

Ilkka Oikarinen

KERAVAN BIOVOIMALAITOKSEN VERSTASTILOJEN TUOTTAVUUDEN  
PARANTAMINEN

Opinnäytetyö 2015

# TIIVISTELMÄ

## KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

### Energiatekniikan koulutusohjelma

OIKARINEN, ILKKA	Keravan biovoimalaitoksen verastilojen tuottavuuden parantaminen
Opinnäytetyö	53 sivua
Työn ohjaaja	Jaakko Laine, Heikki Hapuli
Toimeksiantaja	Keravan Energia -yhtiöt
Joulukuu 2015	
Avainsanat	työturvallisuus, työtehokkuus, taloudellisuus

Opinnäytetyössä tutkitaan Keravan Biovoimalaitoksen verstaan käytettävyyttä, työturvallisuutta, työtehokkuutta ja taloudellisuutta. Tavoitteena on parantaa verstaan tuottavuutta, mukaan lukien työhyvinvointia, suunnittelemalla toimiva ja viihtyisä verastila.

Työtä varten tutkittiin useita esimerkkiprojekteja, joita verstaalla on tehty ja mitä verstaalla tämän lopputyön tekemisen aikana tehtiin. Työtehtävien kirjo on laaja, koska verstaalla tehdään myös muille Keravan Energia -yhtiöiden laitoksille komponentteja. Työn pohjana on käytetty työn tuottavuuteen vaikuttavia tekijöitä, joiden avulla on etsitty ongelmakohtia ja parannusehdotuksia. Työntekijöiden henkilöhaastatteluilla on haettu ammattilaisen kokemuksen antama näkemys tilajärjestelyille ja työpisteiden sijainnille ja järjestelyille. Lopuksi tehtiin verstaalle uusi tilasuunnitelma ja kehitysehdotukset jokaiselle sen työpisteelle. Uutta järjestystä verrattiin vahaan sekä haettiin erot ja parannukset. Havaittiin, että pienillä kustannuksilla saadaan parannettua verstaan käytettävyyttä huomattavasti. Lisäinvestoinneilla voidaan parantaa omavaraisuutta ja nopeuttaa projektien valmistumista, sekä laajentaa asentajien ammattitaitoa.

Verstastiloista löydettiin paljon parannettavaa. Lisäämällä tarvittavia työvälineitä, sijoittamalla työpisteet suunnitellummin ja sijoittamalla työpisteissä työkalut visuaalisesti paremmin päästään huomattavasti parempaan työturvallisuuteen, viihtyvyyteen ja pitkällä tähtäimellä parempaan tuottavuuteen.

## ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Energy Engineering

OIKARINEN, ILKKA

Repair Workshop Productivity Improvement of Kerava  
Biopower Plant

Bachelor's Thesis

53 pages

Supervisor

Jaakko Laine, Senior Lecturer

Commissioned by

Kerava Energy Ltd

December 2015

Keywords

working safety, efficiency, economic, productivity

This thesis explores repair workshop working safety, efficiency, economics and productivity at Kerava Energy Biopower plant. The objective was to identify solutions for improving the working environment and productivity. Changing the layout of the workshop has a great effect on productivity. Better planning in the material flow in the layout and in the workstations improves working safety and efficiency. Adding tools and machines and height adjustable working tables influences productivity. Furthermore, improving the ergonomics at workstations and taking into account different physical characteristics of mechanics has an effect on all points in productivity.

The study was conducted by examining all projects that had been made in the workshop during the past six years. Five of them were selected and studied in more detail to identify the trouble points. Interviews with all the mechanics working at the workshop provided valuable information on the trouble points at the workshop. Discussions with the management gave an understanding of the economic effect of workshop efficiency.

The results of this study indicate that by rearranging the workshop and improving the workstations, productivity can be improved. At this particular workshop some of the effects can be reached just by changing the layout. Achieving better results needs a small investment of money which is likely to pay itself back in a short period of time.

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

1	JOHDANTO	6
2	KERAVAN ENERGIA -YHTIÖT	7
3	BIOVOIMALAITOS JA SEN VERSTASTILA	7
	3.1 Verstaas	8
	3.2 Verstaan ongelmakohdat	9
4	VERSTASTYÖN TUOTTAVUUTEEN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ	10
	4.1 Lean	11
	4.2 Tuottava työ verstaasoinnoissa	12
	4.3 Työhön kuluva aika	12
	4.4 Työturvallisuus ja suojavälineet	13
	4.5 Työvälineet	15
	4.6 Tulityöt	15
	4.7 Suoja-alueet	15
	4.8 5S – Siisteys ja järjestys	16
	4.9 Valaistus	16
	4.10 Fyysinen ergonomia ja fyysisiä kuormitustekijöitä	17
	4.11 Organisatorinen ergonomia ja asenteet	20
	4.12 Ergonomian soveltamismuotoja	20
5	VERSTAALLA TEHTÄVIÄ TÖITÄ	21
	5.1 Biovoimalaitoksen arinatuhkalavojen huollot	22
	5.2 Petkeleen valmistaminen	24
	5.3 Hiekkasiilon täyttöyhdän uusiminen	25
	5.4 Imuilmakanavan valmistaminen	27
	5.5 Uuden sekoituspumpun tukijalka	28
6	VERSTASTILA JA SEN KEHITYSEHDOTUKSIA	28
	6.1.1 Nykytilanne	28

6.1.2	Uusi järjestely	30
6.1.3	Uuden järjestyksen hyödyt	31
6.2	Yleistyöpiste	34
6.2.1	Nykytilanne	34
6.2.2	Uusi järjestely	34
6.2.3	Hyödyt	35
6.3	Konehuoltopiste	35
6.3.1	Nykytilanne	35
6.3.2	Uusi järjestely	36
6.3.3	Hyödyt	36
6.4	Ohutlevykäsittelypiste	38
6.4.1	Nykytilanne	39
6.4.2	Uusi järjestely	39
6.4.3	Hyödyt	39
6.5	Metallintyöstöpiste	41
6.5.1	Nykytilanne	41
6.5.2	Uusi järjestely	42
6.5.3	Hyödyt	43
6.6	Pesupiste	46
6.6.1	Nykytilanne	46
6.6.2	Uusi järjestely	46
6.6.3	Hyödyt	47
6.7	Materiaalin säilytys ja säilytykseen liittyviä kehitysehdotuksia	47
6.8	Muita verstaassa olevia laitteita ja varusteita	47
6.9	Esimerkkityö ”Pumpun jalka” ja siihen kuluva aika	48
6.9.1	Mitä tehtiin	49
6.9.2	Miten tämä tehtäisiin uusitulla verstaalla	49
6.9.3	Miten tilanne paranisi	50
7	YHTEENVETO	50
8	TULEVAISUUS	51
	LÄHDELUETTELO	52

## 1 JOHDANTO

”Hyvin suunniteltu on puoliksi tehty”. Tuon sanonnan tuntevat varmaan kaikki. Mutta olemmeko sisäistäneet sen merkityksen. Jotenkin tuntuu, että nyky-yhteiskunnan vitisaus ”kiire” saa työyhteisössä aikaan sen, että emme käytä aikaa enää riittävästi varsinaiseen työn suunnitteluun, joka ei ole sama asia kuin työhön liittyvä palaveri. On projekti sitten iso tai pieni, esimerkiksi tilauudistus laitehankintoihin tai työkalun valmistaminen, kannattaa pohtia etukäteen, onko kaikki valmista aloittamiselle. Tämän ajatuksen pohjalta lähti työni kohti Keravan Biovoimalaitoksen verastiloja.

Opinnäytetyössäni selvitän voidaanko suunnittelulla parantaa olemassa olevan verastilan tuottavuutta. Työn tilaajana on työnantajani Keravan Energia Oy ja olen toteuttanut opinnäytetyöni varsinaisen työni ohessa Keravan Energian biovoimalaitoksella. Verstaan käyttö ja sen puutteet ovat itselleni tuttuja jokaviikkoisen käytön myötä. Oleellinen osa opinnäytetyötäni on ollut kehittää verastilasuunnitelmia yhdessä työnjohtajan ja erityisesti verastiloja käyttävien asentajien kanssa. Keskustelujen lisäksi olen käyttänyt apuna alan kirjallisuutta ja verkkolähteitä.

Sana versta antaa edelleen monelle kuulijalle mielikuvan savuisesta, tunkkaisesta, mustuneesta ja katkuisesta tilasta, missä työskentelee likaisia miehiä turvallisuudesta piittaamatta. Tämä käsitys on jo aikansa elänyt, vaikka sellaisiakin verstasympäristöjä on vielä olemassa. Tämän päivän verstaat pyritään rakentamaan valoisiksi, helposti siivottaviksi, työturvallisiksi ja tehokkaiksi. Hyvällä suunnittelulla saadaan aikaan kustannussäästöjä jo rakennusvaiheessa, mutta varsinkin tulevaisuudessa tilan tehokkaan käytön myötä. Opinnäytetyössäni on tarkoitus paneutua Keravan biovoimalaitoksen verastilan toimintaan ja löytää perusteet panostaa pidemmälle vietyyn suunnitteluun. Teen myös perustellun ehdotuksen verastilamuutoksesta, millä päästään parempaan turvallisuuteen, käytettävyyteen ja tuottavuuteen olemassa olevaan verrattuna.

## 2 KERAVAN ENERGIA -YHTIÖT

Emoyhtiö Keravan Energia Oy ja tämän omistuksessa olevat tytäryhtiöt Etelä-Suomen Energia Oy ja Keravan Lämpövoima Oy muodostavat yhdessä Keravan Energia -yhtiöt. Keravan Energia Oy on Keravan kaupungin (96,5 %) ja Sipoon kunnan (3,5 %) omistuksessa, ja tätä kautta asiakkaidensa omistama yhtiö. Keravan Energia -yhtiöiden omistajat tulouttavat yhtiön tehokkuuden ja tuottavuuden paikallisen talousalueen elinkeinoelämän ja asukkaiden eduksi edullisina energiapalveluina. (1.)

Keravan Energia -yhtiöt on täyden palvelun energiakonserni, joka toimii pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla ja myy sähköä koko Suomen alueella. Keravan Energia Yhtiöt toimittaa asiakkaille sähköä, kaukolämpöä ja maakaasua sekä niiden käyttöön liittyviä asiantuntijapalveluita. Keravan Energia Oy myy sähköä koko Suomen alueella, myy ja siirtää sähköä Keravan alueella sekä harjoittaa kaukolämpötoimintaa Keravalla, Sipooissa ja Karkkilassa. Etelä-Suomen Energia Oy myy ja siirtää sähköä Sipoon ja Itä-Helsingin alueilla. Keravan Lämpövoima Oy omistaa vuonna 2009 valmistuneen Keravan biovoimalaitoksen. (1.)

Vuonna 2014 sähkön tuottamiseen käytettiin uusiutuvia energialähteitä (vesi-, tuuli- ja biovoimaa) 12,5 %, fossiilisia energialähteitä ja turvetta 45,4 % sekä ydinvoimaa 42,1 %. (2.)

## 3 BIOVOIMALAITOS JA SEN VERSTASTILA

Keravan biovoimalaitos toteutettiin yhteistyössä Pohjolan Voima Oy:n kanssa. Tätä nykyä vuonna 2009 valmistuneen voimalaitoksen omistaa Keravan Energian tytäryhtiö Keravan Lämpövoima Oy. Biovoimalaitos on vastapainevoimalaitos, joka tuottaa sähköä sekä prosessi- ja kaukolämpöä. Biovoimalaitoksen tuotanto kattaa noin 75 prosenttia Keravan kaupungin kaukolämmön tarpeesta ja noin 25 prosenttia Keravan Energian sähkön hankinnasta. Uusiutuvat kotimaiset biopolttoaineet ovat päästökäytännön kannalta edullisia ja niiden laajamittainen hyödyntäminen on konkreettinen toimi ympäristön ja ilmaston hyväksi. (3.)

Biovoimalaitoksen kattila on kerrosleijukattila. Käynnistyspolttoaineena sekä tarvittaessa vara- ja tukipolttoaineena on maakaasu. Pääpolttoaineita ovat puhdas puu ja jyr-sinturve. Voimalaitoksen toimiessa täydellä teholla polttoainetta kuluu noin yksi rek-

kalasti tunnissa. Kattilan höyryteho on 72,5 MW, josta sähköteho on noin 21 MW, prosessilämpöteho 10 MW ja kaukolämpöteho noin 50 MW. (3.)

Biovoimalaitoksen yhteydessä on Keravan Energia Oy:n tuotantolaitosten ja kaukolämpöverkkojen kaukovalvonnan käyttökeskus, jonka henkilökunta valvoo laitosten ja verkkojen käyttöä 24 tuntia vuorokaudessa. Laitoksen automaatioaste on korkea ja normaalin käytön aikana kaikki käyttötoimenpiteet voidaan suorittaa valvomosta. Myös ns. kuumakäynnistykset lyhytkestoisten häiriöiden jälkeen voidaan suorittaa valvomosta. (3.)

Biovoimalaitoksen voimalarakennuksessa työskentelee suurin osa tuotantoliiketoiminnan alaisuudessa toimivista 26 henkilöstä. Maantasokerroksessa sijaitsevat tuotantoprosessiin liittyvien tilojen lisäksi henkilökunnan sosiaalitilat ja verstastila. Ylemmissä kerroksissa sijaitsevat prosessiin liittyvien tilojen lisäksi puhdaskorjaamo, kaukovalvontakeskus, toimisto- ja kokoustiloja sekä taukotila. Voimalaitosrakennuksen ympärille, noin hehtaarin alueelle, sijoittuvat erilaiset polttoaineiden ja erilaisten materiaalien säilytysvarastot.

