

Hanna Herronen

**JARRUKOKOONPANOLINJAN VÄLIVARASTON
RAKENNESUUNNITTELU**

JARRUKOKKOONPANOLINJAN VÄLIVARASTON RAKENNESUUNNITTELU

Hanna Herronen
Opinnäytetyö
Kevät 2014
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka, koneautomaatio

Tekijä: Hanna Herronen
Opinnäytetyön nimi: Kokoonpanolinjan välivaraston rakennesuunnittelu
Työn ohjaaja: Esa Kontio
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2014 Sivumäärä: 34 + 2 liitettä

Opinnäytetyö tehtiin Oulun Ruskossa sijaitsevalle Sähkö-Rantek Oy:lle. Yrityksessä koneistetaan ja kokoonpannaan hissien sähkömekaanisia seisontajarruja. Tämä opinnäytetyö on osa uuden jarrukokoonpanolinjan suunnittelutyötä. Linja suunniteltiin viitenä erillisenä opinnäytetyönä: layout ja materiaalivirrat, alkukokoonpano, hartsauskammio, välivarasto ja loppukokoonpano. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ja rakentaa välivarasto kokoonpantaville jarrun rungoille. Jarrun runkoihin pursotettu hartsi kovettuu välivarastossa tunnin ajan ennen loppukokoonpanoa, ja sen tahtiaika on 5 minuuttia, joten välivarastoon pitää mahtua 12 jarrun runkoa. Välivaraston kooksi määriteltiin 1 x 1,5 m.

Suunnittelu ja piirustukset tehtiin Inventor 2011 -ohjelmalla. Aluksi tehtiin välivaraston vaatimuslista. Seuraavaksi ideoitiin morfologinen laatikko, josta poimittiin erilaisia välivarastoratkaisuja. Saadut vaihtoehdot käytiin läpi ja valinta tehtiin vaatimuslistan toteutumisen kannalta. Työn käytännön toteutus tapahtui Rantekin tuotantotiloissa. Koko jarrukokoonpanolinjan layout muuttui, kun suuri lämmitysuuni jäi pois. Uunin tilalle kehitettiin Rantekilla uusi lämmityslaitteisto välivarastoon. Lämmityksen suunnittelu ja toteutus rajattiin pois opinnäytetyöstä. Lämmityslaitteisto on salassa pidettävää tietoa, joten lämmityksen rakennetta ja komponentteja ei käsitellä tässä työssä.

Tämän opinnäytetyön tuloksena rakennettiin manuaalinen laatikosto alumiini-profiileista. Saatu lopputulos ei ole ainoastaan välivarasto, vaan se on myös LEAN-periaatteiden mukainen toimilaitte jarrujen valmistuslinjassa. Koko jarrukokoonpanolinjan toimivuuden testaus ei ehtinyt tähän opinnäytetyöhön, mutta välivaraston rakenne ja lämmitys toimivat kuitenkin suunnitellulla tavalla. Työn tuloksena syntynyt välivarasto oli tuotantokäyttöön suoraan soveltuva prototyyppi, ja välivaraston sekä koko linjan kehitystyö jatkunee tulevaisuudessa. Välivaraston rakennetta ja käyttöä voitaisiin esimerkiksi muuttaa automaattisemmaksi, kuten alun perinkin oli tarkoitus.

Asiasanat: välivarasto, kokoonpanolinja, suunnittelu, tuotantolinja

ALKULAUSE

Puoli vuotta on pitkä aika, mutta toisaalta hyvin lyhyt. Varsinkin näin laajassa suunnittelutyössä, jonka opiskelukavereideni kanssa toteutimme. Opin paljon uusia asioita omaa opinnäytetyötä tehdessäni, ja monia asioita tekisin nyt toisin. En kuitenkaan olisi saanut tehtyä opinnäytetyötä yksin, joten kiitokset kaikille opinnäytetyöni teossa auttaneille. Tämä työ on nyt aika päästä maailmalle ja jatkaa seuraavien haasteiden parissa.

Haluan kiittää työn tilaajaa, Rantekin toimitusjohtaja Juha-Matti Rantapäätä, joka antoi mahdollisuuden mielenkiintoiseen ja haastavaan opinnäytetyöhön. Kiitokset myös Rantekin laatupäällikkö Sauli Särkälle hyvistä neuvoista ja etenkin välivaraston lämmityslaitteiston rakentamisesta, joka olisi ollut minulle liian haastava opinnäytetyöksi.

Kiitos kuuluu myös opinnäytetyöni ohjaajalle, lehtori Esa Kontiolle, asiantuntevista neuvoista ja ohjauksesta. Kiitän myös muita opinnäytetyötekijöitä ja insinööriopiskelijoita Jari-Pekka Kurolaa, Antti Nivakoskea, Janne Hyytistä ja Tomi Lassilaa. Teidän kanssanne oli ilo suunnitella ja toteuttaa uutta kokoonpanolinjaa.

Haluan kiittää myös avomiestäni, vanhempiani, siskoani sekä muita läheisiäni. Teidän avullanne ja tuellanne jaksoin tehdä tämän työn loppuun.

Oulussa 13.3.2014

Hanna Herronen

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	6
1.1 Työn tavoite	6
1.2 Sähkö-Rantek Oy	6
2 VARASTOINTI	8
2.1 Varastoinnista yleensä	8
2.2 Välivarastot	8
2.3 Varastotyyppejä	9
3 VÄLIVARASTON SUUNNITTELU	11
3.1 Varastointiajan määräytyminen	11
3.2 Ergonomia ja käytettävyys	11
3.3 Rakenteen valinta	12
4 VÄLIVARASTON RAKENNE	16
4.1 Alumiinikehikko	16
4.2 Vetolaatikko	17
4.2.1 Teleskooppijohteet	17
4.2.2 Alumiinipaletti	17
4.2.3 Muovipaletti	18
4.2.4 Paikoituspalat	18
4.2.5 Etulevy	19
4.3 Alumiinikehikon kotelointi	19
4.4 Pöytätaaso	19
5 LUJUUSTARKASTELUT	20
6 VÄLIVARASTON RAKENTAMINEN	26
7 YHTEENVETO	31
LÄHTEET	33
LIITTEET	
LIITE 1. Lähtötietomuistio	
LIITE 2. Koko rakenteen kokoonpanokuvat	

1 JOHDANTO

1.1 Työn tavoite

Työssä suunnitellaan ja rakennetaan välivarasto uuteen sähkömekaanisten jarrujen kokoonpanolinjaan (liite 1). Jarrukokoonpanolinjan suunnittelu ja käytännön toteutus on jaettu viiteen opinnäytetyökokonaisuuteen: layout- ja materiaallivirrat (1), alkukokoonpano (2), hartsauskammio (3), välivarasto ja loppukokoonpano (4).

Jarrukokoonpanolinjan layoutiin ja materiaallivirtoihin kuuluu eri työpisteiden sijoittelun ja materiaalin kulun suunnittelu työpisteeltä toiselle. Alkukokoonpanossa suunnitellaan jarrun runkoon asennettavien komponenttien asennukseen soveltuva työpiste. Hartsauskammiossa hartsi pursotetaan alipaineessa jarrun runkoon, ja tähän opinnäytetyöhön kuuluu hartsauskammion mekaniikan suunnittelu ja toteutus. Välivarastossa jarrun runkoja lämmitetään ja hartsi kovettuu huomattavasti nopeammin kuin ilman lämmitystä. Välivarastoon tulee mahtua 12 jarrun runkoa ja välivaraston koko saa olla 1 x 1,5 m. Loppukokoonpanossa suunnitellaan jarrun runkoon asennettaville lopuille komponenteille sopiva työpiste.

