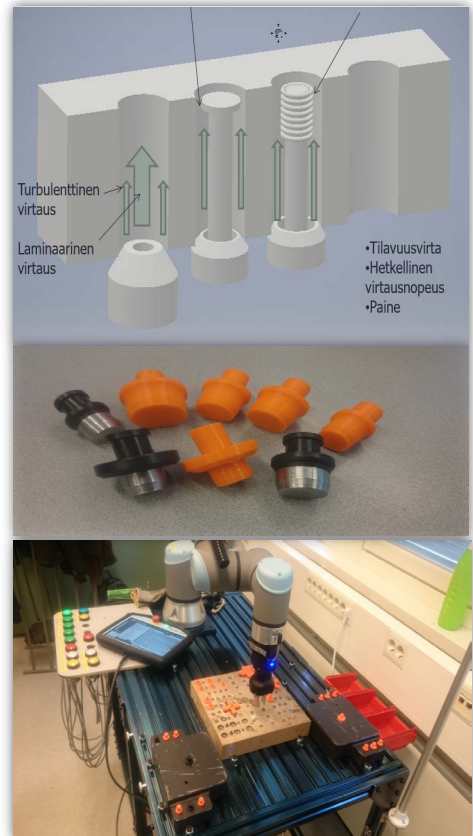
Rantek Oy valmistaa sähköteollisuuden laitteita. Heidän toiminnassa yhdistyvät niin kääminnän ja koneistuksen kuin kokoonpanon erikoisosaaminen ja asiantuntemus. Rantekilla on modernit ja automatisoidut työkalut sekä laadukkaat prosessit asiakkaiden tarpeita vastaaviin sähköalan tuotteiden osa- ja kokonaistoimituksiin.

```
Set I03_1_1=On  
'Lupa poistosta eteenpain'  
Eteenpain: Start  
timer_Poisto: Stop  
Tarttuja_pesty= False  
SP_Paikoitettu= False  
If timer_pesuvali2Aseta_pesu  
MoveJ  
Waypoint_8  
Waypoint_9  
Gripper Open (1)  
Set I03_1_1=On  
Timer_pesu: Start  
'Tarttuja pesu ON'  
Wait Timer_pesu2Pesuaika  
Timer_pesu: Stop  
Timer_pesu: Reset  
'Pesun kesto aika'  
Set I03_1_1=Off  
'Tarttuja pesu OFF'  
MoveJ  
Waypoint_8  
timer_pesuvali: Reset  
timer_pesuvali: Stop  
MoveJ
```

# RANTEK

## TYÖN TAVOITTEET

Projektin tavoitteena oli tuottaa kustannushyötyä asiakkaalle vapauttamalla henkilöresursseja suojauksesta muihin tuotannon työtehtäviin. Tavoite toteutettiin valmistettavien kappaleiden suojauksella ja suojausten poistolla UR10e robottia. Edellytyksenä projektissa oli, että prosessi on siirrettävissä Rantek Oy:n tuotantolinjalle.



```
'Lupa poistosta eteenpain'  
Eteenpain: Start  
timer_Poisto: Stop  
Tarttuja_pesty= False  
SP_Paikoitettu= False  
timer_pesuvali2Aseta_pesuvali  
MoveJ  
Waypoint_8  
Waypoint_9  
Gripper Open (1)  
Set I03_1_1=On  
Timer_pesu: Start  
'Tarttujan pesu ON'  
Wait Timer_pesu2Pesuaika  
Timer_pesu: Stop  
Timer_pesu: Reset  
'Pesun kesto aika'  
Set I03_1_1=Off  
'Tarttujan pesu OFF'  
MoveJ  
Waypoint_8  
timer_pesuvali: Reset  
timer_pesuvali: St  
MoveJ
```

### TYÖMENETELMÄT

Projekti jaettiin eri vaiheisiin ja jokaisen vaiheen jälkeen pidettiin katselmointi ennen seuraavaa vaihetta.

Katselmoineilla mitattiin projektin kypsyyttä seuraavaan vaiheeseen siirtymiseen. Katselmoineissa todetut korjaavat toimenpiteet suoritettiin ja hyväksyttiin ennen seuraavaa vaihetta.

### YKSITYISKOHTAINEN SUUNNITTELU

- Suunniteltiin ja toteutettiin robotin ohjelmointi.
- Mallinnettiin ja valmistettiin suojaukset.
- Testattiin luotujen ratkaisujen toimivuutta.

### PROJEKTIN SUUNNITTELU JA SPESIFIKAATIO

- Projektin lähti käyntiin tutustustamalla aihealueeseen.
- Laadittiin projektille aikataulu ja tavoitteet yhdessä toimeksiantajan kanssa.
- Jaettiin työtehtäviä ja vastuualueita.
- Laadittiin projektisuunnitelma ja alustava tuotespesifikaatio.

### ESISUUNNITTELU

- Kuvattiin tuotteen toimintorakenne ja alustavaa vaatimuslistaa ja tuotespesifikaatiota käyttäen luotiin osatoiminnoille erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja.
- Laadittiin morfologinen kaavio ja sen avulla yhdisteltiin vaihtoehtoiset ratkaisuyhdistelmät.
- Ratkaisuyhdistelmät arvioitiin kriteereiden ja painoarvokertoimien avulla.