### 3.1 Versta

Biovoimalaitoksen verstasyöskentely on hyvin monimuotoista johtuen tehtäväkentän laajuudesta. Verstaalla valmistetaan, huolletaan ja kunnostetaan komponentteja kaikille Keravan Energia -yhtiöiden laitoksille. Verstaalla valmistetaan myös erikoistyökaluja edellä mainittujen töiden suorittamiseen. Työstettävät kappaleet vaihtelevat muutamien grammojen painoisista osista tonniin painoisiin lavoihin. Isoimpia kappaleita työstettäessä lähes koko versta toimii työpisteenä. Verstaalla suoritetaan erilaisten osien, komponenttien ja laitteiden pesuja, hitsauksia, puhdistuksia, maalauksia, korjauksia sekä huolto- ja asennustöitä. Verstaalla ei tehdä puhdaskorjaamotöitä, jotka tehdään erillisellä puhdastilakorjaamolla. Lisäksi verstaalla valmistetaan erilaisia laitoskomponentteja, kuten koneiden ja laitteiden kiinnikkeitä ja kannakkeita sekä telineitä, kuten esimerkiksi öljysäiliöiden tikkaita. Ulkopuoliset urakoitsijat käyttävät verstaasta laitoksilla tehtävien töiden hoidossa tasavertaisesti oman henkilöstön kanssa.

Versta, toiselta kutsumanimeltään korjaamo, on kooltaan 168 m<sup>2</sup>. Tila on alun perin suunniteltu verstaatilaksi. Tila on kahta kannatinpilaria lukuun ottamatta avonainen. Versta on kohtalaisen uusi, joten puitteiltaan se on valoisa ja tilava sekä sijainniltaan



voimalaitoksella hyvä. Verstaalla on viisi erilaista työpistettä: yleistyö-, konehuolto-, ohutlevykäsittely-, metallintyöstö- ja pesupiste. Koko verstaala toimii tulityöpaikkana.

Verstaalle kuljetaan ulkokautta 3,0 x 3,0 m -kokoisesta nosto-ovesta ja käyntiovesta sekä sisäkautta suoraan porrashuoneesta tai vesilaboratoriosta. Paine-ilma tulee kompressoriasemalta runkolinjaa pitkin ja vesipisteitä on kolme. Tilassa on koneellinen ilmanvaihto ja lämmityksestä huolehtivat puhallinpatterit. Työhön tarvittavat materiaalit sijaitsevat pääosin pihan toisella puolella olevassa konehallissa. Puhdastilaa vaativat työt tehdään erillisessä puhdaskorjaamossa laitoksen 3. kerroksessa.

Lattian kantavuus on mitoitettu trukkiajolle, painaville työstökoneille, -laitteille ja va-raosille. Nostoapuvälineinä trukin lisäksi verstaalla on haarukkavaunu, siirrettävä puominostin sekä kuusimetrisen I-palkki verstaan keskellä, jossa on liikuteltava sähköketjunosturi. Lattia on kynnyksetön ja käyttötarkoituksensa mukaan pinnoitettu erikoisbetonilattia, mikä kestää kulutuksen ja kastelun eikä pölise.

Kaikki biovoimalaitokselle tuleva materiaali toimistotarvikkeista lähtien kulkee nosto-oven kautta sisään ja ulos. Saapuvat tavarat nostetaan takaseinällä olevaan hyllyyn tai jätetään lattialle odottamaan loppusijoituspaikkaa. Verstaalle saapuva projekti tuodaan työpisteeseen, mistä se kiertää tarvittavien työpisteiden kautta paikalleen asennukseen, tai varastoitavaksi myöhempää tarvetta varten. Koska verstaala ei ole suuri, ei verstaan sisällä muodostu pitkiä siirtymämatkoja projektin aikana. Työpisteestä toiseen siirtyminen ei siten vaikuta mainittavasti työhön käytettyyn aikaan.

Tarkempi verstaala- ja työpistekohtainen kuvaus on kohdassa 6. Verstaan pohjakuva mittoineen on kohdassa 6.1.1. Verstaan nykytilanne (Pohjakuva 1.).

### 3.2 Verstaan ongelmakohdat

Haasteelliseksi tilan suunnittelusta tekee tehtävien töiden monimuotoisuus. Versta ei ole tuotantolinja ja toistuvia töitä on harvoin. Erityyppisten työpisteiden tarve on ollut selvä jo laitoksen valmistumisesta alkaen. Materiaalivaraston puuttuminen verstaalta näkyy hukattuna työaikana ja huonontuneena turvallisuutena. Koneiden ja laitteiden turva- ja suoja-aluemerkinnät ovat puutteellisia. Visuaalisesti tila on valoisa, mutta järjestely näyttää sekavalta ja työskentelyyn tarvittavia työkaluja ja -välineitä joutuu etsiskelemään, mikä vaikuttaa työn sujuvaan suorittamiseen. Myös kaappien nykyinen

sijainti hankaloittaa tilan ja kaapistojen käyttöä. Verstaalissa on paljon tavaraa, jonka säilytyspaikka kuuluisi olla muualla varastossa. Työpisteissä lojuu keskeneräisiä projekteja, koska järkeviä säilytyspaikkoja ei niille ole järjestetty. Työstettävien ja huollettavien kappaleiden erilaisuudesta huolimatta eri työvaiheista voidaan löytää yhdistäviä tekijöitä, kuten kappaleiden puhdistaminen ja maalaaminen. Näiltä työvaiheilta puuttuvat asialliset suorituspaikat. Mekaaninen puhdistaminen sotkee tiloja ja pilaa hengitysilmää. Spray-maalien ongelmana on maalihöyryjen hengittämisen lisäksi näkyvät maalijäämät lattialla ja tasoilla. Myös muu varustelutaso on puutteellinen, esimerkiksi tukevan työpöydän puuttuminen aiheuttaa ongelmia raskaita moottoreita ja vaihteistoja huollettaessa. Verstaalta puuttuvat myös korkeussäädettävät työtasot, joita tarvitaan erikokoisten kappaleiden työstämisessä. Kiinteäkorkuiset työtasot aiheuttavat myös hankalia työskentelyasentoja eripituisille työntekijöille. Valaistus ei myöskään ole riittävän hyvin kohdistettavissa tehtävien projektien suuntaan. Metallinkäsittelypisteessä työvälinjärjestys täytyy muuttaa siten, että työstettävä kappale liikkuu pisteessä jouheammin.

#### 4 VERSTASTYÖN TUOTTAVUUTEEN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ

Verstastyöskentely on osa Keravan Energian laitosten toimintaa ja siten verstaassa tehtävät työt osa yhtiön tuottavuutta. Työn tuottavuutta voidaan tutkia erilaisilla mittareilla ja hakea niiden avulla ongelmakohtia. Ongelmakohtista selvitetään mahdollisuus parannuksiin ja päästäänkö muutoksella parempaan tuottavuuteen työssä.

Työhön käytettävä kokonaistyöaika sisältää työn suorittamisen lisäksi mm. tähän käytettävän suunnittelun, ohjauksen ja materiaalihankinnat. Säästöjä ajankäytössä saadaan aikaan hyvällä työn etukäteissuunnittelulla. Projektin etukäteissuunnitteluun tulee kuulua oikean tekijän tai tekijöiden valitseminen, mikä projektin valmistumiseen käytettyyn aikaan.

Ergonomiaan ja työturvallisuuteen panostaminen on sekä työntekijän että työnantajan etu. Työskentelymenetelmiä ja ergonomiia kehittämällä parannetaan myös työn tuottavuutta, viihtyvyyttä ja työssä jaksamista. (4, 12–13.)

Ergonomia jaetaan useaan eri ergonomia-alueeseen. Verstastyöskentelyyn liittyvät lähinnä fyysinen ja organisatorinen ergonomiia. Organisatorinen ergonomiia käsittää teknisen järjestelmän ja sosiaalisen järjestelmän yhteensovittamisen. Fyysisessä ergonomiassa sovitetaan fyysinen toiminta ihmisen fysiologisten ja anatomisten toimin-

tojen mukaiseksi. Kaikkia näitä tulisi käsitellä, jotta suunnittelussa ja toteutuksessa päästäisiin tuottavuuden kannalta parhaaseen lopputulokseen. (5.)

Työturvallisuus on olennainen osa työn suorittamista, siihen käytettävää aikaa ja siten osa työn tuottavuutta. Turvallisuus on myös työntekijän asenne turvallisuustekijöihin, joko hyvässä tai pahassa. Työturvallisuuden laiminlyönti saattaa tehdä pienestä ja taloudellisesti merkityksettömästä projektista kalliin työnantajalle.

Työn suorittamiseen ja työhyvinvointiin vaikuttavat myös puitteet, joissa työskennellään, kuten laitteet, työvälineet ja -varusteet, siisteys, suoja-alueet sekä valaistus. Olosuhteita parantamalla päästään hyödyntämään työaika varsinaisen työn suorittamiseen. Myös kun karsitaan turha oheistoiminta, kuten työvälineiden ja materiaalin etsiminen sekä päästään eroon kuluttavista työasunnoista, voidaan keskittyä työn suorittamiseen. Jos tiloja joudutaan toistuvasti siivoamaan, tulee selvittää voidaanko paikkojen likaantumista jotenkin vähentää. (4, 12–13.)

#### 4.1 Lean

Alun perin Japanin autoteollisuuden kautta lähes kaikille toimialoille levinnyt ”Lean” on johtamisfilosofia ja työkalu, joka kokoaa yhteen useita näkemyksiä yhdeksi johtamisjärjestelmäksi. Lean-periaatteita noudattavat yritykset ovat tavallisesti toimialansa kannattavimpia ja nopeimmin kasvavia. Toimintamallilla pyritään luomaan toimintaan tarkoituksenmukaisuutta, järkevyyttä ja täsmällisyyttä asiakasnäkökulmasta lähtien. Asiakkuudella yrityksen sisällä tarkoitetaan esimerkiksi kunnossapidon omaa tuotantoa. Lean-toimintamalli on nähtävissä tuotannon organisoinnissa sekä jatkuvassa kehitystyössä. Tarkoituksena on parantaa työskentelyolosuhteita, antaa työntekijöille mahdollisuus osallistua kehitystyöhön, parantaa yrityksen kilpailukykyä sekä tehdä oikeita asioita turhan tekemisen sijaan. Tuottavuuden ja laadun parantaminen perustuu erilaisien ”hukkien”, kuten turhan ja arvoa lisäämättömän työn tekemisen poistamiseen. Leanin mukaan hukat jaetaan kahdeksaan luokkaan: ylituotanto, odottelu ja viivästykset, tarpeeton kuljettaminen, tarpeeton liikkuminen, laatuvirheet, tarpeettomat varastot, turha käsittely sekä käyttämättä jätetty työntekijän luovuus. Lean-toiminnassa esimerkiksi työntekijän tekemä parannusehdotus työskentely-ympäristöstä ei ole kustannus, vaan keino parantaa yrityksen tuottavuutta. (4, 10-13; 6, 71-72.)

## 4.2 Tuottava työ verastoinnoissa

Jos yhtä asiaa muuttaa, vaikuttaa se toiseen. Verastilan eri muutosvaihtoehtoja tulee pohtia kokonaisuuden kannalta. Kaikkea ei kannata muuttaa, mutta vaihtoehtoja tulee miettiä. Lähtökohtana tulee olla parannettu turvallisuus ja säästetty työaika ja tätä kautta taloudelliset säästöt. Paras vaihtoehto muutoksille saattaa löytyä näiden väli- maastosta. Parhaita tilamuutosten asiantuntijoita ovat töiden tekijät. Mahdollisille tuleville muutoksille kannattaa jättää mahdollisuus, eikä paikkoja tule suunnitella liian ahtaiksi.

Biovoimalaitoksen verstaalla on riittävä määrä työpisteitä ja jokaisesta löytyy parannettavaa. Muutoksille tulee löytää aina taloudelliset perusteet, mutta helppoja uudelleenjärjestelyjä työtehokkuuden ja turvallisuuden parantamiseksi voidaan tehdä hyvinkin pienillä kustannuksilla. Pelkästään turvallisuusriski on jo riittävä peruste muutokselle.

Tarvittavat muutokset eivät ole yksiselitteisiä, sillä työpisteissä tehtävät työt vaihtelevat paljon. Ja koska työt ja ennen kaikkea sen tekijät ovat erilaisia, pitäisi työpisteiden muunneltavuuden olla hyvä, jotta päästäisiin järkevään lopputulokseen. Yleisesti työpisteiden uudelleenjärjestelystä voisinkin kuitenkin todeta, että Lean-periaatteita seuraamalla mm. siisteys, ergonomian parantaminen ja turvallisuus ovat ehkä selkeimmät ja helpoimmat tekijät lähteä liikkeelle.

## 4.3 Työhön kuluva aika

Työlle suunnitellaan jonkinlainen käytettävä aika eli kokonaistyöaika. Kokonaistyöaika sisältää kaiken työn suunnittelusta valmiiseen työhön. Hyvin suunnitellulla verastilalla ja sopivia työkaluja käyttäen voidaan tekemiseen käytettyä aikaa vähentää. Jos työ tarvitsee useamman tekijän, otetaan se huomioon töitä suunniteltaessa. Myös tekijöiden osaamistaso vaikuttaa kokonaistyöaikaan. Kuitenkin on osattava rajata uuden opettelu ja harjoittelu pois lasketusta kokonaistyöajasta. Kokonaistyöaika saadaan kuitistettua järkeväksi hyvin johdetulla työllä, missä työnjohto hoitaa työn etukäteisvalmistelut, kuten suunnittelun, materiaalivalinnat, työnohjauksen jne. Työn suorittajaksi valitaan tehtävään parhaiten soveltuva henkilö tai henkilöt. Näin vältetään mahdollista korjaamista ja uusiksi tekemistä. Tekee työn sitten oma henkilöstö tai urakoitsija, on työn tilaajalla suuri vaikutus käytettyyn kokonaistyöaikaan. (7.)



### Kuinka tehokasta tuottava aika yrityksessänne on?

Kuva 1. Työajan rakentuminen. (7.)