1.2 Sähkö-Rantek Oy

Sähkö-Rantek Oy, josta käytetään myös nimeä Rantek, on perustettu vuonna 1989, ja sen toimi- ja tuotantotilat sijaitsevat Oulun Ruskossa (5, linkki Yritys). Toimitusjohtajana toimii Juha-Matti Rantapää (5, linkki Yhteystiedot). Työntekijöitä Rantekilla on runsaat 40 (5, linkki Yritys). Rantekin asiakkaita ovat Euroopan johtavat sähkökoneteollisuusyritykset, joille toimitetaan asiakasräätälöidyt sähkölaitteet (5, linkki Etusivu).

Rantekin osaamisalueita ovat käämintä, koneistus ja kokoonpano. Käämityt komponentit valmistetaan asiakkaan tarpeiden mukaan. Käytössä ovat VPI ja muut käämintälaitteet ja koestusvälineet. Kääminnäissä tehtyjä tuotteita ovat generaattorien käämitetyt komponentit, tuuligeneraattorien staattorikämmitykset,

hissien moottorit, staattorikäämitykset, laivakäyttöjen käämitetyt komponentit, erilaiset sähkömagneetit, kelat ja käämit. (5, linkki Osaaminen.)

Koneistus on tärkeässä roolissa kokoonpanon ja kääminnän tuotteissa. Ranteilla on Makinon ja Mori-Seikin työstökeskuksia, kappaleen käsittelyyn Fanuc- ja Motoman-robotteja sekä kappaleiden mittaamiseen kaksi Zeiss 3D -mittakonetta. Koneistuksessa tehtyjä tuotteita ovat sähkömekaanisten jarrujen osat, paperiteollisuuden koneiden osat sekä sähkömoottoreiden ja generaattoreiden osat. (5, linkki Osaaminen.)

Kokoonpanoissa yhdistyvät usein sekä käämityt että koneistetut komponentit. Kokoonpanossa tehtyjä tuotteita ovat hissien sähkömekaaniset jarrut, tuulivoimalan kokoonpano ja asennus, sähkömoottoreiden sekä generaattoreiden koneistetut osat ja kokoonpanot. (5, linkki Osaaminen.)

2 VARASTOINTI

2.1 Varastoinnista yleensä

Varastolla tarkoitetaan yleensä fyysistä tilaa, kuten paikkaa tai rakennusta, jossa voidaan säilyttää tuotteita, materiaaleja tai komponentteja (6, s. 35). Varastojen ajatellaan olevan osa liiketoimintaa (7, s. 81). Kaiken liiketoiminnan, myös varastoimisen, on tuotettava lisäarvoa (7, s. 87). Taloudellisinta varaston toimintaa on silloin, kun toimituskyvyttömyyttä ei esiinny, mutta myöskään turhia varmuusvarastoja ei kerätä (6, s. 35).

Varastoinnin muotoja on monia. Fyysisesti varastot voidaan ryhmitellä materiaalin tai varaston käyttötarkoituksen mukaan. Materiaalin mukaisesti ryhmittelyyn kuuluvat kappale- ja joukkotavaravarastot. Käyttötarkoituksen mukaan ryhmitte-lyyn kuuluvat valmistukseen tai jakeluun liittyvät varastot. Valmistukseen liittyvät varastot sijaitsevat teollisuuslaitosten yhteydessä, ja ne voidaan jaotella sen mukaan, missä prosessin vaiheessa ne sijaitsevat. Jakeluun liittyvät varastot sijaitsevat jakelureittien varrella. (8, s. 126.)

2.2 Välivarastot

Opinnäytetyön kannalta tarkastellaan valmistukseen liittyviä varastoja. Valmistukseen liittyvät varastot jaetaan viiteen ryhmään: raaka- ainevarasto, puolivalmiste- eli välivarasto, valmiste- eli tuotevarasto, tarvikevarasto ja työvälinevarasto (8, 127). Näistä tarkasteluun otetaan puolivalmiste- eli välivarasto.

Välivarastossa säilytetään tyypillisesti tuotannon eri vaiheiden välillä olevaa keskeneräistä tuotantoa. Välivarastoissa tulo- ja lähtöerät ovat yleensä suuruudeltaan ja taajuudeltaan yhteneväisiä. Varaston toiminta nivoutuu tuotannon toimintaan, ja varastoitavat erät voivat sijaita hajallaan. Välivarastoon voidaan liittää kontrolloivia toimenpiteitä, kuten mittaus. (8, s. 127.)

2.3 Varastotyyppejä

Seuraavaksi on esitelty erilaisia varastotyyppejä. Varastoratkaisuja ovat esimerkiksi kuormalavahyllyt, syväkuormaushyllyt, korkeavarastot, karusellivarastot, tavara-automaatit, FIFO-varastot ja erilaiset pientavarahyllyt ja laatikot. Varastoratkaisuja on monenlaisia, mutta tässä opinnäytetyössä välivaraston koko on niin pieni, että suuret varastoratkaisut on jätetty huomioimatta.

Paternoster-varastoautomaatti

Paternoster-varastoautomaatti (kuva 1) koostuu yleensä umpinaisesta karusellihyllystä. Hyllystön täyttö ja otto tapahtuvat samasta tasosta hyllystön edestä. Automaattiin syötetään halutun hyllytason koodi, minkä jälkeen varastoautomaatti tuo halutun hyllyn esille. Paternoster-automaatti on puoliautomaattinen, eli osa toiminnoista on automatisoitu ja osa toiminnoista tehdään edelleen mekaanisesti. Laitteen koko voi vaihdella muutamasta hyllystä jopa 12 m korkeaan ja 16 t kantavaan suurautomaattiin. (8, s. 148.)



KUVA 1. Varastoautomaatti eli tietokoneohjattu varastointi- ja nimikkeiden siirtojärjestelmä (9)

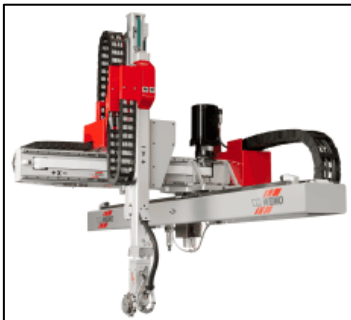
Robottiikka

Robottiikka tarkoittaa järjestelmää, jossa tietokoneeseen tai logiikkaohjattuun ja erilaisiin liikeratoihin kykenevään laitteeseen voidaan ohjelmoida yksi tai useampia toimintoja. Robotteja käytetään teollisuudessa hitsaus- ja maalaus-

toiminnoissa sekä kappaleiden siirtämisessä. (8, s. 147.) Robotteja on erilaisia, esimerkiksi käsivarsirobotit, lineaarirobotit, scara-robotit ja portaalirobotit. Kuvassa 2 oleva käsivarsirobotti pienempänä versiona, ja kuvassa 3 oleva lineaarirobotti ovat periaatteeltaan sopivia tähän opinnäytetyöhön. Rantekilla on kokemusta jo kahdesta käsivarsirobotista, ja lineaarirobotti oli yksi vaihtoehto välivaraston rakenteeksi jo työn esittely- ja ideointivaiheessa. Robotin avulla saadaan ihmisten tekemät nostot vähemmän ja välivaraston toiminta automaattiseksi.



KUVA 2. Fanucin käsivarsirobotti (10)



KUVA 3. Ruiskuvaluun tarkoitettu lineaarirobotti (11)

FIFO-varasto

FIFO-varaston lyhenne tulee sanoista First In First Out, eli ensimmäisenä varastointijärjestelmään sisään mennyt tuote tulee myös ensimmäisenä ulos järjestelmästä. FIFO-varastoja käytetään usein trukeilla ja materiaalit varastoidaan kuormalavoille. Tähän varastoryhmään voidaan laskea myös erilaisilla kuljettimilla kulkevat kappaleet, koska varaston käyttöperiaate on sama.