### TESTAUS, VIIMEISTELY JA KÄYTTÖÖNOTTO

- Viimeisteltiin ohjelma ja suojaukset.
- Testattiin ohjelman vikaherkkyys.
- Ohjelman, jaksoajan ja toimintavarmuuden kannalta katsottuna tuote täytti sille asetetut vaatimukset.

# **Työelämäkontaktit Oulun ammattikorkeakoulun konetekniikan opinnoista**

Kirjoittajat: insinööriopiskelija (amk) Eero Peltokoski ja konetekniikan lehtori Timo Väyrynen, Oulun ammattikorkeakoulun konetekniikan osasto

*Artikkeli käsittelee konetekniikan opiskelija Eero Peltokosken järjestämää ekskursiota paikallisiin yrityksiin. Tutustuminen paikallisiin yrityksiin on osa konetekniikan ensimmäistä opintovuotta, jolloin tavoitteena on tutustua alaan monipuolisesti.*

Yritysvierailut ovat aloittaville opiskelijoille tarpeellisia huomauttamaan opiskelijoita siitä, miksi koulussa opiskellaan sitä, mitä opiskellaan. Vierailuilla teoria ja käytäntö kohtaavat, ja lähes aina opettajakin on oppimassa. Oulun ammattikorkeakoulun (Oamk) konetekniikan opinnoissa tämä käytännön kautta työelämässä oppiminen on tunnustettu jo pitkään.

Oamkin konetekniikan 1. vuoden opiskelijaryhmä innostui lehtori Timo Väyrysen kannustamana järjestämään yritysvierailuja alueen yrityksiin. Opiskelija Eero Peltokoski otti asian omakseen ja alkoi puuhamiehiksi vierailujen järjestämisessä. Tavoitteiksi vierailuille asetettiin seuraavat asiat: vierailut on tarkoitettu konetekniikan 1. vuoden opiskelijoille ja vierailuissa tulee esille, mitä koneinsinööri tekee oikeissa töissä. Vierailujen suunnittelu ja toteutus annettiin kokonaan Eeron hoidettavaksi.

## **1. vuoden yritysvierailut lisäävät käsitystä koneinsinöörin työtehtävistä**

Eero Peltokoski toteutti projektin kolmessa vaiheessa. Esiselvityksessä hän tiedusteli ryhmänsä opiskelijoilta kiinnostavia vierailukohteita ja mahdollisia kontakteja. Ehdotuksia tuli ihan mukavasti, ja valmiitakin kontaktejakin yrityksistä löytyi muutamia. Toisessa vaiheessa noin kymmeneen yritykseen otettiin yhteyttä. Suurimmassa osassa yrityksiä oltiin valmiita esittelemään yrityksen toimintaa ryhmän opiskelijoille. Sopivien yritysten löytymisen jälkeen alkoi projektin aikaa vievin vaihe eli yritysten ja opiskelijaryhmän aikataulujen yhteensovittaminen. Lopulta puolen vuoden aikana vierailtiin viidessä yrityksessä Oulun seudulla. Tätäkin useampaan yritykseen tarjottiin mahdollisuutta tulla tutustumaan, mutta aikataulullisista syistä kaikkia ei valitettavasti saatu mahdutettua ohjelmaan.

Yritykset suhtautuivat opiskelijoihin hyvin avoimesti, ja kaikki vierailukohteet olivat valmiita esittelemään yritystään ja toimintaansa normaalia yritysesitystä laajemmin. Vierailukohteista sai hyvin laajan käsityksen eri koneinsinöörin työtehtävistä, esimerkiksi suunnittelusta, testauksesta ja valvonnasta sekä konepajatoiminnasta. Lisäksi lähes jokaisessa kohteessa sai jonkinlaisia vinkkejä, missä omaa osaamistaan kannattaa omatoimisesti laajentaa: esimerkiksi kirjastojen hyödyntäminen CAD-suunnittelussa, tekninen dokumentointi ja standardien hallinta. Vierailujen tavoitteet saavutettiin vaivatta, ja osittain niistä saatu hyöty ylitti kaikki ennakko-odotukset.



## Yritysyhteistyö tiiviisti osana konetekniikan opintoja

Niin kuin insinöörin työssä aina, myös nyt kerättiin loppuyhteenveto onnistumisista ja kehitettävistä asioista yritysvierailujen järjestämisessä. Perimätiedoksi seuraaville vierailujen järjestäjille saatiin dokumentti, johon on koottu hyvät virheet, joita ei kannata toistaa. Lisäksi dokumentissa kuvataan hyvät ja toimivat käytännöt, joita kannattaa hyödyntää tulevilla projekteilla.

Oulun ammattikorkeakoulun konetekniikan osastossa yritysyhteistyö on tiivistä varsinkin vanhempien opiskelijoiden opinnoissa. Muun muassa kaikki kolmannen vuoden opiskelijat tekevät merkittävän osan tai koko kolmannen vuoden syksyn opinnot yrityksissä oppilaitoksen ja yrityksen henkilöstön tuella.

## Vierailukohteista sai hyvin laajan käsityksen eri koneinsinöörin työtehtävistä



Kuva 1. Ensimmäisen vuosikurssin konetekniikan opiskelijat nauttivat vappusäästä.



Konetekniikkaa Oulussa 1894 - 2019  
#oamk\_kone with passion

ISSN 2490-2012 (painettu)  
ISSN 2490-2020 (verkkojulkaisu)

Voit seurata Oamkin konetekniikan osastoa somessa  
#oamk\_kone



@Oamk\_Kone



@OamkKone



@Oamk\_Kone