Hyvässä verstaassa säästetään aikaa käyttämällä sopivia työkaluja, työkonien ja välineiden oikealla sijoittelulla, riittävällä työhön soveltuvalla valaistuksella, sopivilla nostoapuvälineillä ja oikeankorkuisilla työpisteillä. Työnjohdon tulee kartoittaa myös tarve henkilöstön koulutuksen osalta, jos jokin työ on toistuvaa ja osaajia kyseiseen työhön ei ole riittävästi.

#### 4.4 Työturvallisuus ja suojavälineet

Toiminnan kehittämisessä on tärkeää työympäristön turvallisuuden kehittäminen myös työpisteiden tarpeiden huomioiden. Turvallinen työympäristö tarkoittaa vähemmän poissaoloja ja työtapaaturmia ja sitä kautta poistetaan tuottavuutta ja laatua heikentäviä tekijöitä. (4, 12-13.)

Koneiden ja laitteiden turvaohjeet ja merkinnät tulee olla selvästi näkyvillä ja helposti luettavissa. Ulkopuoliset urakoitsijat käyttävät verstasta laitoksilla tehtävien töiden hoidossa tasavertaisesti omien työntekijöiden kanssa. Urakoitsijat käyvät tilaajan ohjeistamana perehdytyskoulutuksen yrityksen laatujärjestelmän mukaisesti. Tilaaja myös näyttää urakoitsijoille tarvittaessa verstastilat ja opastaa koneiden ja laitteiden käytössä. Ulkopuolisille tila ja koneet eivät kuitenkaan ole samalla tavalla tuttuja, jo-

ten tästä syystä turvallisuusnäkökulma on vieläkin tärkeämpi. Työn tilaaja säästää aikaa ja rahaa, jos urakoitsija löytää verstaalta tarvitsemansa työkalut helposti.

Kun verstaalla työskennellään, on suojalasien käyttö verstaalla olevilla henkilöillä pakollista. Kuulonsuojaimia tulee käyttää, jos melu verstaalla nousee yli 85 db(A), mutta käyttö on suositeltavaa yli 80db(A) melussa (8). Työtehtävän mukaisesti tulee olla asianmukainen vaatetus. Keravan Energialla työtehtävät asentajilla edellyttävät huomioväriyksellä varustettuja, palosuojattuja ja kokovartalon peittäviä EN531-työvaatteita. Nämä samat työvaatteet riittävät pääsääntöisesti verstastyöskentelyssäkin lukuun ottamatta hitsaustöitä. Käsineiden käyttö on vähintäänkin suositeltavaa haavojen ja sitä kautta tulehdusriskin johdosta. Kemikaaleja käsiteltäessä kumihansikkaiden, suojalasien ja koko vartaloa suojaavien vaatteiden käyttö on suositeltavaa. Jokaisen kemikaalin käyttöturvallisuustiedotteessa määritellään riittävä suojavaarustus.

Keravan Energia Oy:ssä havaituista turvallisuuspuutteista ja -poikkeamista sekä sattuneista työtapa- ja turvaturmista täytetään turvallisuushavaintolomakkeet, jotka käsitellään viikoittain esimiesten pitämässä palaverissa. Mm. näiden havaintojen perusteella tehdään toimenpiteitä turvallisuuden parantamiseksi. Turvallisuuspuutteen ollessa riittävän vakava ryhdytään toimenpiteisiin välittömästi. Lomakkeista tiedot siirretään yrityksen tietojärjestelmään turvallisuushavaintojen seuraamiseksi. Järjestelmään merkitään myös, kun turvallisuuspuute on korjattu. Turvallisuushavaintojen määrä vaikuttaa osaltaan työntekijöiden tulospalkkaukseen.

**Turvallisuushavainto**

Havainto turvallisuuspuutteesta Päivämäärä

Läheltä piti -tilanne Kellonaika

**VAARAN AIHEUTTAJA**

Koneet, laitteet, telineet, välineet

Kulutiet, poistumistiet

Järjestys, siisteys

Melu, valaistus, lämpötila

Kemikaalit, ilman puhtaus

Henkilösuojaimet, vaatetus

Riskinotto

Muu, mikä:

**PARANNUSEHDOTUKSET**

Työ- ja menettelytavat

Kunnossapito, ylläpito

Suunnittelu

Johtaminen, työn organisointi

Tiedonvälitys

Koulutus, opastus, perehdytys

Vastuut, valtuudet

Muu, mikä:

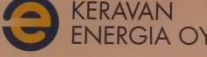
**TOIMENPITEEN KIIREELLISYYS**

Vaatii välittömiä toimenpiteitä

Voi odottaa sopivaa hetkeä lähiaikoina

Toimenpide helppo toteuttaa heti

Korjaava toimenpide tehty

 KERAVAN ENERGIA OY

**Kuva 2. Keravan Energia Oy:n Turvallisuushavaintolomake. Lomakkeen toiselle puolelle tulevat tiedot tapahtumien kulusta ja havainnon tekijästä.**

#### 4.5 Työvälineet

Oikeiden työkalujen käyttäminen on myös turvallisuustekijä. Esimerkiksi ulosvetäjiä varten tulee olla sopivat tuet ja sovitteet. Prässää käytettäessä pitää olla oikeanlaiset holkit ja tuet. Sähkö- ja paineilmatyökaluissa tulee käyttää niihin suunniteltuja teriä, hylsyjä ja apuvälineitä. Koneiden ja laitteiden suoja- ja turvalaitteet pitää olla kunnossa.

#### 4.6 Tulityöt

Erilaisissa kipinöivissä töissä tulee käyttää palosuojattuja vaatteita ja asusteita, mieluiten hitsaukseen tarkoitettuja haalareita ja tarvittaessa ”hitsarin esiliinaa”, tarkoitukseenmukaisia kenkiä, hansikkaita, sekä suojalaseja tai hitsausmaskia. Tulityössä korostuu tilojen siisteystarve, koska kipinät sytyttävät pölyn helposti. Tulitöitä tehdessä tulee ympäristön turvallisuus aina varmistaa huolellisesti, vaikka erillistä tulityölupaa ei tarvitsekaan hakea.

#### 4.7 Suoja-alueet

Koneet ja laitteet tarvitsevat riittävän turvaetäisyyden. Hyvä keino turvaetäisyyksien noudattamiseen on merkitä lattiaan raja-alueet, jonka sisäpuolelle ei ulkopuoliset saa mennä koneiden käytön aikana. Kipinöivissä töissä turva-alueen rajaaminen kannat-

taisi lisäksi toteuttaa verholla ja/tai siirrettävillä palosuojasermeillä. Hitsaustöissä tulee olla kohdepoistomuri ja mahdollisesti raitisilmanaamari käytettävissä. Myös sammutuskaluston tulee olla kunnossa ja oikein sijoitettuna, jotta alkusammutus voidaan suorittaa mahdollisimman nopeasti.

#### 4.8 5S – Siisteys ja järjestys

Edellä esitettyyn Lean-toimintamalliin kuuluu myös 5S-työkalu, jolla huolehditaan siisteyden ja järjestyksen kehittamisestä ja ylläpidosta. 5S-lyhennelmä tulee japanin s-alkuisista sanoista, jotka suomeksi tarkoittavat: lajittele, järjestä, puhdista ja huolla, vakiinnuta toimenpiteet sekä ylläpidä. 5S ei ole siivousohjelma, vaan Lean-toimintamallin mukaan tehokas ja tuottava toiminta, laadukas työ sekä hukkien tunnistaminen ja poistaminen on mahdollista vain siistissä ja selkeässä ympäristössä. 5S:n avulla pyritään kehittämään myös systemaattisuutta, täsmällisyyttä ja kurinalaisuutta. Sen avulla parannetaan työturvallisuutta, ylläpidetään työpisteen järjestystä ja vähennetään työvälineiden etsimisen aiheuttamaa turhautumista. 5S:n avulla myös helpotetaan työn tekemistä työvälineiden tarkoituksenmukaisen organisoimisen myötä. 5S:n järjestelmällisyyttä tulee toteuttaa kaikessa toiminnassa, jossa jokainen työpistettä käyttävä työntekijä osallistuu järjestämiseen, siivoamiseen ja siisteyden ylläpitämiseen. (4, 26–27.)

Tilojen puhtaus ja työvälineiden oikea sijoittelu on turvallisuuden lisäksi myös työhyvinvointiin ja sitä kautta viihtyvyyteen ja tuottavuuteen vaikuttava tekijä. Tilojen järjestely ja helppo siivottavuus edesauttavat tilojen kunnossapitämistä ja näin pidetään myös helpommin pöly ja roskat poissa työpisteistä. Roskien ja pölyn poisto kaikilta pinnoilta tulee suorittaa säännöllisin väliajoin ja aina kun siihen on tarvetta. Töitä tehtäessä työkalut ja työvälineet tulee laskea työtasolle tai laittaa taskuun, ei lattialle. Lattialla putkenpätkä voi olla kohtalokas asentajan jalan alle sattuessa. (9.)

#### 4.9 Valaistus

Valaistuksen tulee olla riittävä, mutta ei liian kirkas eikä häikäisevä. Valaistuksessa tulee huomioida työpisteen erityisominaisuudet. Esimerkiksi hitsauspisteessä valo ei saa tulla takaapäin eikä suoraan ylhäältä, koska valo aiheuttaa heijastuman hitsauskympärän sisälle ja se hankaloittaa näkemistä. Yleisvalaistuksen tulee olla riittävä ja koh-



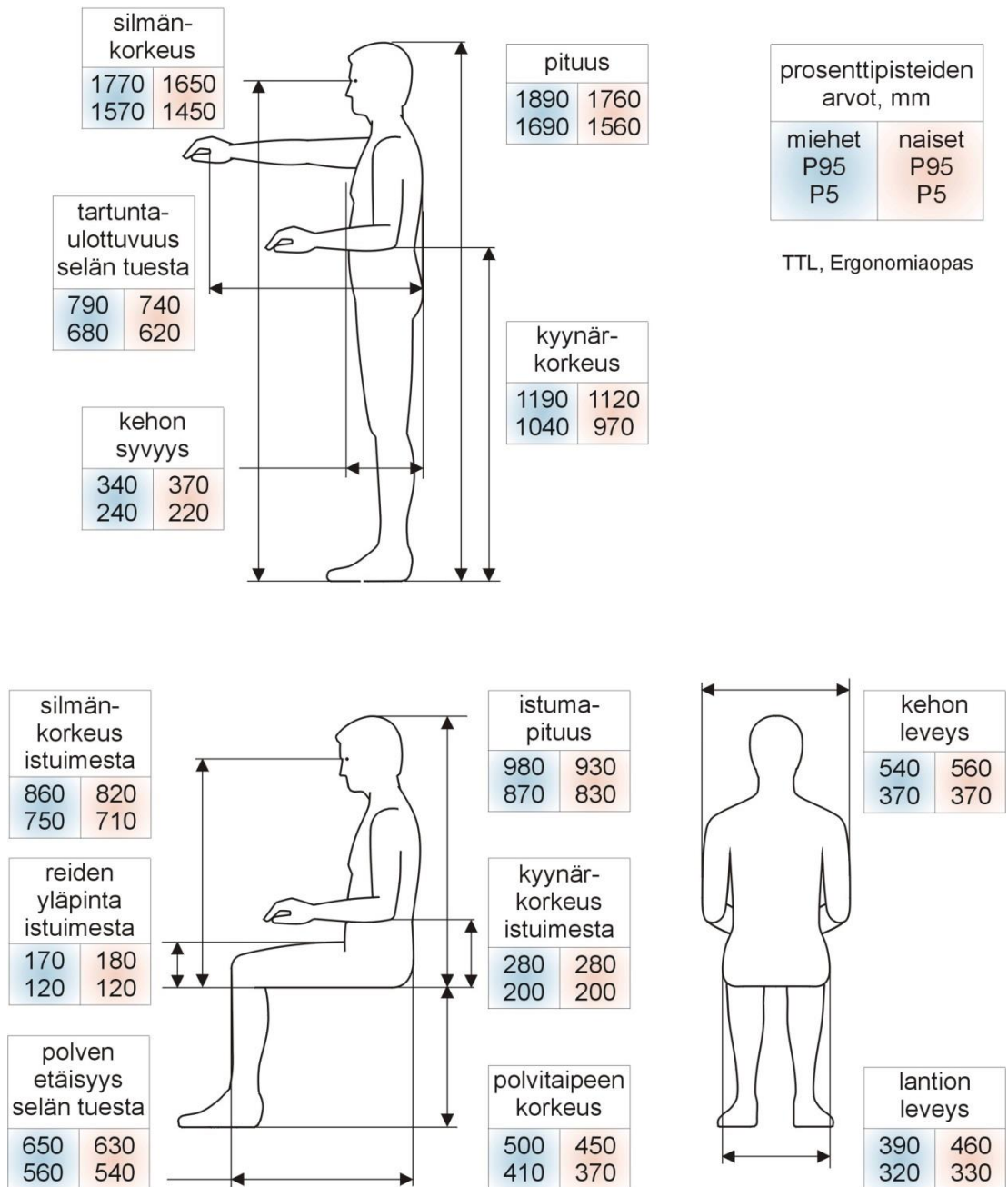
devalaistuksella parannetaan työtehtävässä tarvittavaa valaistusta. Työpistevalaisimien tulee olla erikseen päälle kytkettävissä.

Taulukko 1. Valaistusvoimakkuus SFS-EN 12464-1 standardin mukaan. (10.)