3 VÄLIVARASTON SUUNNITTELU

3.1 Varastointiajan määräytyminen

Jarrun rungoissa käytettävä hartsi vaihtui uuteen hartsimerkkiin, kun uuden jarrumallin valmistus aloitettiin. Jarrun rungoille suoritettiin useita hartsaustestejä sekä niin sanotulla vapaalla kovettumisella että uudella menetelmällä lämmittämällä.

Jarrujen lämmitysajat tarkentuivat testien edetessä. Pienimmän jarrun rungon lämmitysajaksi tuli 30 minuuttia ja isojen jarrun runkojen lämmitysajaksi 45 minuuttia. Testeissä mitattiin myös jarrun runkojen lämpötilat. Lämpötilojen todettiin olevan niin alhaiset, että käsittely ohuilla käsineillä oli mahdollista heti lämmityksen jälkeen.

3.2 Ergonomia ja käytettävyys

Ergonomisten periaatteiden huomioon ottaminen tarkoittaa muun muassa käyttäjään kohdistuvan henkisen ja fyysisen rasituksen tai rasittavuuden minimoimista. Käyttäjien todennäköiset mitat, voimat ja asennot, liikkeiden laajuus sekä jaksottaisten toimien taajuus tulee ottaa huomioon koneita ja laitteita suunniteltaessa. Tärkeää on huomioida kaikki käyttäjä-kone-rajapinnat, kuten käyttöpaneelit, ohjaimet ja merkinanto- tai tiedonnäyttölaitteet. Myös melua, tärinää ja ääriämpötiloja tulee välttää. (12, s. 15.)


Optimaalisena nostokorkeutena pidetään 75 cm lattiasta, se on keskimittaisen työntekijän rystyskorkeus (12, s. 167). Suomalaismiesten keskipituus on jo noin 181 senttimetriä ja naisten 167,5 senttiä. Noin 30 vuotta sitten miesten keskipituus oli 176 ja naisten 163 senttiä. (13.) Jarrukokoonpanolinjalla työskentelevien henkilöiden pituudet vaihtelevat välillä 155 - 190 cm. Lyhyille henkilöille rakennetaan porrastaso, mikäli se nähdään tarpeelliseksi.

Käytettävyys kuvaa sitä, miten tuotteella saavutetaan tavoitteet tuloksellisesti, tehokkaasti ja miellyttävästi (12, s. 17). Käytettävyyttä voidaan arvioida opittavuudella, tehokkuudella, muistamisen helppoudella, tehtyjen virheiden määrällä ja käyttäjien tyytyväisyydellä (12, s. 179).

3.3 Rakenteen valinta

Jarrukokoonpanolinjaan sopivaa välivarastorakennetta pohdittiin ensin vaatimuslistan (taulukko 1) pohjalta. Vaatimuslistaan tärkeimmäksi kohdaksi nousi aikataulu. Välivaraston on oltava valmiina helmikuun 2014 lopussa.

TAULUKKO 1. Jarrukokoonpanolinjan välivaraston vaatimuslista

Jarrukokoonpanolinjan välivaraston vaatimuslista 		
KV, VV, T	VAATIMUS	Tärkeys
	1. GEOMETRIA	
KV	Tasapainoinen laiterakenne	
T	Ei suuria rakenteellisia muutoksia käyttökohteeseen	
T	Rakenteen koko noin 1 x 1,5 m	
VV	Välivarastoon mahdollista 12 jarrun runkoa	XX
KV	Tahti aika 5 minuuttia oltava mahdollinen välivaraston osalta	
VV	Hallinta- ja säätölaitteiden sijoittelu järkevästi	
	2. VOIMAT	
KV	Riittävät voimat kappaleiden liikuttamiseen	
KV	Rakenteen pystyttävä kantamaan 12 kpl paino (~60kg*12=720kg)	
	3. ENERGIA	
T	Käyttöenergia: sähköenergia tai pneumatiikka	
	4. AINE	
T	Raaka-aine: teräs, alumiini tai rst	
	5. TURVALLISUUS	
KV	Ei kaatumis- / putoamisvaaraa	
KV	Koneen tuenta tulee olla riittävän laaja	
VV	Laitteiston toimintojen nopeuden rajoittaminen	
KV	Liikkuvien osien suojaus / kotelointi	
KV	Hartsipäästöt pois sisäilmasta	XXX
	6. VALMISTUS	
VV	Mahdollisimman paljon standardiosia	
T	Yksinkertainen rakenne	
	7. TARKASTUS	
KV	Koneen toiminta tarkastetaan kokoamisen jälkeen	
	8. KÄYTTÖ	
T	Toimii automaattisesti	
VV	Käyttö mahdollista yksin	
	9. KUNNOSSAPITO	
VV	Jatkuva kunnossapitoa ei tarvita.	
	10. KUSTANNUKSET	
KV	Välivaraston budjetti 6 000 €	XX
T	Alhaiset valmistuskustannukset	
T	Alhaiset ylläpitokustannukset	
	11. TOIMITUSAIKA	
KV	Välivarastoon suunnittelun oltava valmis 11/2013 ja jarrukokoonpanolinja täysin valmis 2/2014	X

KV=Kiinteä vaatimus VV=Vähimmäisvaatimus T=Toivomus

Välivarastosta tulevat hartsipäästöt ovat terveydelle haitallisia. Uuden hartsin käytön myötä päästään pois liotinpesuista ja siten se on vähemmän haitallista ja ympäristöä kuormittavaa kuin vanhan hartsin käyttö. Hartsipäästöt oli silti saatava pois työntekijöiden työpisteeltä. Välivarasto päätettiin sijoittaa hartsihuoneeseen, mutta varastoa käytetään hartsihuoneen ulkopuolelta, jotta työntekijöiden ei tarvitse käyttää koko päivää hengityssuojainta. Altistumista tuli silti, mutta ongelma ratkaistiin kohdeilmanpoistolla. Tärkeänä pidettiin välivarastoon mahduttavien jarrujen määrää. Kappalemäärä 12 saatiin määritettyä 5 minuutin tahtiajan ja tunnin varastoajan perusteella. Lähtötietomuistiossa (liite 1) mainittu n. 20 kpl tuli 3 minuutin tahtiajalla ja tunnin varastoinnilla, mutta huomattiin, ettei niin nopea tahti ole mahdollinen linjan muilta osin. Myös kustannusten pysymistä 6 000 €:ssa pidettiin tärkeänä.

Koko jarrukokoonpanolinjan rakennetta mietittiin aluksi muiden opinnäytetyön tekijöiden sekä Rantekin toimitusjohtajan ja laatupäällikön kanssa. Välivaraston rakennevaihtoehtoja oli paljon, mutta valinnat saatiin rajattua neljään eri vaihtoehtoon. Valinnan helpottamiseksi tehtiin morfologinen laatikko (taulukko 2) eli useita ratkaisuvaihtoehtoja sisältävä taulukko.