Suosittelava valaistusvoimakkuus (lx)	Tila tai työskentelyolosuhde	Esimerkkejä
20 - 30 - 50	ulkotyöalueiden yleisvalaistusvoimakkuus	
50 - 75 - 200	tilat, joita ei käytetä jatkuvasti työskenneltäessä	eteiset, aulat, käytävät, varastot
200 - 300 - 500	yksinkertaiset näkötehtävät	paperikonesalit, maalaamot, karkea penkkityö
300 - 500 - 700	kohtuullista tarkkuutta vaativat näkötehtävät	toimistot, luokkahuoneet, laboratoriot
500 - 750 - 1000	tarkkuutta vaativat näkötehtävät	pankkien asiakaspalvelu, avotoimistot, melko tarkka kone- ja penkkityö, tarkka piirustustyö
750 - 1000 - 2000	erittäin suurta tarkkuutta vaativat näkötehtävät	värintarkastus, värinmäärittely, tarkka kone- ja penkkityö, tarkka piirustustyö
1000 - 2000 - 3000	pitkäaikaiset erittäin vaativat näkötehtävät	mikroelektronikka, käsikaiverrus, mikroskopiointi

#### 4.10 Fyysinen ergonomia ja fyysisiä kuormitustekijöitä

Fyysisessä ergonomiassa sovitetaan fyysinen toiminta ihmisen fysiologisten ja anatomisten toimintojen mukaiseksi. Fyysinen ergonomia korostuu työpisteiden suunnittelussa. Työmenetelmät ja työvälineiden sijainti työpisteessä määrittelevät meille kulloisenkin työskentelyasennon ja liikeradat. Työskentelyasento vaikuttaa nopeasti työssäjaksamiseen ja työn suorittamiseen tarvittavaan aikaan. Hetkellinen hankala asento saattaa kuitenkin jopa nopeuttaa työn valmistumista, mutta toistuvana siitä voi seurata jopa sairauslomaa vaativia oireita. Työtason korkeus, tekijän pituus ja työstettävän kappaleen koko ja muoto määrittävät asennon tekijälle, joten nämä seikat on tilojen ja työpisteiden suunnitteluvaiheessa otettava huomioon. Koska työntekijät ovat yksilöllisiä ja tilan käyttäjäkunta on laaja, tulee mm. työtasojen olla korkeussäädettäviä. Myös työstettäviä kappaleita tulee helposti voida kääntää eri asentoihin. Istumatyötä ei verraalla tehdä käytännössä lainkaan, joten istuimen korkeussäädöllä ei asiaan voi vaikuttaa. (11.)



**Kuva 3. Työpisteen mitoitus eripituisille ihmisille. 20cm ero ihmisten pituudessa tuo yli 10cm eron seisomatyötason optimaaliseen korkeuteen. (12.)**



**Kuva 4. Työntekijät ovat yksilöllisiä. Kuvassa on Keravan Energia Oy:n pitkä ja keskikokoinen asentaja. Lyhyt asentaja ei ehtinyt kuvattavaksi.**

Työssä tarvittava materiaali saattaa painaa niin paljon, että suosituksen mukainen noston maksimitaakka 25 kg ylittyy. Tällaisessa tilanteessa tarvitaan nostoapu. Nostoapu voidaan saada erilaisilla nostoapuvälineillä tai useammalla nostajalla. Erilaiset nosto-asetnot, -matkat ja nostajan fyysiset ominaisuudet vaikuttavat noston maksimitaakaan joko lisäävästi tai vähentävästi. Myös nostettavan kappaleen muoto voi vaikuttaa siihen, että yksin nosto ilman apuvälineitä ei ole turvallisuuden kannalta järkevää, vaikka kappale ei ylittäisikään suosituspainoa. Nostoista ei kuitenkaan ole määräyksiä, vaan suosituksia. (13.)

Nostoapuvälineiden tarve on toistuvaa, sillä työstettävät kappaleet saattavat olla joko pituuden puolesta hankalia käsitellä, tai sitten niin painavia, että niitä ei ole turvallista eikä terveellistä nostaa käsin. Myös työkalujen oikealla sijoittelulla parannetaan fyysisistä ergonomiaa. Monesti paras apu oikeisiin työasentoihin löytyy työkaverista, jolloin nostoihin ja asennuksiin saadaan avuksi ajatteleva, liikkuva ja toimiva ”käsipari”. Työn ohessa tulee pitää myös taukoja. Työ sujuvan etenemisen ja jaksamisen kannalta voi taukojen etukäteissuunnittelu olla kannattavaa. Jos työ sisältää hankalia työasentoja, tulee venyttely- ja lepotaukoja lisätä. (11.)

#### 4.11 Organisatorinen ergonomia ja asenteet

Organisatorinen ergonomia käsittää teknisen järjestelmän ja sosiaalisen järjestelmän yhteensovittamisen. Se korostuu henkilöstön, työprosessien, työkokonaisuuksien ja työaikajärjestelyiden suunnittelussa. Yhteistyö suunnittelussa ja kommunikointi työn valmistumisen aikana vaikuttaa lopputulokseen ajankäytön kannalta ja sitä kautta myös taloudelliselta kannalta. Työhyvinvointi liittyy läheisesti organisaatioergonomiaan ja hyvinvointi vaikuttaa aina tulokseen. (5.)

Jokaisella yrityksellä on oma ydinsaamisalueensa ja tältä alueelta poistuminen vaatii aina tapauskohtaista harkintaa. Tuottavan työn toteutuminen edellyttää osaavaa henkilökuntaa niin suunnittelu-, esimies- kuin tekijäportaassa. Hyvällä yhteistyöllä näiden portaiden välillä saadaan aikaan tuottavaa työtä. Oleellinen työn suorittamiseen vaikuttava tekijä on työilmapiiri sekä asenne jolla työhön suhtaudutaan. Vääränlaiset asenteet ovat mahdollisesti suurin uhka tuottavalle työlle.

Kokemus ja ammattitaito tuovat laajan näkemyksen asioihin. Kaavoihin kangistuminen ei kannata. Se ei paranna tulosta eikä ilmapiiriä. Ikä ja saman työn tekeminen vuodesta toiseen saavat aikaan jokaisessa erilaisen muutoksen. Tuoko pitkä työura automaattisesti ammattitaidon vai onko ammattitaitoa kyky oppia uutta ja kyky kehittää vanhaa hyväksi havaittua tapaa paremmaksi, esimerkiksi parantamalla turvallisuutta? Omilla asenteilla on suuri vaikutus työilmapiiriin. Ottamalla muut huomioon parantuu ilmapiiri, yhteistyökyky ja turvallisuus. Määräykset tai lakipykälät eivät tee turvallista työpaikkaa vaan teemme sen itse. Myös välinpitämättömyys ja kiire ovat työpaikan turvallisuusriskejä. Ihmisten erilaiset tarpeet huomioimalla rakentuu viihtyisä ja turvallinen työympäristö. Täydellistä ei ole olemassakaan, mutta siihen kannattaa pyrkiä.

#### 4.12 Ergonomian soveltamismuotoja

Käyttäjien tietoja, kokemuksia ja tunteita hyödyntävää kehittämistä ja suunnittelua kutsutaan osallistuvaksi ergonomiaksi. Haasteena on saada tuotteet helposti ja tehokkaasti käytettäväksi mahdollisimman laajalle käyttäjäkunnalle. Visuaalinen käytettävyys tulee esille informaation esitystavassa. Esimerkiksi onko poranterätaulukon

esitystapa selkeä ja helppolukuinen tai onko hydrauliprässin turvaohjeet helposti ja selkeästi näkyvissä käyttäjällä. (5.)



**Kuva 5. Hydrauliprässissä on saksankieliset turvaohjeet pienessä tarrassa oikealla ylhäällä.**

## 5 VERSTAALLA TEHTÄVIÄ TÖITÄ

Verstaalla työstettävät kappaleet vaihtelevat muutamien grammojen painoisista osista tonniin painoisiin lavoihin. Isoimpia kappaleita työstettäessä lähes koko versta toimii työpisteenä. Kiinteitä, painavia tai suuria kappaleita työstettäessä työvälineet vietään korjattavan laitteen luokse. Verstaan katossa nostoapuna on 6000mm pitkä kattokisko jossa roikkuu siirrettävä ja painorajaltaan 2tkg sähköketjunostin. Muiden tavaroiden ja materiaalien siirroissa käytetään trukkia tai haarukkavaunuja sekä nostoissa siirrettä-

vää työpajanosturia.

Seuraavassa esittelen muutaman verstaalla tehtävän erityyppisen projektin.

### 5.1 Biovoimalaitoksen arinatuhkalavojen huollot

Arinatuhkalavat ovat vaihtolavoja ja kooltaan noin 2,5 x 5,0 x 2,0 m. Lava on teräksinen ja painaa noin 2 tkg. Lava huolletaan siinä mihin se oviaukosta saadaan koneella työnnettyä. Apuna huoltotöissä käytetään katossa roikkuvaa ketjunostinta, koska lavan luukku on painava ja se pitää saada luotettavasti ja turvallisesti nostettua tieltä pois. Lavan ruuvin laakerin vaihto edellyttää vaihteiston irrottamista. Vaihteiston irrotusta varten on tehty oma tuki ulosvetäjälle. Lavat ovat kovalla rasituksella ja niiden kunnostusta vaativia kohteita ovat mm. hitsaussaumojen repeily, tyhjennysluukun tiivisteiden vaihto ja arinahiekan siirtoruuvin laakereiden vaihdot.



**Kuva 6. Arinatuhkalava siirrettynä verstaalle korjausta varten.**



**Kuva 7. Arinatuhkalava korjattuna. Lavan yläosan luukutiiviste on uusittu.**



**Kuva 8. Arinatuhkalavan luukku avattu ketjunostimen avulla.**



**Kuva 9. Arinatuhkalavan vaihteiston irrotuksessa käytetään apuna ulosvetoon tehtyä irrotustukea.**

## 5.2 Petkeleen valmistaminen

Petkele on valmistettu päiväsiilojen alla olevien kiinteän polttoaineen (kpa) syöttösuppiloiden puhdistusta varten. Sen varsi on 20 mm putkiprofiilia ja se on hitsattu käyttötarkoitusta varten sopivaan kulmaan. Varteen voi tarvittaessa kytkeä paineilmapuhalluksen. Päähän hitsattu ja kiilamaiseksi muotoiltu levy on leikattu metallivannesahalla ja kulmahiomakoneella sopivan kokoiseksi, jonka jälkeen yksi sivu on sahattu viistoksi teräksi. Lopuksi työkalu on maalattu ja asetettu paikoilleen kpa-syöttösuppiloiden läheisyyteen.





**Kuva 10. Petkeleen terä hitsattuna varteen kiinni.**



**Kuva 11. Petkele valmiiksi maalattuna.**

### 5.3 Hiekkasiilon täyttöyhden uusiminen

Hiekkasiilon yksinkertaisella seinämällä valmistettu täyttöyhde kului puhki hiekan kulluttavan voiman seurauksena. Rikkoontuneen tilalle on tehty uusi täyttöyhde kaksinkertaisella seinämällä kestoian pidentämiseksi. 500 mm pitkä yhde on kiinni hiekan täyttöputkistossa laippaliitoksella. Työ on toteutettu hitsaamalla halkaisijaltaan 100 mm putken toiseen päähän Tykoflex kkv -liitin hiekkankuljettajaa varten, ja toiseen

päähän laippa yhteen syöttöputkeen kiinnittämistä varten. Sisempi teräsputki on leikattu pitkittäin auki ja siitä on poistettu osa. Tämän jälkeen leikkauspinnat on puristettu kiinni ja hitsattu toisiinsa. Pienennetty putki on painettu hydrauliprässillä yhteen sisälle ja hitsattu päistään kiinni yhteeseen



**Kuva 12. Hiekkasiilon vahvistettu täyttöyhde asennusvalmiina.**

#### 5.4 Imuilmakanavan valmistaminen

Savion voimalaitoksen ja Yli-Keravan lämpökeskuksen maakaasupolttimoille on tehty palamisilmakanavat mm. melun vähentämiseksi laitoksilla. Kanavat on tehty sinkitystä teräsohutlevystä. Ensin kanavan osat on leikattu ja kantattu mittoihinsa, jonka jälkeen pop-niiteille on porattu reiät kanavan kokoamista varten. Kanavien sisäpuolella on tukiraudat estämässä kanavan imeytymistä kasaan alipaineen vaikutuksesta. Säätöjalustat mahdollistavat kanavan asentamisen oikealle korkeudelle polttimon eteen. Kanavan alareunan aukko ja polttimon imuilma-aukko on kiinnitetty ruuveilla toisiinsa.



**Kuva 13. Savion voimalaitoksen K2-kattilan polttimelle tehty imuilmakanava**

## 5.5 Uuden sekoituspumppun tukijalka

Nikkilän koulukeskuksen 2014 asennettu lämmityskattilan K2-sekoituspumppu on noin kolme kertaa painavampi kuin vanha pumppu. Vanha pumppu oli ollut paikoillaan vain putkien varassa. Uudelle pumpulle on tehty tukijalka, jotta sen paino ei kuormittaisi putkistoa liikaa. Tukijalka on tehty kahdesta teräslevystä, joiden väliin on hitsattu putkiprofiili. Ylempään levyyn on porattu kiinnityspisteet pumpulle. Alemman levyn tarkoituksena on jakaa pumpun paino laajemmalle alueelle lattialla.

## 6 VERSTASTILA JA SEN KEHITYSEHDOTUKSIA

Seuraavassa käyn läpi sanoin ja pohjakuvien avulla verstaan nykytilanteen, tilajärjestelyyn liittyviä kehitystarpeita sekä muutosten tuomia hyötyjä. Pohjakuvissa on esitetty nykytilanne (Pohjakuva 1.) ja paremmin toimiva ratkaisumalli tilojen uudelleen järjestämiseksi ja tehokkuuden parantamiseksi (Pohjakuva 2.). Tämän jälkeen käyn yksityiskohtaisesti läpi verstaan eri työpisteet, niiden kehitystarpeet sekä kuinka muutokset vaikuttavat työpisteen tuottavuuteen. Yksittäisen esimerkkityön ”Pumpunjalka” kautta valotan ongelmakohtia käytännössä.

### 6.1.1 Nykytilanne

Verstas on kooltaan 168 m<sup>2</sup> ja mitoiltaan 10,3 x 16,2 m. Sisäkorkeus on noin 3,5 m. Verstaalla on viisi erilaista työpistettä: yleistyö-, konehuolto-, ohutlevykäsittely-, metallintyöstö- ja pesupiste erilaisine koneineen ja laitteineen. Verstastila on määritelty tilaksi mihin ei tarvitse erillistä tulityölupaa, vaan koko verstaas toimii ”tulityöpaikkana”. Verstaalla suoritetaan erilaisten osien, komponenttien ja laitteiden pesuja, hitsauksia, puhdistuksia, maalauksia, korjauksia sekä huolto- ja asennustöitä. Verstaalla ei tehdä puhdaskorjaamotöitä, jotka tehdään erillisellä puhdastilakorjaamolla.

Katossa on yleisvalaistuksena loisteputkia ja työpisteiden yhteydessä kattoon on lisätty led-kohdevalaisimia. Verstaalla on nosto-ovi 3,0 x 3,0 m, sekä kulkuovet ulos, b-portaikkoon, kemikaalivarastoon ja vesilaboratorioon. Paineilma tulee kompressoriasemalta runkolinjaa pitkin ja linjasta on vedetty haarat mm. työpisteisiin. Vesipisteitä on kolme kappaletta. Vedenpoisto tapahtuu pitkittäin sijaitsevien lattiakanaalien kautta ja yksi lattiakaivo on lavuaarin alla. Nosto-ovi toimii sähköisesti sisältä ohjausnapeista ja ulkoa ovi aukeaa kulkukortin lukijalaitteen avulla. Metallintyöstöpiste on

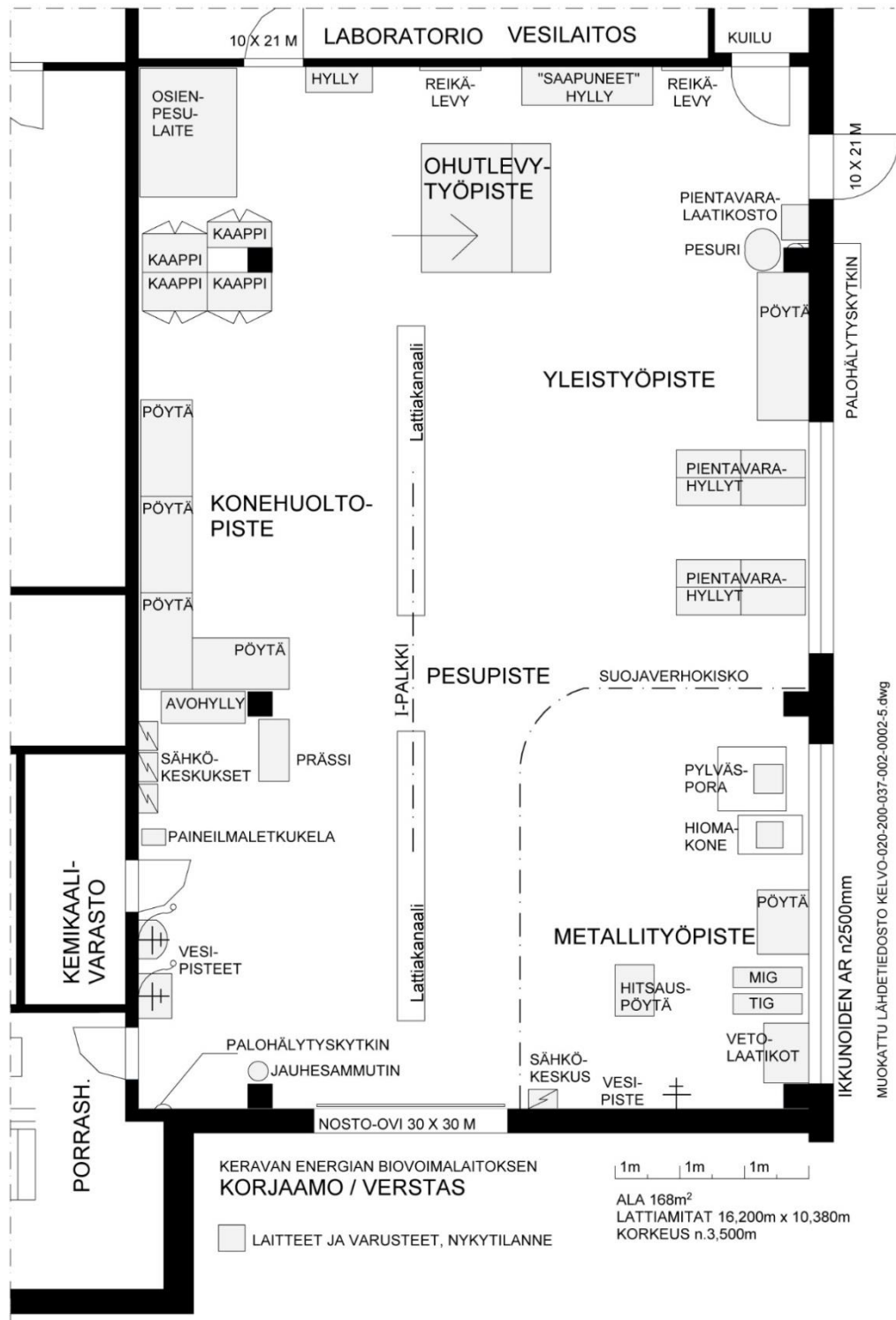
mahdollista rajata palosuojaverhoilla. Kemikaalivarasto on oma suljettu tilansa ja siinä on käynti vain verstaan puolelta. Tiloissa on koneellinen ilmanvaihto ja lämmityksestä huolehtii puhallinpatterit.

Osienpesukone sijaitsee vasemmassa takanurkassa. Saapuneiden tavaroiden hylly sijaitsee verstaan takaseinällä ja materiaalivarasto on konehallissa noin 150 metrin päässä pihan toisella puolella.

Päästäksemme turvallisempaan, tuottavampaan ja parempaan verastilaan tulee työpisteitä järjestellä uudelleen. Myös verstaassa olevat kaksi kantavaa pilaria määrittävät tilan käytettävyyttä. Pilarien välissä ei kannata pujotella pitkien tavaroiden kanssa, joten metallintyöstöpisteen sijainti hallin avoimessa kohdassa on perusteltua.

Työpisteiden suunnittelussa on otettava huomioon työpisteen muunneltavuus työtehtävän mukaan. Joidenkin koneiden ja laitteiden kiinteät asennukset ja turvaetäisyydet ovat edellytys turvalliselle työn suorittamiselle. Myös asentajien oma työvälinetuntemus ja työvälineiden oikea käyttö takaavat turvallisen ja tuottavan työympäristön. Painavia ja suuria kappaleita työstettäessä viedään työvälineet korjattavan laitteen luokse. Suuria kappaleita liikuteltaessa ja työstettäessä tulee lattian olla kynnyksetön, kuten asia onkin, ja kiinteitä väliseiniä tai rakenteita tulee olla mahdollisimman vähän. Koneet jotka ovat kiinni lattiassa, ovat pitkälti juuri siinä missä niiden kannattaakin olla. Esimerkiksi hydrauliprässi on kiinnitettynä lattiaan toisen pilarin viereen, missä sen sijainti on hyvä. Prässi sijaitsee lähellä työpisteitä sekä ulko-ovea, mistä työkappale tuodaan useimmiten sisään. Lisäksi prässin edessä ja takana on riittävästi tyhjää tilaa, jos prässiin asetettava kappale sitä vaatii. Myös ohutlevypiste vaatii tilaa ympärilleen, joten sen sijainti verstaan takaosassa on toimiva.

Hyvän järjestyksen lähtökohtana on myös se että tarpeeton tavara saadaan pois verstaalta, jolloin tilat ja hyllyt saadaan tehokkaasti käyttöön. Työtasojen tyhjänä ja puhdastaana pitäminen on edellytys taloudelliselle toiminnalle. (4, 26–27.)



Pohjakuva 1. Nykytilanne

### 6.1.2 Uusi järjestely

Uudella tilajärjestelyllä (Pohjakuva 2.) on haettu parempaa toimivuutta koko tilalle. Pohjakuvia 1. ja 2. vertaamalla järjestelymuutos on nähtävissä. Pitkän materiaalin säilytyspaikka tuodaan verstaan ulkopuolelta samaan tilaan verstaan oikealle seinustalle. Pientavarahyllyköt on käännetty pitkittäin hallin suuntaisesti. Takaseinältä on poistet-

tu avohyllykkö ja yleistyöpiste on siirretty tähän kohtaan verstasta. ”Saapuneet” tavarat hyllyksi on otettu takaseinältä toinen avohyllyistä ja tämän tilalle on siirretty kaksi tarvikekaapeista. Konehuoltopisteen työkalukaapit on käännetty ja siirretty seinän viereen. Metallinkäsittelypisteestä on poistettu työpöytä minkä tilalle on sijoitettu raepuhalluskaappi. Etuseinän vesipiste on siirretty lähemmäksi nosto-ovea ja sähkökeskukseen viereen on laitettu seinä mihin on kiinnitetty reikälevy pesuvälineineen. Etuseinälle on sijoitettu maalausseinä ja keskelle pistettä on laitettu iso metallinen hitsaus/metallintyöstöpöytä. Pylväsporakone on siirretty lähemmäksi seinää ja vanne-sahalle on laitettu kiinteät sahaustuet. Ohutlevytyöpiste on käännetty 90° myötä päivään ja sorvi-/jyrsinkoneelle on varattu paikka metallinkäsittelypisteestä.

### 6.1.3 Uuden järjestyksen hyödyt

Nykyään materiaali noudetaan pihan toiselta puolelta varastosta nostamalla se ensin käsin materiaalihyllystä trukkiipiikkeihin, jonka jälkeen ajetaan trukilla verstaan eteen ja nostetaan materiaali käsin sisälle verstaaseen. Ylijäänyt materiaali palautetaan varastoon samalla tavalla. Turvallisuuden parantuminen on materiaalihyllyn sijainnin muuttamisessa merkittävin tekijä. Samalla kuitenkin myös metallityöpisteessä tapahtuva nostotyö minimoidaan. Metallihyllykköön voidaan sijoittaa myös nykyään nurkissa lojuvat jämämetallikappaleet.

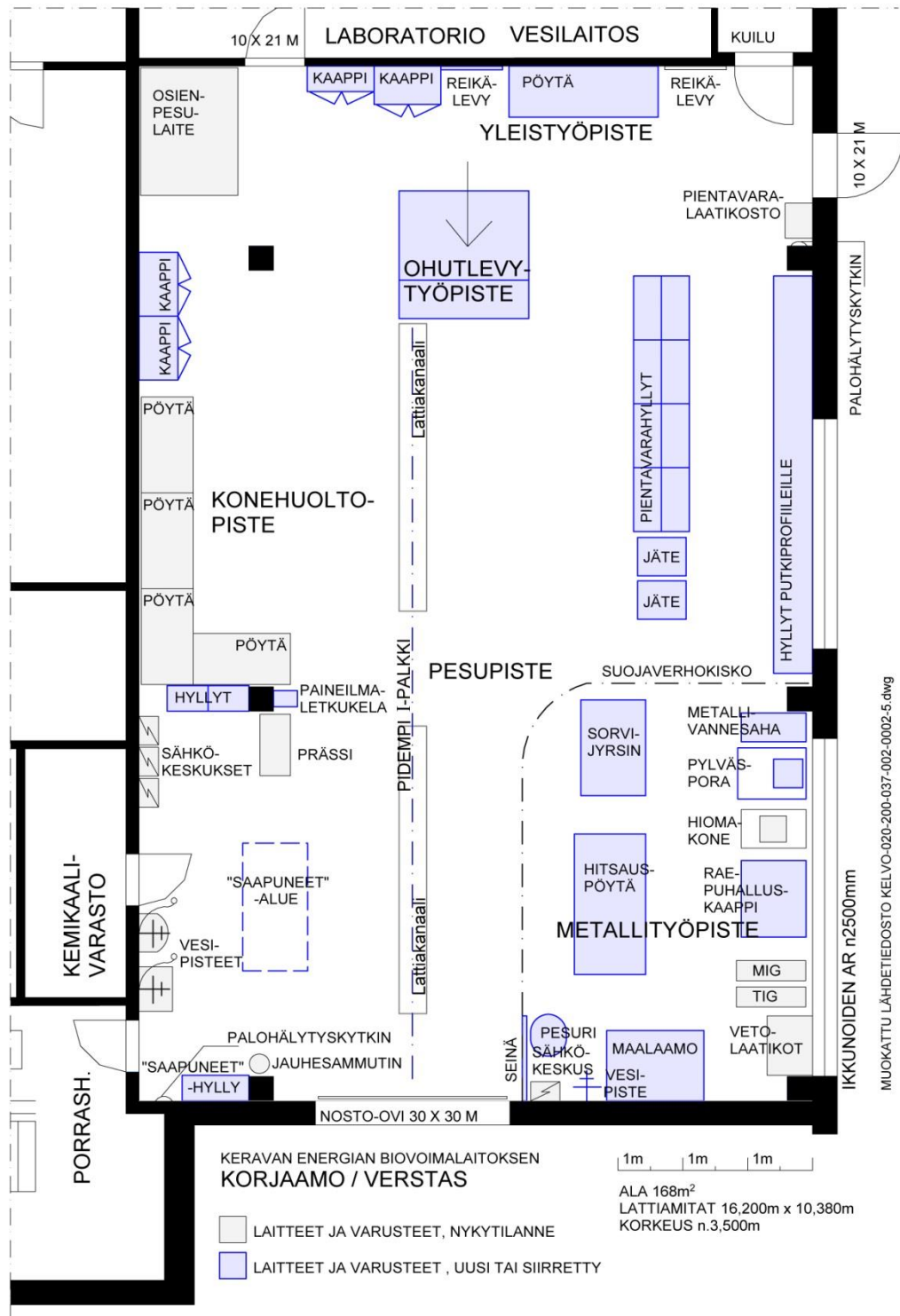
Uudessa raepuhalluskaapissa voidaan puhdistaa vanhoja huollettavia osia ja uusia valmistettavia töitä. Raepuhalluskaapin etuihin kuuluu myös se, että irtoava lika, maalit ja pölyt eivät leijaile verstaalla, vaan pölyt saadaan poistettua hallitusti kaapissa olevan imurilaitteiston avulla. Raepuhalluskaappi on myös huomattavasti nopeampi ja tarkempi nykyiseen raapimalla suoritettavaan puhdistukseen verrattuna. Kaapin avulla myös koneistettuja pintoja puhallettaessa saadaan lika ja tiivisteet poistettua kuluttamatta komponentin perusainetta.