TAULUKKO 2. Jarrukokoonpanolinjan välivaraston morfologinen laatikko

VÄLIVARASTON MORFOLOGINEN LAATIKKO										
VAATIMUKSET		1	2	3	4	5	6	7	8	
PERUSRAKENNE	1	Välivaraston perusrakenne	Hyllyt kuljettimen vieressä, lineaari nostohaarukat	patemoster	seinäkiinnitteinen hylly kuljettimen päällä, lineaari nostohaarukat	pitkä z-tasossa monikerroksinen, kiertävä liukuhihna	päällekkäiset indeksipöydät, lineaari nostohaarukat	kaksirivinen hyllykkö	kuljetin tai pöytätasoa riittävästi	mekaaninen "vetolaatikko" hyllykkö
	2	Kuljetintyyppi	ketjukuljetin	hihnakuljetin	rullakuljetin	ei kuljetinta				
	3	Logiikan ym. komponenttien sijoittelu	lattialle välivaraston alle	kuljettimen alle	välivaraston viereen					
	4	Kappaleen liikkuminen työpisteestä toiseen	paletti	Tuki kappaleet	Ei palettia					
	5	Käyttövoima	Sähkö	sähkö + paineilma	paineilma	mekaaninen	sähkö + mekaaninen	hydrauliikka		
TURVALLISUUS	6	Turvakytkimet	On	Ei						
	7	Rakenteellinen turvallisuus	Tukeva rakenne	Turvakenne	Tunnistimet	Turva-alue				
	8	Liikkuvien osien suojaus	Umpi kotelointi	umpikotelointi ja turvakehikko	tunnistimet	turvakehikko	ritilät	ei suojausta		
MATERIAALI	9	Materiaali	teräs	alumiini	rst					
	10	pintakäsittely	maalaus	ei käsittelyä	korroosion esto käsittely	kemialliset käsittelyt				
ASENNUS	11	Asennus	Kiinteä	Kiinteä mutta siirrettävä rakenne						
	12	Standardiosat	Ei standardiosia	mahdollisimman paljon standardiosia.	vain standardiosia					
VALITUT VAIHTOEHDOT		V1	V2	V3	V4					

Morfologisesta laatikosta poimitut vaihtoehdot listattiin taulukkoon 3. Taulukon avulla selvitettiin vaatimuslistan toteutumisen kannalta paras rakennevaihtoehto.

TAULUKKO 3. Välivaraston rakenteen ratkaisuvaihtoehdot morfologisen laatikon valintojen perusteella

RATKAISUVAIHTOEHDOT	Tehtävän asetusta vastaava toiminta	Toteutuskelpoisuus hyvä	Täyttää kiinteät vaatimukset	Kustannukset sallituissa rajoissa	Täyttää turvallisuusvaatimukset	Helppo käyttää		
	A	B	C	D	E	F	HUOMAUTUKSET	Päätökset
V1	+	+	+	-	+	+	kustannukset 2-6 kertaa suuremmat kuin budjetti	-
V2	+	-	+	-	+	+	kustannukset ylittävät budjetin ja jarrun rungoilla kallistumisvaara hinnalla kulkiessa	-
V3	+	+	+	-	+	+	lineaariyksiköt maksavat jo budjetin verran	-
V4	+	+	+	+	+	+	siirrettävä ja helposti uudelleen kasattava rakenne, ainoa jonka kustannukset pysyivät budjetissa	+
VALINTAKRITEERIT			PÄÄTÖKSET					
(+)			jatkokehitykseen					
(-)			karsitaan					
(?)			Hankitaan lisätieto					

Ensimmäinen vaihtoehto oli Paternoster-varastoautomaatti. Pelkästään tähän käyttötarkoitukseen sopivan Paternosterin löytäminen ei ollut helppoa. Sekä pieniä että isoja Paternoster-ratkaisuja löytyi useita. Mikäli Paternosterille olisi ollut muitakin käyttöä, olisi se ollut varteenotettava vaihtoehto. Kardexilla oli mahdollista räätälöidä sopiva Paternoster, mutta hinta oli yli 5 kertaa budjetin. Hissijärjestelmä maksoi yli 7 kertaa budjetin verran. Intermarketing tarjosi myös oikeaa kokoluokkaa olevan Paternoster-ratkaisun, mutta sen hinta ylitti kaksinkertaisesti budjetin. Itse tehtynä Paternostertyyppinen välivarasto oli liian haasteellinen toteuttaa annetussa aikataulussa.

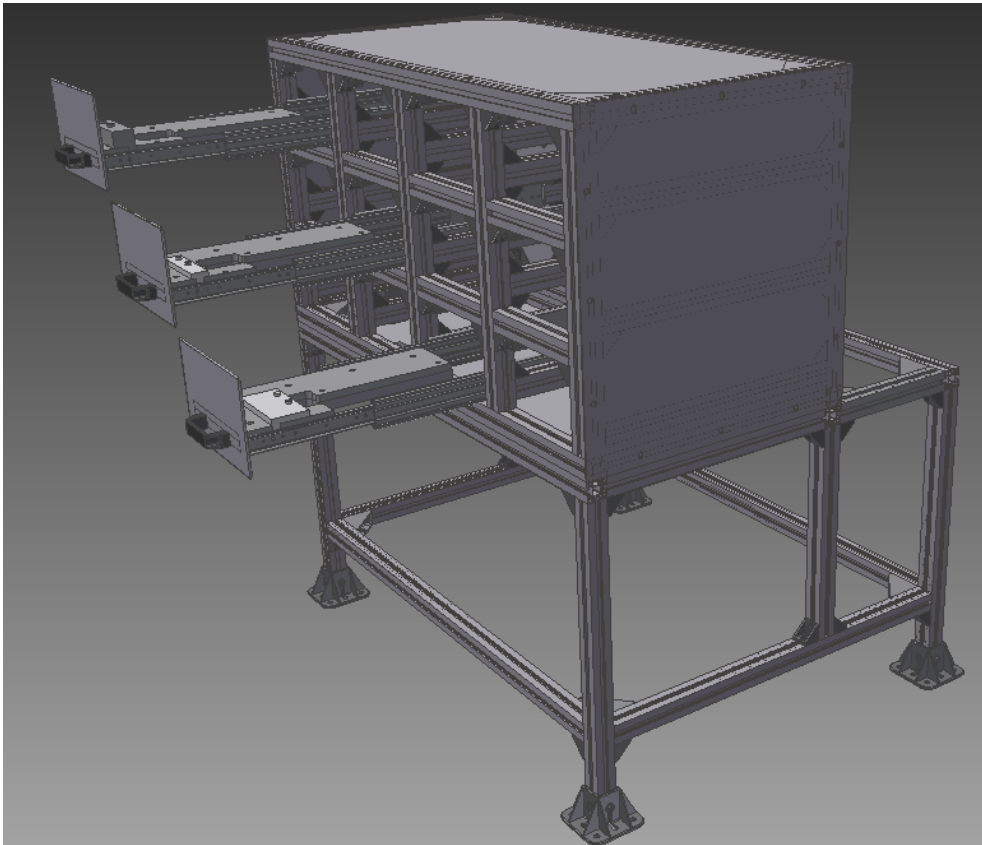
Toinen vaihtoehto oli pitkä, monikerroksinen liukuhihna, jolla kappaleet kulkevat hartsauksen jälkeen loppukoonpanoon. Liukuhihna oli monikerroksinen, koska välivarastoon käytettävä tila oli 1 x 1,5 m. Liukuhihnassa ongelmana oli, etteivät jarrun rungot saa kallistua kuivumisen aikana juuri lainkaan, jottei hartsi valu ulos urasta. Tämä vaihtoehto päätettiin hylätä ilman jatkojalostamista.

Kolmas vaihtoehto oli lineaarijohteilla toteutettu automaattinen välivarasto eli robotiikkavarasto, jossa ohjaus toimii logiikalla. Hinta muodostui tässä vaihtoehdossa suurimmaksi esteeksi. Lineaariyksiköiden ja logiikan yhteiskustannukset olivat sen verran suuret, etteivät ne sopineet haluttuun budjettiin. Myös Rantekilla valmiina ollut ja sillä hetkellä vapaana ollut käsivarsirobotti oli käyttökustannuksiltaan liian kallis ja tilaa vievä ratkaisu.

Neljäs vaihtoehto oli mekaaninen vetolaatikkohyllykkö, joka valittiin muunneltavuutensa ja tiukan aikataulun vuoksi välivaraston rakenteeksi. Tämä vaihtoehto oli myös ainoa, jonka kustannukset pysyivät budjetin rajoissa. Aluksi hyllykön materiaalivaihtoehtona oli myös teräs, jolloin hyllykkö olisi kokoonpantu hitsaamalla. Alumiiniprofiilit kuitenkin valittiin, koska ne olivat kiinnitysosineen jo valmiiksi Rantekilla ja Minitecin tilaus jäi pieneksi.

4 VÄLIVARASTON RAKENNE

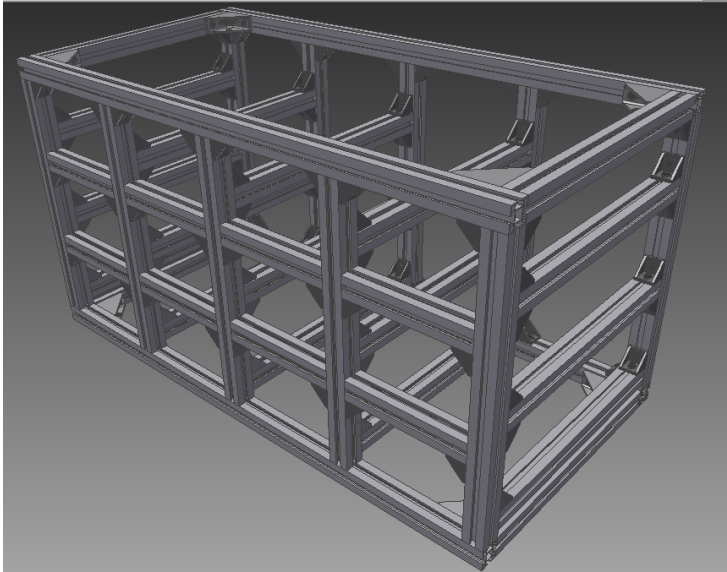
Välivaraston rakenteeksi valikoitui yksinkertainen mekaaninen laatikosto, joka näkyy kuvassa 4. Koko rakenteen kokoonpanokuvat ovat liitteessä 2. Valmiita ratkaisuja ei ollut saatavilla, ja laatikoston teettäminen olisi ylittänyt budjetin, joten suunnittelu aloitettiin alusta.



KUVA 4. Inventor-kuva koko välivaraston rakenteesta

4.1 Alumiinikehikko

Alumiinikehikko (kuva 5) suunniteltiin Rantekilta löytyneistä alumiiniprofiileista. Alumiiniprofiilit olivat Minitecin mallistoon kuuluvaa 45 x 45 F -profiilia (14, s. 40). Alumiiniprofiilit kiinnitettiin toisiinsa Minitecin malliston kulmakiinnityspaloilla. Kulmat olivat Angle 45 (14, s. 82) ja Angle 45 x 90 (14, s. 84). Kehikkoon tuli yhteensä 12 vetolaatikkoa, jotka kiinnitettiin teleskooppijohteilla runkoon. Alumiinikehikko painoi kaikkine komponentteineen 200 kg.



KUVA 5. Alumiiniprofiilista kokoonpantu välivaraston kehikko

4.2 Vetolaatikko

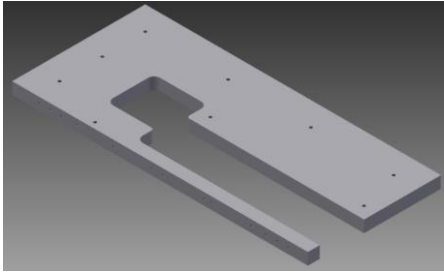
Jarrun rungot laitetaan vetolaatikkoon hartsin kovettumisen ajaksi. Vetolaatikon osia ovat alumiinipaletti, muovipaletti, paikoituspalat ja alumiininen etulevy. Etulevyyn kiinnitettiin kahva ja magneetti, joka auttaa laatikkoa pysymään kiinni.

4.2.1 Teleskooppijohteet

Teleskooppijohteet ovat Rollcon mallistosta, malli 3080-500 (15, s. 7) ja johdeparin kuormankantokyky on 200 kg. Teleskooppijohteita tilattiin yhteensä 24, eli kaksi jokaiseen vetolaatikkoon. Teleskooppijohteet näkyvät kuvassa 4.

4.2.2 Alumiinipaletti

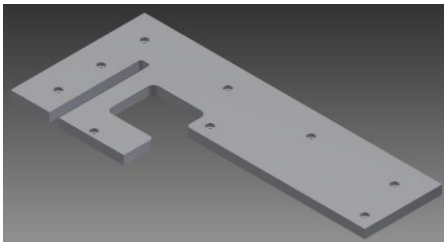
Alumiinipaletti (kuva 6) kiinnitetään teleskooppijohteisiin. Paletin muoto on suunniteltu siten, että kaikki uudemmat tuotannossa olevat jarrumallit voidaan asettaa samalle pohjalle. Jarrun rungon pohjaan kiinnitettävät komponentit eivät myöskään saa litistyä rungon ja paletin väliin eikä runko saa kallistua paletin päällä.



KUVA 6. Alumiinipaletti

4.2.3 Muovipaletti

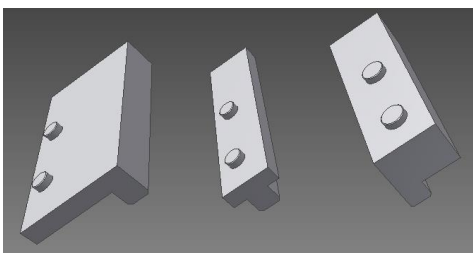
Muovipaletit (kuva 7) kiinnitettiin alumiinipaletin päälle yhdeksällä M6 x 16 -ruuvilla. Muovipaletin muoto on lähes sama kuin alumiinipaletissa. Materiaaliksi valittiin lämmönkestävä musta PE-muovi, koska jarrun rungot on maalattu eikä maalipinta saa kolhiintua.



KUVA 7. Muovipaletti

4.2.4 Paikoituspalat

Paikoituspalat (kuva 8) tulevat kiinni muovipaletteihin niille koneistettuihin uriin. Jarrumalleja on kolmea kokoa. Pienimmän runko osa painaa noin 10 kg ja suurimman 25 kg. Paikoituspalan avulla jarrun runko saadaan paikoitettua paletille niin, etteivät pohjassa olevat komponentit pääse vaurioitumaan.



KUVA 8. Paikoituspalat vasemmalta oikealle, pienimmästä suurimpaan jarruun

4.2.5 Etulevy

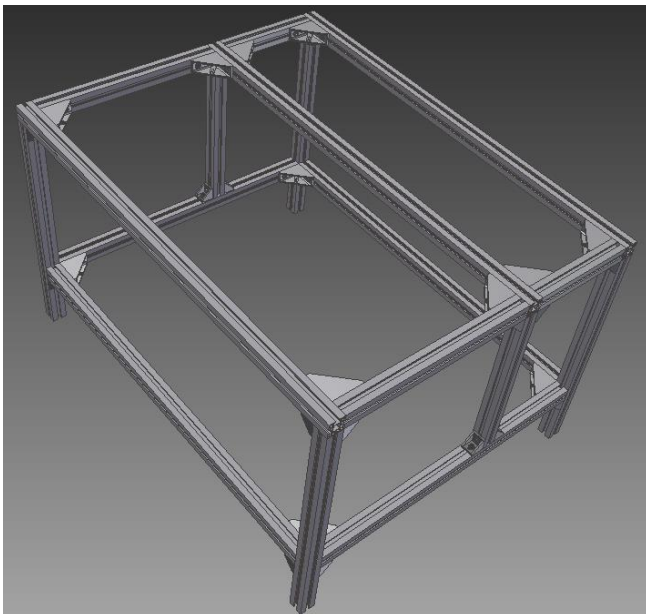
Laatikon etulevy, joka näkyy kuvassa 4, särmättiin 1,5 mm:n alumiinilevystä. Etulevyyn kiinnitettiin kahva Handle 120 (14, s. 112) laatikon avaamista varten, ja magneetti Magnetic Catch N (14, s. 130).