Laitokselta puuttuu erillinen maalaustila, mutta maalausseinän avulla tilanne saadaan pääosin korjattua. Sen avulla pienehköjä töitä maalatessa maalihöyryt eivät pääse leijumaan verstaalla ja maaliroiskeita ei tule hallin lattioille ja tasolle. Metallisen järeän hitsaus- ja metallinkäsittelypöydän avulla on tarvittavien kannakkeiden, tukien ja muiden metallitöiden tekeminen huomattavasti helpompaa ja nopeampaa. Isoa, raskasteoista, keskellä lattiaa sijaitsevaa ja korkeussäädettävää pöytää pystytään hyödyntämään muutenkin työpöytänä eri tavalla kuin muita verstaan työpöytiä.

Konehuoltopisteen työkalukaapistojen siirrolla saadaan tila avoimemmaksi ja tarvikke-  
kaapistojen siirrolla saadaan kaapistot paremmin käyttöön. Saapuneet -hyllyn siirrolla  
saadaan saapuvat tavarat ovesta heti hyllyyn kulkematta koko verstaan läpi. Lattiaan  
merkityllä, esimerkiksi kahden kuormalavan kokoisella saapuneet -alueella voidaan  
saapuvia tavaroita kontrolloida paremmin. Asentamalla lyhyt lisäseinä sähkökeskuk-  
sen viereen, saadaan sähkökeskus suojaan pesuroiskeilta ja pesuvälineet paremmin kä-  
sille pesupisteeseen. Jakamalla ketjunosturin kattopalkkia saadaan jatkettua ketjunos-  
timen käyttöaluetta huomattavasti.

Kokonaisuutena tilajärjestelymuutoksen myötä verstaas on selkeämpi, vähemmän li-  
kaantuva, helpommin siivottavissa, viihtyisämpi, visuaalisesti helpommin lähestyttä-  
vämpi ja tuottavampi. Kokonaisuus on saavutettavissa noin 30 000 € investoinnilla,  
joka sisältää koneet, tarvikkeet ja toteutukseen. Investointeja ei tarvitse tehdä heti,  
vaan pelkällä tilajärjestyksen muutoksella päästään jo huomattavasti toimivampaan  
verstasympäristöön nykyiseen verrattuna. Investointikustannuksia on mahdollista pie-  
nentää jopa puoleen tekemällä osa tarvittavista koneista oman henkilökunnan toimesta  
verstaalla.





Kuva 14. Pohjakuva 2. Uusi tilajärjestely.

## 6.2 Yleistyöpiste



**Kuva 15. Yleistyöpisteen nykytilanne.**

### 6.2.1 Nykytilanne

Yleistyöpisteessä on 2300 x 700 mm kokoinen työpöytä, mihin on kiinnitetty 140 mm. leukaleveydellä oleva ruuvipenkki. Pöydän alla on kaksi pyörillä kulkevaa työkalulaukosta. Työpöydän takaseinänä on reikälevyt, mihin on kiinnitetty sekalainen määrä käsityökaluja, pientavaralokeroita ja hylly. Paineilma piste on tuotu työpöydän vasempaan reunaan seinälle ja paineilmaletkukela on reikälevyn yläpuolella seinässä kiinni. Kattokiskoon on kiinnitetty kaksi led-kohdevaloa lisäämään valaistusta työpisteessä. Työpisteen vasemmassa reunassa seinällä on kaksi 16A 1-vaihe pistorasiaa ja yksi 16A 3-vaihepistorasia. Työpisteessä on tällä hetkellä kohtuullisen hyvä käsityökaluvarustus. Työkalut ovat osittain omilla paikoillaan.

### 6.2.2 Uusi järjestely

Pisteen valaistusta tulee parantaa suunnattavalla kohdevalaisimella. Puutteellinen käsityökalujen määrä tulee tarkistaa ja tarvittaville työkaluille tulee olla merkityt paikat seinällä. Nykyisessä hyllyssä oleville kemikaalipurkeille tulee olla oma hyllynsä, tai paikkansa seinällä. Työtason tulee olla nopeasti ja helposti korkeussäädettävä.

### 6.2.3 Hyödyt

Suunnattavalla kohdevalolla saadaan valo hankalampiinkin paikkoihin. Myös asentajan saama varjo voidaan ehkäistä suuntaamalla valo tapauskohtaisesti työkohteeseen. Työvälineiden oikealla näkyvällä sijoittelulla löydetään asennusvaiheessa oikeat välineet nopeasti ja helposti ja puutteet havaitaan ja voidaan paikata jo ennen työn aloittamista. Asentajien kokoeron ja työstettävien kappaleiden koon ja muodon erilaisuuksien johdosta ainoa keino terveelliseen työasentoon on saada säädettyä työtason korkeutta työpisteessä.

### 6.3 Konehuoltopiste



**Kuva 16. Konehuoltopisteen nykytilanne.**

#### 6.3.1 Nykytilanne

Konehuoltopisteessä on kolme työpöytää L-muodostelmassa. Pöydissä on 160 mm leukaleveydellä oleva ruuvipenkki. Laakerilämmitin, ulosvetäjäsarjateline vetäjiineen ja ultraäänipesukone ovat työpöydillä. Koko työpisteen leveydeltä on seinillä reikälevyt työkalujen ja -tarvikkeiden ripustamista varten. Kiintoavaimille on omat paikat seinällä. Paineilmahaara on keskellä työpistettä. Pientavaralokeroita on ripustettuna seinälle. Seinillä on myös hiomanauhoja ja joitain tarvikkekoukkuja. Työpisteen molemmissa päissä on useita 16A 1-vaihe pistokkeita ja toisessa päässä on kaksi 16A 3-

vaihe pistoketta. Valaistusta pisteessä on lisätty kattokiskoihin asennetuilla led-valaisimilla. Akkukäyttöisten työkoneiden latauspiste sijaitsee työpöydän päässä ja akkuja varten on seinähylly. Kone- ja työkalukaapistot sijaitsevat työpisteen oikeassa reunassa. Hydrauliprässi on heti työpisteen vasemmalla puolella. Oikeanpuoleisen työtason alla on laatikosto, missä on mm. kierretyökalut.

### 6.3.2 Uusi järjestely

Työvalaistusta tulee parantaa lisäämällä pisteeseen kaksi suunnattavaa kohdevalaisinta. Helposti käsillä olevien työkalujen määrä ei ole riittävä, joten työkalujen määrää seinillä tulee lisätä ja niiden paikat tulee merkitä selkeästi. Seinällä tulisi olla omat merkityt paikkansa paineilmaräikälle ja -mutterivasararalle, sekä näiden hylsille ja jatkovarsille. Huolto- ja kunnostustöissä tarvittaville kemikaalipulloille, kuten kylmä-spray, irrottaja, cleaner, asetoni, molycote, jne., olisi omat selkeästi merkityt paikkansa seinällä. Vaiheessa oleville projektien säilytyspaikkoja ei ole järjestetty selkeästi, eikä projektissa tarvittavia materiaaleja varten ole paikkoja seinillä. Materiaalit lojuvat pöydillä tai ovat varastossa. Työtasojen alle tulee lisätä isohkoja laatikostoja kesken-eräisiä töitä varten. Laakerilämmittimen yhteydessä tulee olla suojahansikkaat kuumien laakereiden asentamista varten. Pisteessä tulee olla myös yksi siirrettävä, korkeussäädettävä ja kantokyvyltään minimissään 300 kg nostovaunu moottoreiden ja pumppujen huoltotöitä varten. Lisäksi ainakin yksi työtasoista tulee olla helposti ja nopeasti korkeussäädettävissä. Hydrauliprässin yhteydessä ei ole säilytyspaikkoja lesteille eikä suoja alueita ole merkitty. Lestejä varten tulee laittaa viereiseen pilariin reikälevy, mihin voi lestit laittaa omille paikoille roikkumaan. Prässistä puuttuu suomenkieliset turvaohjeet.

### 6.3.3 Hyödyt

Kohdevalaisimilla saadaan valo suunnattua työkohteeseen paremmin. Työkalujen ja työvälineiden oikealla näkyvällä sijoittelulla nopeutetaan työn valmistumista. Rik-koontuneet ja puuttuva työvälineet havaitaan välittömästi ja voidaan korvata nopeammin. Korkeussäädettävän työtason ja siirrettävän nostovaunun avulla päästään terveellisempiin ja turvallisempiin työasentoihin ja saadaan näin nopeutettua työn valmistumista sekä vähennettyä tapaturmariskiä. Säädettävillä kohdevalaisimilla saadaan valaistua työkappale halutulla tavalla ja ehkäistään asentajan varjo työkohteessa. Vaiheessa olevien projektien laatikostoilla saadaan keskeneräiset projektit järjestykseen ja

pois työpöydiltä viemästä tilaa sekä pois häiritsemästä siisteyttä ja siivousta. Lestien sijainti hydrauliprässin vieressä nopeuttaa laitteen käyttöä ja puuttuvien lestien havaitsemista sekä vähentää vääränlaisten välikappaleiden käyttöä. Hydrauliprässin suoja-aluemerkinnällä ja prässissä käytettävien lestien uudelleen sijoittamisella parannetaan turvallisuutta.



**Kuva 17. Siirrettävällä nostovaunulla saadaan raskaat komponentit säädettyä ergonomisesti optimaaliselle korkeudelle työstöä varten. (14.)**

## 6.4 Ohutlevykäsittelypiste



Kuva 18. Ohutlevykäsittelypisteen nykytilanne.

#### 6.4.1 Nykytilanne

Ohutlevymonitoimikone sijaitsee verstaan takaosassa. Pisteessä on monitoimikone ja koneen takana aputaso ohutlevyjen käsittelyä varten. Monitoimikoneella voidaan leikata, taittaa ja mankeloida peltiä. Aputaso helpottaa levyjen käsittelyä. Levyjen koko ja koneen käyttö edellyttää kohtalaisen suuren vapaan tilan työskentelypisteen ympärillä. Valaistusta on lisätty työpisteen kohdalla asentamalla led-valaisimia kattokiskoon. Led-valot ovat kytkettävissä erikseen päälle. Ohutlevyt ovat nojallaan työkalukaappeja vasten käsittelypisteen vieressä. Ohutlevyjen käsittelyyn liittyvät työkalut ovat siirrettävän työkalukaapin alalaatikossa. Porakoneet terineen ja pop-niittipihdit ovat lähellä sijaitsevassa työkalukaapissa.

#### 6.4.2 Uusi järjestely

Koneen ympärille tulee laittaa suoja-aluemerkinnät. Työkalut tulee sijoittaa aputason alle avolaatikoihin, tai ne tulee ripustaa aputason alle näkyviin. Pop-niittejä varten tarvitaan aputason alle omat lokerot. Ohutlevyjä varten tulee olla siirrettävä levyrullakko missä levyt eivät pääse kaatumaan ja missä ne ovat hyvässä järjestyksessä ja helposti havaittavissa.

#### 6.4.3 Hyödyt

Hyvin merkityllä suoja-alueella ja ohutlevyjen asianmukaisella säilytystelineellä parannetaan työpisteen turvallisuutta. Työkalujen uudelleen sijoittamisella nopeutetaan työskentelyä ja parannetaan puuttuvien työkalujen havainnointia.



**Kuva 19. Nykyinen ohutlevyjen säilytys. Levyt nojallaan kaappeja vasten.**



**Kuva 20. Esimerkki levyvaunusta ohutlevyjen säilytystä varten. Levyt voidaan lajitella materiaalin ja paksuuden mukaan helposti havaittaviksi. (15.)**



## 6.5 Metallintyöstöpiste



**Kuva 21. Metallintyöstöpisteen nykytilanne.**

### 6.5.1 Nykytilanne

Pisteessä on metallivannesaha, pylväsporakone, nauhahiomakone, työpöytä, tarvikelaatikosto, pieni hitsauspöytä ja erilaisia useita hitsauslaitteita. Työpöytään on kiinnitetty 160 mm leukaleveydellä varustettu ruuvipenkki. Työpöydän alle on ripustettu plasmaleikkuri. Leikkurin ripustus on tehty siten, että sen saa helposti ja nopeasti nostettua sieltä pois, jos leikkuria tarvitsee muualla. Pylväsporakone ja nauhahiomakone ovat kiinnitettynä lattiaan. Pylväsporakone on varustettu manuaalisella syöttöpöydällä, millä saadaan työkappale helposti kohdistettua oikeaan kohtaan reikien porausta varten. Porakoneessa on lisäksi kohdevalaisin helpottamassa työskentelyä. Metallivannesahan yhteydessä on kaksi aputukea helpottamassa pitkien materiaalien käsittelyä ja saha on pyörillä siirrettävissä. Metallityöpisteen pöydän vieressä on Mig-hitsauskone, TIG AC/DC hitsauskone, puikkohitsauskone, sekä happi- ja asetyleenihitsauskaasupullot. Hitsauskoneet ovat omissa kärryissään suojakaasupulloineen ja varusteineen. Hitsausvälineet voidaan siten tarvittaessa siirtää myös työkohteeseen verstaan ulkopuolelle. Koneiden yläpuolella on suunnattava kohdepoistoimuri hisaus- yms. kaasui-

jen ja savujen poistamista varten. Kohdepoistoimurissa on kohdevalo. Pisteessä on myös lasin jalustoineen ja pyörillä varustettu matala hitsauspöytä. Pisteessä on seinillä reikälevyjä mihin on ripustettu metallin käsittelyyn liittyviä käsi- ja sähkötyökaluja, sekä koneiden teriä ja työkaluja. Pisteessä on laatikosto missä on hitsauspuikot ja -langat, sekä muita hitsaukseen ja metallin käsittelyyn liittyviä materiaaleja, tarvikkeita. Nurkkauksessa on myös sekalainen määrä lajittelemattomia metallinkappaleita. Pisteessä on myös tulitöiden edellyttämät alkusammutuskärret varusteineen. 1- ja 3-vaihe sähköpistokkeita on useita ja työpisteen paineilmauhaara sijaitsee työpöydän kohdalla. Yksi vesipisteistä sijaitsee etuseinällä. Pisteeseen valaistusta on lisätty asentamalla led-valaisimia kattokiskoon. Lisävalaistus on sammutettavissa erillisestä kytkimestä. Metallintyöstöpiste on rajattavissa suojaverhoilla muusta verstaalasta tulitöiden ajaksi. Samalla verholla voidaan metallintyöstöpiste suojata pesupisteen vesiroiskeilta.