4.3 Alumiinikehikon kotelointi

Välivaraston alumiinikehikko koteloitiin 1,5 mm:n paksuisilla alumiinilevyillä. Kotelointi näkyy kokonaisuudessaan kuvassa 4, jossa on koko välivaraston rakenne kuvattuna.

4.4 Pöytätas

Pöytätas (kuva 8) suunniteltiin välivarastolaatikon alle erillisenä. Pöytätasossa käytettiin samoja Minitecin komponentteja kuin laatikosto-osan rakentamisessa. Pöytätas kiinnitettiin lattiaan Foot 45 GD (14, s. 152) -jalkakiinnityskappaleilla. Alumiinikehikko kiinnitettiin pöytätasoon Connecting Plate 45 x 90 (14, s. 90) -kiinnityslevyillä.



KUVA 8. Välivaraston pöytätas

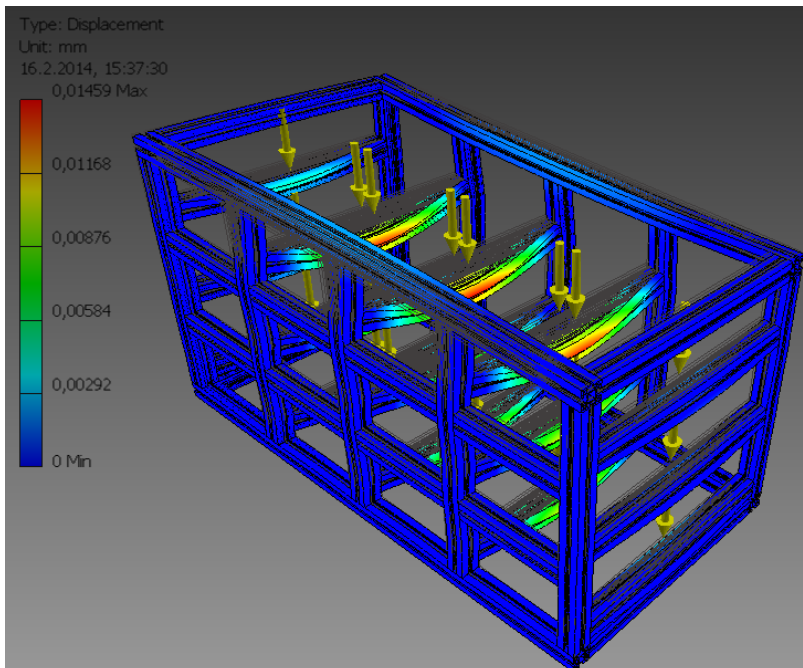
5 LUJUUSTARKASTELUT

Lujuustarkastelut tehtiin Inventor 2011 -ohjelmalla. Lujuustarkastelut tehtiin laatikosto-osalle, pöytätasolle ja alumiinipaletille. Ensin tehtiin lujuustarkastelut laatikosto-osan alumiiniprofiilikehikolle.

Alumiinikehikko

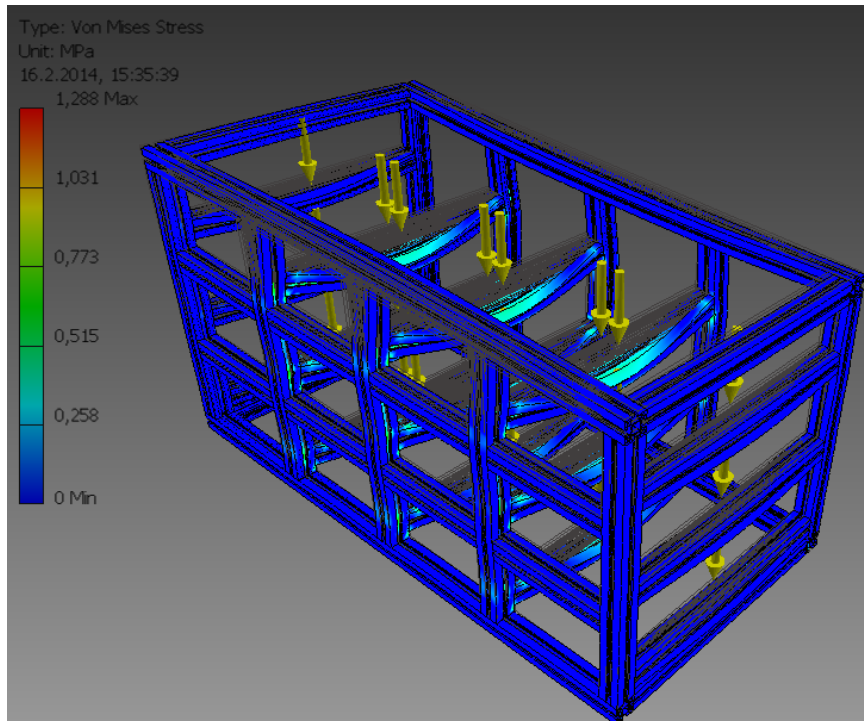
Laatikoston alareunaan on ajateltu kiinteä tuenta, koska se on kiinnitetty pöytätasoon ja pöytätaaso on kiinnitetty lattiaan. Tasaista kuormaa on merkitty jokaisen nuolen kohdalle 500 N. Nuolet osoittavat teleskooppijohteiden paikkaa. Jokaisen laatikon paino on tarkastelussa 100 kg. Laatikon osat painavat todellisuudessa noin 12 kg ja painavin kappale 25 kg. Kuormitus on todelliseen verrattuna 2,7-kertainen.

Siirtymät näkyvät kuvassa 9. Kuva on otettu taipumaa liioittelevana siirtymäkuvana, josta nähdään, miten rakenne tulee taipumaan liian suuren kuorman alla. Todellisuudessa siirtymää ei näe paljaalla silmällä. Suurimmat siirtymät on merkitty punaisella, ja ne ovat 0,01459 mm. Tuloksen perusteella voidaan olettaa rakenteen kestävä.



KUVA 9. Alumiinikehikon siirtymät taipumakuvana

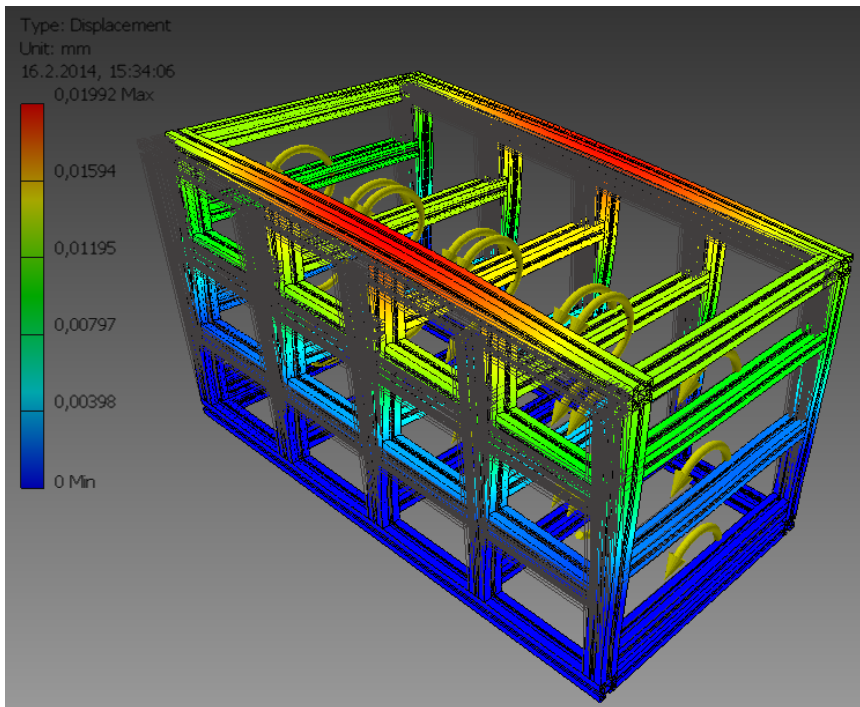
Seuraavaksi tarkasteltiin von Mises -jännityksen suuruutta ja sijaintia. Tuloksista kuvassa 10 selviää, että taipumakuviossa on hyvin pieniä vihreitä alueita, joissa jännitys on suurimmillaan 0,773 MPa suuruista.



KUVA 10. Alumiinikehikon von Mises -jännitys taipumakuvana

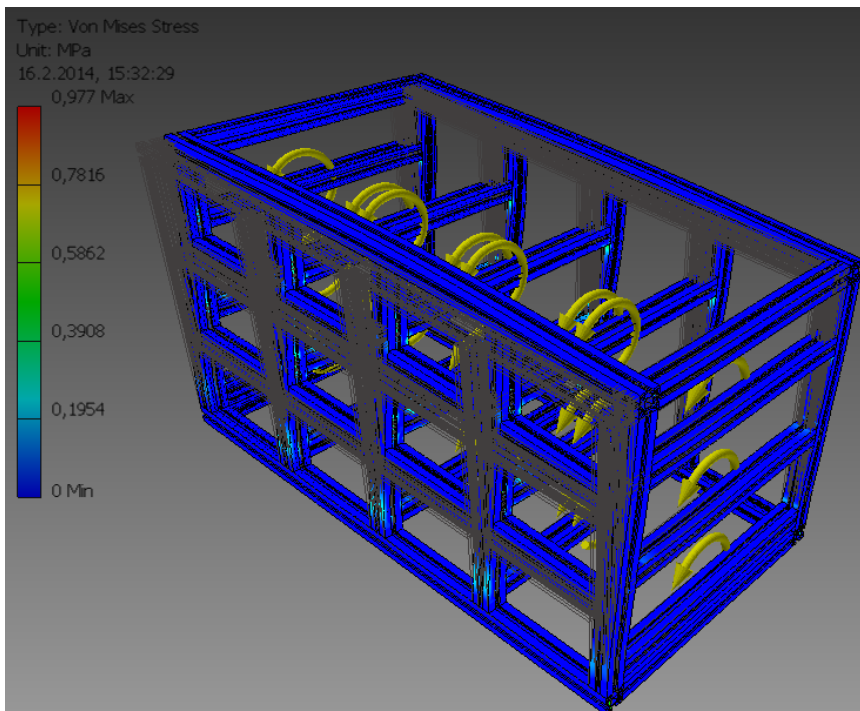
Seuraavaksi tarkasteltiin rakenteeseen syntyvää momenttia siinä tapauksessa, että kaikki laatikot ovat auki. Momentin laskemisessa käytettiin laatikolla 100 kg painoa ja etäisyytenä rakenteeseen laatikon ja teleskooppijohteen pituutta 508 mm. Näin saatiin momentiksi 254 Nm. Jokaisen teleskooppijohteen kohdalle merkittiin siis 127 Nm.

Kuvasta 11 selviävät rakenteen siirtymän suuruudet ja sijainnit. Suurimmat siirtymän arvot sijaitsevat rakenteen yläosassa pisimmän profiilin keskellä. Siirtymät ovat suurimmillaan 0,01992 mm. Rakenne kestää varmasti myös kaikkien laatikoiden yhtäaikaisen aukiolon.



KUVA 11. Momentin aiheuttama siirtymä alumiinikehikossa

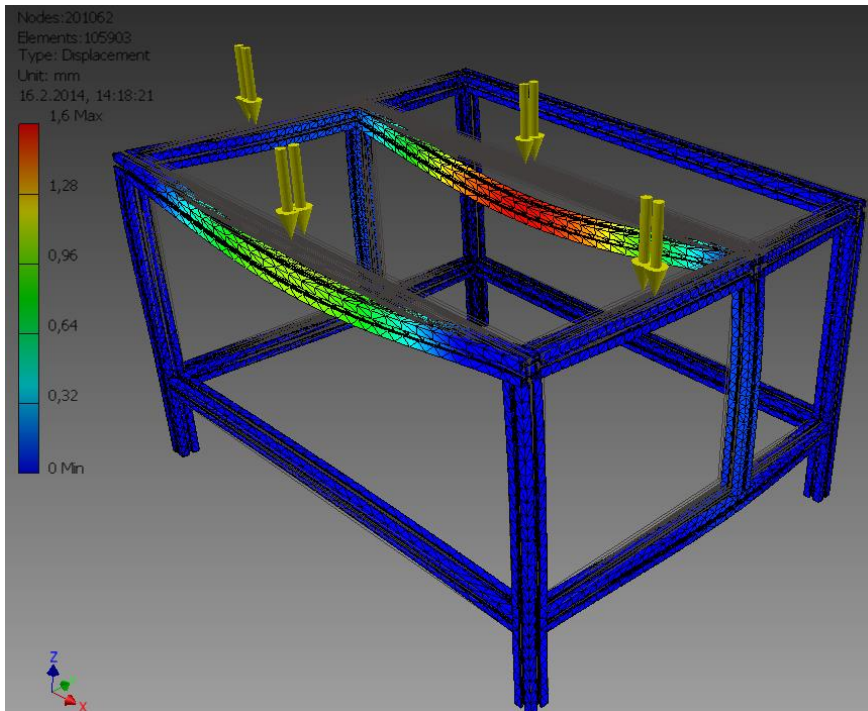
Samoin tarkastellaan momentin aiheuttama von Mises -jännitys rakenteessa. Kuvassa 12 suurimmat arvot punaisella ovat 0,977 MPa, ja rakenteessa näkyy vain hieman vihertäviä kohtia, joilla arvo on 0,3908 MPa.



KUVA 12. Alumiinikehikon von Mises -jännityksen sijainnit ja suuruudet

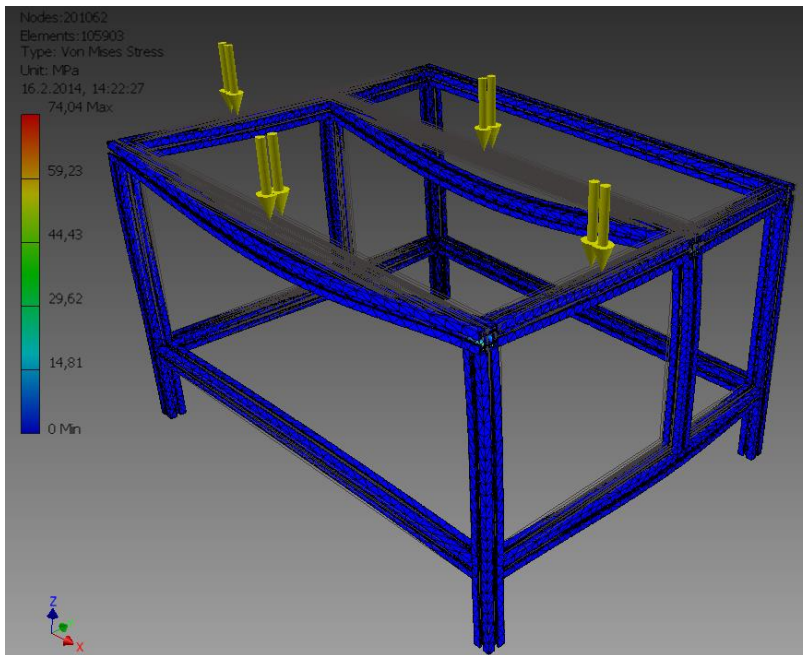
Pöytätaso

Seuraavaksi lujuustarkastelussa on pöytätaso. Pöytätason jalat on myös oletettu kiinteäksi, koska se on kiinnitetty lattiaan. Pöytätasoon oletettiin tulevan tasaista kuormaa 1 400 kg jaettuna neljälle alumiiniprofilille. Oikea kuorma on noin 500 kg, joten kuorma todelliseen verrattuna on 2,8-kertainen. Siirtymät ovat enimmillään 1,6 mm. Heikoimpana kohtana rakenteessa näyttää kuvasta 13 katsottuna pöydän keskellä oleva pitkä palkki. Pöytätaso kestää tämän kuorman, eikä taipumaa huomaa ilman mittavälineitä.