### 6.5.2 Uusi järjestely

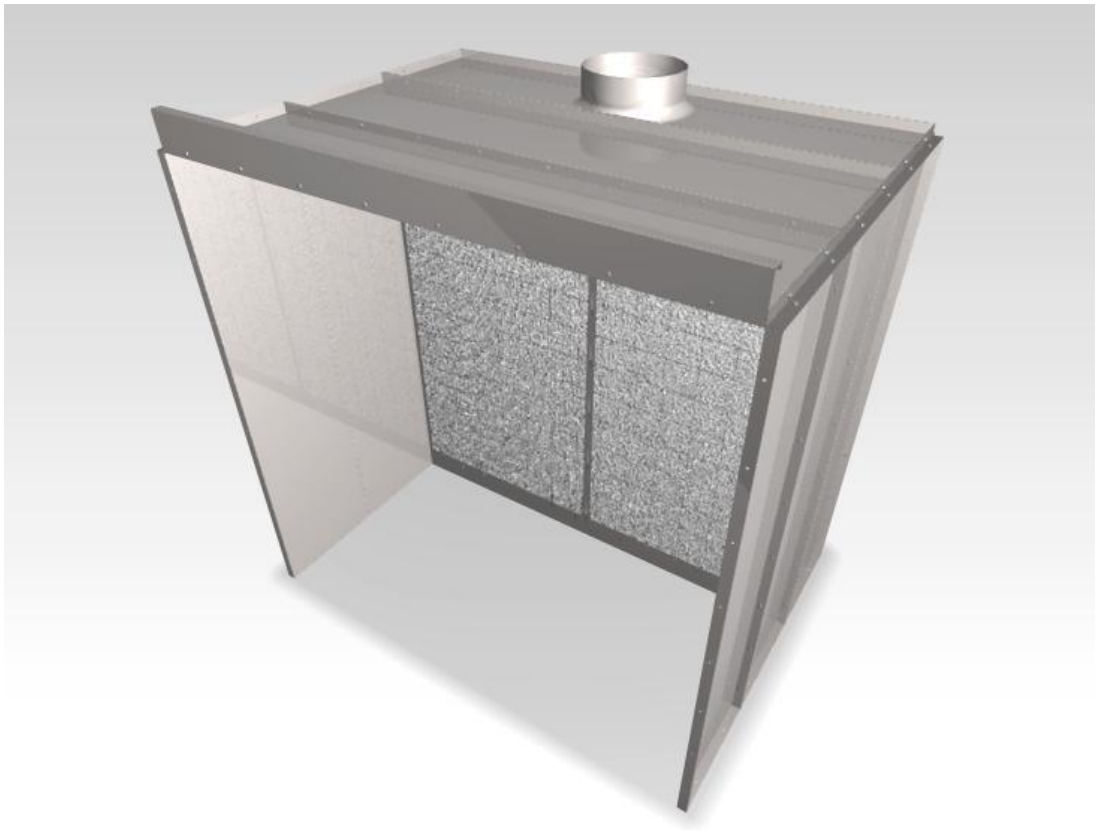
Metallin materiaalivarasto sijaitsee noin 150 m päässä toisessa rakennuksessa ja se tulee siirtää Pohjakuva 2. mukaisesti oikealle seinustalle putkitavarahyllyyn. Putkitavarahyllyn yläpuolelle kattoon kiinnitetään ketjutalja. Jäännösmetallinkappaleet sijoitetaan nurkasta putkitavarahyllyyn. Metallivannesaha vaihdetaan malliin, missä saha voidaan kääntää tarvittaessa haluttuun kulmaan ja saha kiinnitetään lattiaan. Putkitavarahyllyn yhteyteen laitetaan kiinteät sahaustuet metallivannesahaa varten. Pylväsporakone siirretään 300 mm lähemmäksi seinää. Työpöydän tilalle tulee raepuhalluskaappi. Etuseinälle tulee maalausseinä. Vesipistettä siirretään lähemmäksi ulko-ovea maalausseinän tieltä. Keskelle metallinkäsittelypistettä tulee uusi 1110 x 2210 mm kokoinen raskastekoinen korkeussäädettävä ja kallistettava rei'itetty hitsauspöytä hitsaustukivarusteineen. Hitsauspöytään tulee reikiin pikakiinnitettävät ruuvipenkki, putkiruuvipuristin ja pyörivä kiinnityskoura. Hitsauspöydän päälle tulee pikakiinnitteinen suojakansi muuta kuin hitsaustyöskentelyä varten. Hitsauspöydälle tulee suunnattava ja pöytään pikakiinnitettävä kohdevalaisin. Kohdepoistoimuri siirretään hitsauspöydän kohdalle. Hitsauspöydän kohdalle tuodaan yläkautta 3-vaihevirta ja pistokkeita sähkötyökalujen käyttöä varten. Metallintyöstöpisteeseen asennetaan myös uusi metallisorvijärsinkone. Koneiden ympärille laitetaan suoja-alue merkinnät.

### 6.5.3 Hyödyt

Materiaalin siirtämisellä lähelle metallinkäsittelypistettä vähennetään projektiin käytettävää työaika jopa 30 %. Samalla parannetaan työturvallisuutta huomattavasti. Metallivannesahan vaihdolla parannetaan työturvallisuutta ja säästetään työaika, koska sahauskulmaa muutettaessa sahaa ei tarvitse enää siirtää. Kiinteillä sahaustuilla putkitavarahyllyn yhteydessä teräksen käsinostot jäävät minimiin eikä tukia tarvitse säätää jokaista katkaisu varten. Putkitavarahyllyn yläpuolisella ketjutaljalla saadaan materiaalin nosto turvallisemmaksi ja mahdollistetaan painavien terästen yksinnostot. Jämmämetallinkappaleiden sijoittamisella putkitavarahylyyn parannetaan turvallisuutta ja siisteyttä sekä materiaalin havaittavuuden kautta vähennetään projektiin käytettävää aikaa. Raepuhalluskaapilla vähennetään verstaalaan leviävän pölyn ja lian määrää huomattavasti. Osien ja pintojen puhdistuksessa säästetään myös työhön käytettävää aikaa puhalluskaapin avulla. Maalausseinällä ehkäistään maalaushöyryjen ja maalipölyn leviäminen verstaaloihin, vähennetään lian muodostumista ja parannetaan verstaalan ilmanlaatua. Uusi rei'itetty hitsauspöytä paikkaa tukevan työtason puutteen verstaalla. Myös ympärikäveltävä isompi työtaso puuttuu nykyiseltä verstaalta. Kallistuksen, korkeussäädön, hitsaustukivarusteiden sekä pöydän rei'itykseen vapaasti sijoitettavien kiinnitysvarusteiden avulla päästään tuotannollisesti taloudellisempaan työasentoon riippumatta onko kyseessä hitsaustyö vai jokin muu projekti. Säädettävällä kohdevalaisimella saadaan työkappale valaistua halutulla tavalla.



**Kuva 22. Raepuhalluskaappi. Kaapissa on oma imulaitteisto lian ja pölyn talteen ottamiseksi huoneilmasta. Kaappi kierrättää käytetyt puhallusrakeet uudelleenkäytettäviksi. (16.)**



**Kuva 23. Esimerkkikuva maalausseinästä. Seinä aiheuttaa alipaineen etupuolelle, minkä avulla maalihöyryt saadaan kerättyä suodattimen kautta hallitusti ulos. Myös maalipöly saadaan kerättyä maalausseinän suodattimeen. (17.)**



**Kuva 24. Teräsrakenteinen hitsauspöytä mihin saa kiinnitettyä erilaisia asennuspaloja hitsattavien kappaleiden asettelua helpottamaan. Reikien avulla pöytään voidaan kiinnittää myös ruuvi-  
penkki tai mikä tahansa muu apuväline. (18.)**



**Kuva 25. Asentamalla nostopöytä hitsauspöydän alle, saadaan tehtyä hitsauspöydästä korkeus-  
säädettävä ja ergonomisesti optimaalinen. (19.)**

## 6.6 Pesupiste



**Kuva 26. Pesupaikan nykytilanne. Pesutarvikkeita on ripustettuna seinälle ja vesipiste on keskellä seinää.**

### 6.6.1 Nykytilanne

Pesupiste on keskellä hallia. Vesipisteitä on kaksi verstaan vasemmalla seinustalla ja yksi metallinkäsittelypisteessä seinällä. Metallinkäsittelypisteessä on etuseinällä reikälevyt mihin on ripustettuna kasteluletku ja pesuharjoja. Painepesuri on lattialla siirrettävissä tarvittavaan paikkaan. Keskellä hallia on kaksi teräsritilöillä katettua lattiakanaalia. Pisteessä pestään mm. erilaisia komponentteja, moottoripumppuja ja tarvittaessa autoja.

### 6.6.2 Uusi järjestely

Sähkökeskuksen viereen asennetaan kooltaan 1000 x 2000 mm seinä, johon kiinnitetään reikälevy. Reikälevyyn ripustetaan pesuharjat ja muu pesumateriaali. Metallinkäsittelypisteessä vesipistettä siirretään 1000 mm nosto-oven suuntaan.

### 6.6.3 Hyödyt

Lisäseinällä saadaan suojattua sähkökeskusta vesiroiskeilta. Pesutarvikkeiden siirrolla saadaan pesuvälineet lähemmäksi pesupistettä. Painepesurille ja pesuaineille saadaan paikka seinän taakse ja tila saadaan visuaalisesti parempaan järjestykseen.

### 6.7 Materiaalin säilytys ja säilytykseen liittyviä kehitysehdotuksia

Verstaalla on pientavarahyllykköjä lokerikkoineen, joissa säilytetään lähinnä pienrautaa, kuten kiinnitysmateriaaleja ja joitain pieniä putkiosia. Tiivisteitä, lukkorenkaita jne. materiaaleja on lokerikkolaatikostossa, joka on kiinnitetty seinään yleistyöpisteen viereen. Pieni määrä voiteluaineita ja muita kemikaaleja on työpisteissä ja suuremmat määrät ovat verstaan yhteydessä olevassa kemikaalivarastossa. Hitsauspuikot ja muu hitsaukseen liittyvä materiaali ja tarvikkeet ovat siihen varatussa laatikostossa hitsauspisteessä. Joitain metallin kappaleita, putkia, teräspalkin pätkiä jne. on hitsauspisteen nurkkauksessa. Kaikki pidempi materiaali on noin 150 metrin päässä pihan toisella puolella olevassa konehallissa. Ohutlevypisteessä käytettävä materiaali on nojallaan läheisiä kaappeja vasten. Pienemmät kappaleet ovat monitoimikoneen alla laatikossa. Saapuneiden tavaroiden hylly on verstaan takaseinällä, missä on myös joitain varaosia.

Yksi keskeisimmistä ongelmakohtista on materiaalivaraston sijainti pihan toisella puolella. Työssä tarvittavan materiaalin pitää olla lähempänä. Pienempiä materiaalikappaleita varten tulee verstaalla olla hyllykkö, josta ne olisi helposti otettavissa. Saapuneiden tavaroiden hylly sijaitsee verstaan takaseinällä. Saapuneet-hylly tulee siirtää nosto-oven viereen, jolloin sijainti olisi käytännöllisempi ja järkevämpi. Hyvän järjestyksen lähtökohtana on myös se että tarpeeton tavara saadaan pois verstaalta, jolloin nähdään esimerkiksi hyllyjen lisäys- tai vähennystarve.

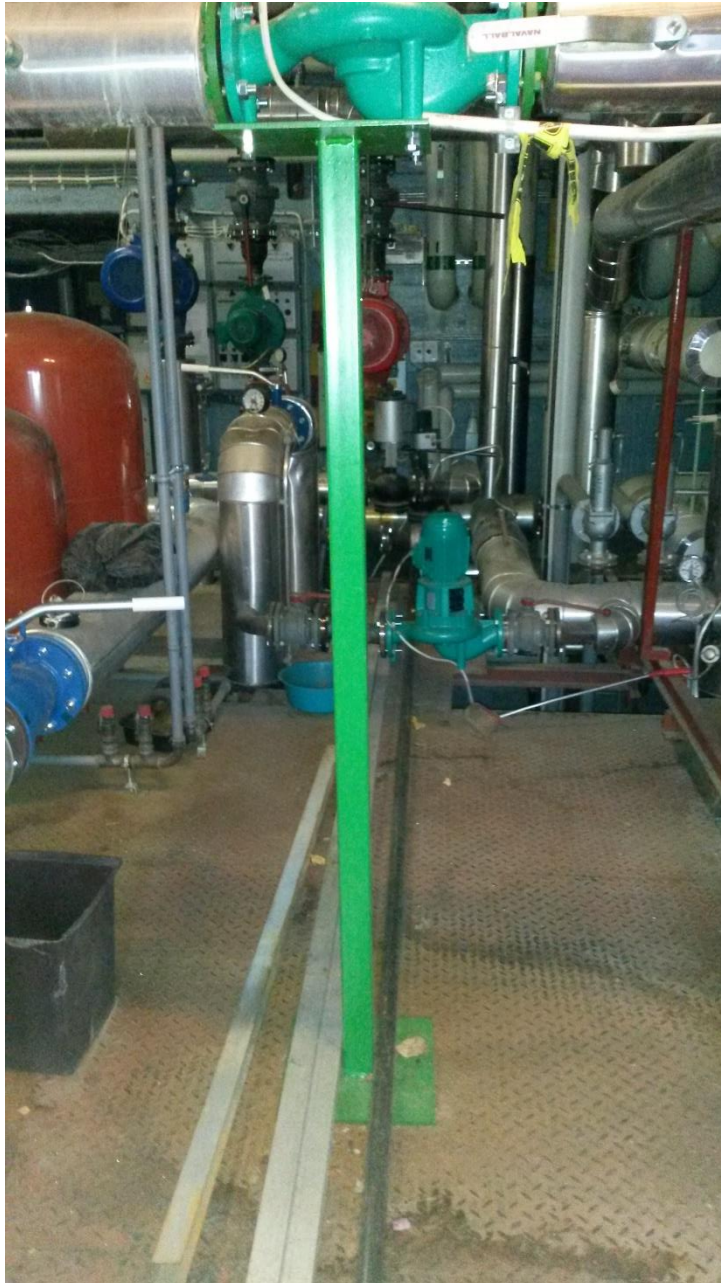
### 6.8 Muita verstaassa olevia laitteita ja varusteita

Keskellä verstaan kattoa on I-palkki jossa on käsin liikuteltava ketjunosturi. Verstaan takaosassa on kaapistoja missä on mm. akkuporakoneita, akkupulttikoneita, sähköporakoneita, sähköpuukkosahoja, paineilmapulttikoneita, hydraulinen pumppu ulosvetäjiä ja tunkkeja varten, hydrauliuulosvetäjä, hydraulitunkkeja, putkentaivuttimia sekä kaikenlaisia pienempiä työkaluja ja työvälineitä. Iso paineilmaletkukela on kiinnitet-

tynä seinään nosto-oven läheisyyteen. Teollisuuspölynimuri kulkee omilla pyörillään pitkin hallia aina sinne missä sitä tarvitaan, ja pumppukärryt ovat suurempien ja painavampien tavaroiden siirtämistä varten.

Lisäksi verstaan varustukseen kuuluu, osienpesukone, tekstiilipesuri, hallitunkki, sekä erilaisia tarvike- ja materiaalihyllykköjä.

#### 6.9 Esimerkkityö ”Pumpun jalka” ja siihen kuluva aika



**Kuva 27. Pumpun jalka Sipoon koulukeskuksen kattilahuoneessa.**



### 6.9.1 Mitä tehtiin

Pumpun jalkaan tarvittavat teräslevyt löytyivät valmiina kappaleina ja niihin tehtiin tarvittavat kiinnitysreiät pylväsporakoneella. Jalaksi tarvittiin 1840 mm pitkä 50 x 50 x 4 mm teräsprofiiliputki. Putki haettiin trukilla konehallista, jossa 6100 mm pitkä putki vedettiin trukkiپیökkien päälle. Tämän jälkeen trukki ajettiin verstaan eteen poikittain, jotta putki saatiin vedettyä sisälle verstaalle. Putki kiinnitettiin vanneeseen ja säädettiin apuuet sopiviksi. Katkaisun jälkeen noin nelimetrisen osa palautettiin trukilla takaisin varastoon. Teräslevyistä ja putkesta puhdistettiin hitsauspinnat kulmahiomakoneeseen kiinnitetyllä lamellilaikalla. Teräslevy laitettiin hitsauspöydälle, jonka päälle laitettiin putki mitä pidettiin käsin pystyssä ja hitsattiin kiinni. Toinen päätylevy hitsattiin samalla tavalla. Hitsatut kohdat puhdistettiin mekaanisesti ja muu alue asetonilla. Lopuksi jalka maalattiin verstaan lattialle levitettyjen pahvinkappaleiden päällä.



**Kuva 28. Trukki materiaalivaraston edessä. Teräsprofiili on vedetty trukkiپیökkien päälle verstaalle kuljetusta varten. Profiili on nostettu ulos varastosta yhden henkilön voimin. Varaston ovesta ei mahdu ajamaan pitkän profiilin kanssa.**

### 6.9.2 Miten tämä tehtäisiin uusitulla verstaalla

Putki nostettaisiin putkihyllystä alapuolisille sahaustuille ja liu'utettaisiin sahalle. Sahausten jälkeen ylimääräinen materiaali nostettaisiin takaisin hyllyyn. Teräslevyihin porattaisiin tarvittavat reiät ja levyjen hitsauspinnat puhdistettaisiin raepuhalluskaapissa. Teräsputken päät puhallettaisiin raepuhalluskaapissa. Pumpun jalka kasattaisiin

hitsauspöydällä ja hitsattaisiin kasaan. Hitsauksen jälkeen hitsauspinnat puhallettaisiin raepuhalluskaapissa puhtaiksi. Muut pinnat puhdistettaisiin asetonilla. Jalka maalattaisiin maalausseinällä.

### 6.9.3 Miten tilanne paranisi

Kun tarvittava materiaali on verstaalla ja loppukäsittelyyn on tarvittavat laitteet, kuten raepuhallus- ja maalauskaappi, työaika säästyy vähintään 0,3 tuntia, joka on projektiin käytetystä verstastyöajasta noin 30 %. Mielestäni merkittävin säästö on kuitenkin työturvallisuuspuolella. Materiaalin sijaitessa verstaalla jää ylimääräinen piha-alueella tapahtuva trukkiajelu teräspalkkien kanssa pois. Myös materiaalin nostelu ja käsin siirtely jäisi lähes kokonaan pois. Lisäksi aiheutettiin pölyä verstaalle mekaanisen puhdistuksen yhteydessä ja maalihöyryjä maalausvaiheessa. Hitsaamiseen tarvittiin toinen henkilö pitämään osia kiinni toisissaan hitsauksen ajan ja hitsaaja työskenteli selkä kumarassa. Tilanteesta selvittäisiin yhden henkilön voimin kiinnittämällä työkalupala hitsauspöydän aputukiin, jolloin hitsauksen voisi tehdä hyvässä työasennossa.

## 7 YHTEENVETO

Keravan Biovoimalaitoksen verstaalla kannattaa tehdä muutoksia. Muutoksilla päästään parempaan tuottavuuteen. Opinnäytetyössä esitetyn verstassuunnitelman edellyttämät investoinnit koneisiin, laitteisiin ja työvälineisiin ovat kokonaisuudessaan noin 30000 €. Jo pelkästään yhden tunnin säästö viikossa asentajaa kohti kattaa investointikulut alle kahdessa vuodessa. Vaihtoehtoisesti laskettuna investointikulut saadaan katettua myös, jos biovoimalaitoksen seisakkaikaa saadaan lyhennettyä yhdellä vuorokaudella.

Investointikulut voidaan puolittaa tekemällä osa verstaalle tarvittavista laitteista oman henkilökunnan voimin. Näin myös hyödynnetään ja parannetaan asentajien ammattitaitoa. Samalla asentajat kehittyvät ja oppivat uutta, millä on aina positiivinen vaikutus työilmapiiriin. Käyttämällä omaa henkilökuntaa laitteiden valmistamiseen, on työnjohdolla mahdollisuus tutustua asentajien kykyihin ja ammattitaitoon. Tämä helpottaa vastaisuudessa projektien suunnittelua ja parantaa tuottavuutta, kun työ voidaan teettää siihen sopivalla henkilöllä.

## 8 TULEVAISUUS

Koska kehitys ei pysähdy koskaan, niin aina kannattaa pitää ovi auki tulevaisuudelle. 3D-tulostuksen kustannusten laskettua alemmaksi tulee 3D-tulostinjärjestelmät tulevaisuudessa olemaan osa kunnossapidon varaosajärjestelmää. Tarve voi tulla kun teollisuudessa komponentit tai osakokonaisuudet ovat iäkkäitä, varaosien saanti voi olla mahdotonta, tai osien toimitusajat ovat liian pitkiä. Mutta jos tarvittava varaosa on kriittinen laitoksen toiminnan ja tuotannon kannalta, saattavat taloudelliset säästöt jo muutaman tunnin aikasäästöllä varaosan hankinnassa olla niin merkittävät, että se kattaa 3D-tulostinlaitteiston hankintahinnan jo tällä hetkellä. Nykyisin voidaan tulostaa erilaisten muovien lisäksi mm. tiivistemateriaaleja, metalleja ja jopa hiekkavalumuotteja, mikä laajentaa tulostimien käyttömahdollisuudet liki rajattomiksi. Tulostettavan kappaleen koko on maailmalla kasvanut jo yli kymmeneen metriin, joten koko ei myöskään muodostu enää esteeksi. (20.)

Suomessa suurin käytettävissä oleva tulostin tuottaa 1060 x 600 x 500 mm kokoisia 3D-tulosteita. (21.)

## LÄHDELUETTELO

1. Keravan Energia Oy. Yritysinfo, Keravan Energia -yhtiöt. Saatavissa:  
<http://www.keravanenergia.fi/yritysinfo/keravan-energia-yhtiot/> [viitattu 30.11.2015].
2. Keravan Energia Oy. Energiatietoa. Saatavissa:  
<http://www.keravanenergia.fi/energiatietoa/sahkotuotteet/> [viitattu 30.11.2015].
3. Keravan Energia Oy. Yritysinfo, Keravan biovoimalaitos. Saatavissa:  
<http://www.keravanenergia.fi/yritysinfo/keravan-biovoimalaitos/> [viitattu 30.11.2015].
4. Kouri, I. 2009. Lean–taskukirja. Helsinki 2010: Tegnologiateollisuuden julkaisu 6/2009.
5. Työterveyslaitos. 2015. Ergonomia. Saatavissa: <http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/Sivut/default.aspx> [viitattu 30.9.2015].
6. Vuorinen, T. 2013. Strategiakirja - 20 työkalua. Liettua 2013: Talentum Media Oy.
7. TTS Työtehoseura. Työn tuottavuus ja työmenetelmien tehostaminen. Saatavissa:  
<http://www.tts.fi/index.php/tutkimus-ja-kehitys/kehityspalvelut/tyon-tuottavuus-ja-tyomenetelmien-tehostaminen> [viitattu 20.9.2015].
8. Työturvallisuuskeskus TTK. Lasinkirkas totuus turvallisuudesta. Päänsuojaus, silmien suo-  
jaus, kuulonsuojaus. Saatavissa: [http://www.ttk.fi/toimialat/lasikeraaminen\\_teollisuus/  
lasinkirkas\\_totuus\\_turvallisuudesta/paansuojaus\\_silmiensuojaus\\_kuulonsuojaus](http://www.ttk.fi/toimialat/lasikeraaminen_teollisuus/lasinkirkas_totuus_turvallisuudesta/paansuojaus_silmiensuojaus_kuulonsuojaus) [viitattu  
21.9.2015].
9. Työterveyslaitos. 2015. Työhyvinvointi. Saatavissa:  
<http://www.ttl.fi/fi/tyohyvinvointi/Sivut/default.aspx> [viitattu 10.12.2015].
10. SFS-EN 12464-1. 2011. Valo ja valaistus. Työkohteiden valaistus. Osa 1: Sisätilojen työ-  
kohteiden valaistus. Saatavissa:  
<https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/174269.html.stx> [viitattu 30.11.2015].
11. Työterveyslaitos. 2015. Ergonomia, työn fyysisiä kuormitustekijöitä. Saatavissa:  
[http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/tyon\\_fyysisia\\_kuormitustekijoita/sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/tyon_fyysisia_kuormitustekijoita/sivut/default.aspx)  
[viitattu 30.9.2015].
12. Työterveyslaitos. 2015. Ergonomia, työn fyysisiä kuormitustekijöitä. Saatavissa:  
[http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/tyon\\_fyysisia\\_kuormitustekijoita/mitoitus/sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/tyon_fyysisia_kuormitustekijoita/mitoitus/sivut/default.aspx)  
[viitattu 12.12.2015].
13. Työterveyslaitos. 2015. Työn fyysisiä kuormitustekijöitä, nostotyö. Saatavissa:  
[http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/tyon\\_fyysisia\\_kuormitustekijoita/nostotyö/sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/ergonomia/tyon_fyysisia_kuormitustekijoita/nostotyö/sivut/default.aspx)  
[viitattu 20.9.2015].

14. Varasto Expert. Nostovaunu. Saatavissa: <http://www.varastoexpert.fi/35/saksinostovaunut-nostovaunu-910x500-mm350-kg-hydraulinen-tuplasaksilla-t1158> [viitattu 10.12.2015].
15. AJ-tuotteet. Levytavaravaunu Art. nro 25868. Saatavissa: <http://www.ajtuotteet.fi/kuljetus-nostaminen/levy-pitkien-tavaroiden-vaunut/levytavaravaunu/462115-44669.wf> [viitattu 12.12.2015].
16. IM Tekniikka Oy. Mistral Junior -raepuhalluskaappi. Saatavissa: <http://www.imtekniikka.fi/cms/suomeksi/ajankohtaista/136-raepuhalluskaappi-valikoima-laajenee> [viitattu 12.12.2015].
17. Suomen Teollisuustarviketukku.net. Maalauskaappi P-21. Saatavissa: <http://www.st-tukku.net/maalauskaappi-alk-p-3208.html> [viitattu 12.12.2015].
18. Nettikone.com. Hitsauspöytä, ID 1274124. Saatavissa: <http://www.nettikone.com/muumerkki/hitsaus-poyta/1274124> [viitattu 12.12.2015].
19. AJ-tuotteet. Nostopöydät. Saatavissa: <http://www.ajtuotteet.fi/kuljetus-nostaminen/nostopoydat/nostopoydat/462106-59242.wf> [viitattu 12.12.2015].
20. Promaint ry. Promaint 3/2014, 39. Kunnossapitoyhdistys Promaint ry:n jäsenlehti.
21. Hetitec Oy. 2015. Suomen suurin 3D-tulostin käynnistyi Valkeakoskella. Kauppalehti.fi. Saatavissa: <http://www.kauppalehti.fi/5/i/yritykset/lehdisto/stt-info/tiedote.jsp?oid=20130901/13800930360620> [viitattu 10.12.2015].