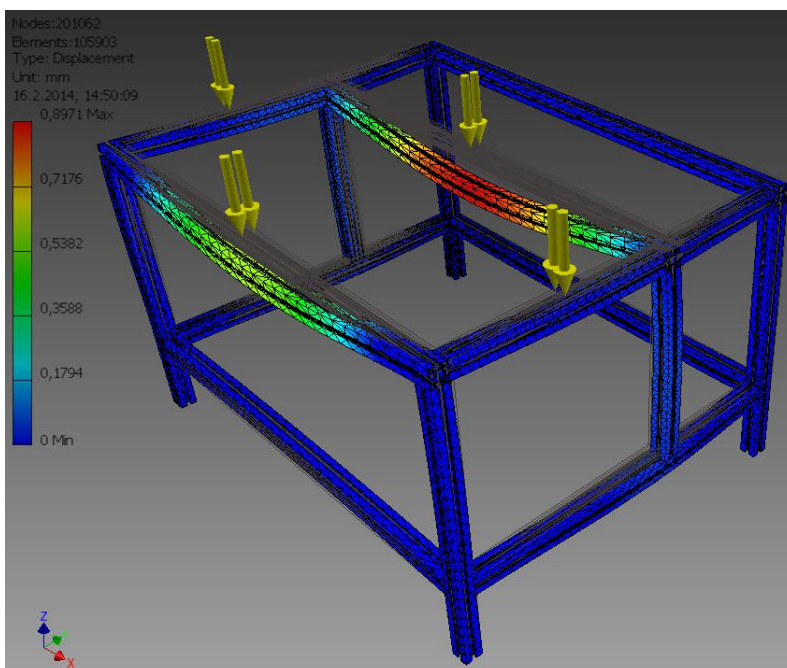
KUVA 13. Pöytätason siirtymät taipumakuvana

Von Mises -jännityksen pahimmat kohdat tarkasteltiin samoin kuin alumiinikehikolle. Kuvassa 14 pöytätaso on suurimmaksi osaksi väriltään sininen, ja pieniä vihreitä alueita näkyy alumiiniprofiilien päädyissä. Jännitysten suuruudet ovat noin 30 MPa:n suuruisia.



KUVA 14. Pöytätason von Mises -jännityksen sijainnit ja suuruudet

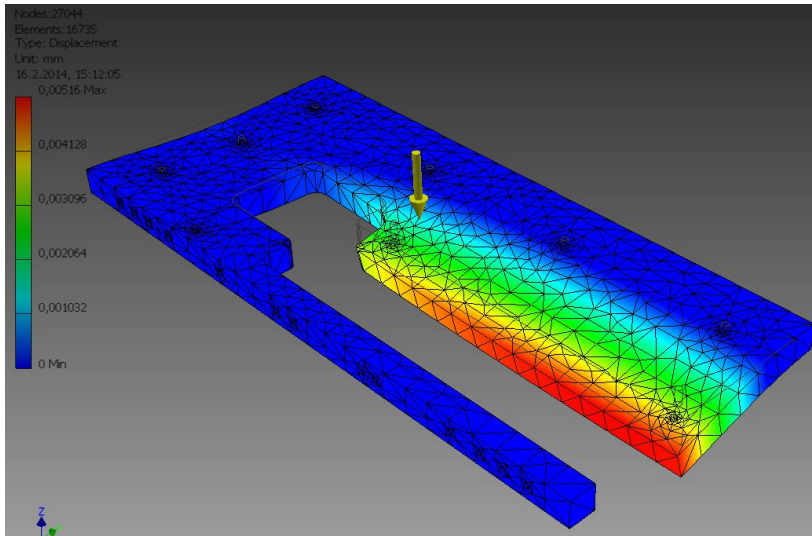
Vertailun vuoksi tehtiin siirtymäkuvio 800 kg:n kuormalla. Kuormitus on todelliseen verrattuna 1,6-kertainen, kun rakenteen paino on noin 200 kg ja kappaleiden paino noin 300 kg. Kuvassa 15 näkyy, kuinka siirtymät pienentyivät 1,6 mm:stä 0,897 mm:iin. Tämä kuva on realistisempi eikä rakenteen siirtymiä näe paljaalla silmällä.



KUVA 15. Pöytätason siirtymät 800 kg:n kuormalla

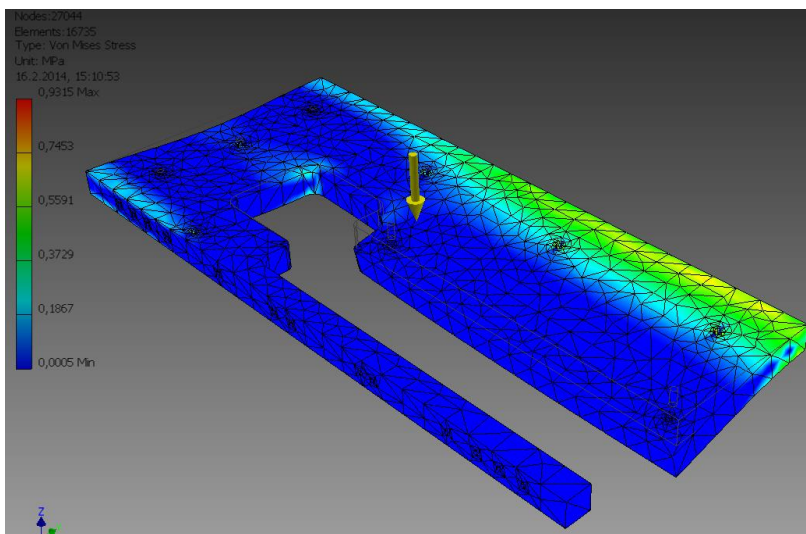
Alumiinipaletti

Seuraavaksi tehtiin lujuustarkastelu alumiinipaletille. Paletti kiinnitettiin todellisuuden mukaisesti sivuista teleskooppijohteeseen. Paletin pintaan kohdistettiin 600 N:n voima, joka on todelliseen voimaan verrattuna 2,2-kertainen. Kuvassa 16 nähdään paletin siirtymät ja todennäköisimmät taipuvat kohdat. Suurimmat siirtymät ovat 0,00516 mm. Paletti kestää varmasti paljon suuremmankin kuorman, mikäli kappalekoko kasvaa.



KUVA 16. Alumiinipaletin siirtymät tasaisella kuormalla

Von Mises jännityksen suurimmat arvot löytyvät paletin reunoilta. Jännitykset ovat suuruudeltaan 0,7453 MPa.

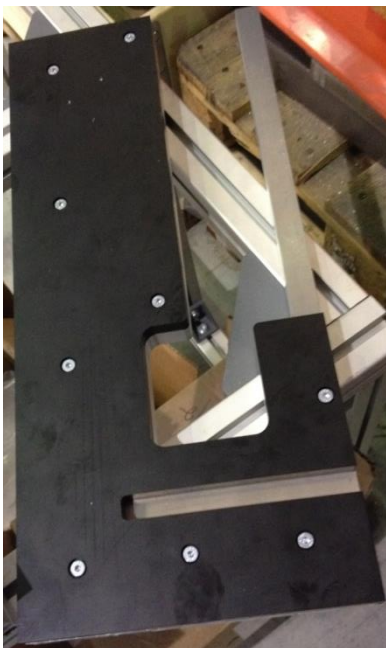


KUVA 17. Alumiinipaletin von Mises -jännityksen sijainnit ja suuruudet

6 VÄLIVARASTON RAKENTAMINEN

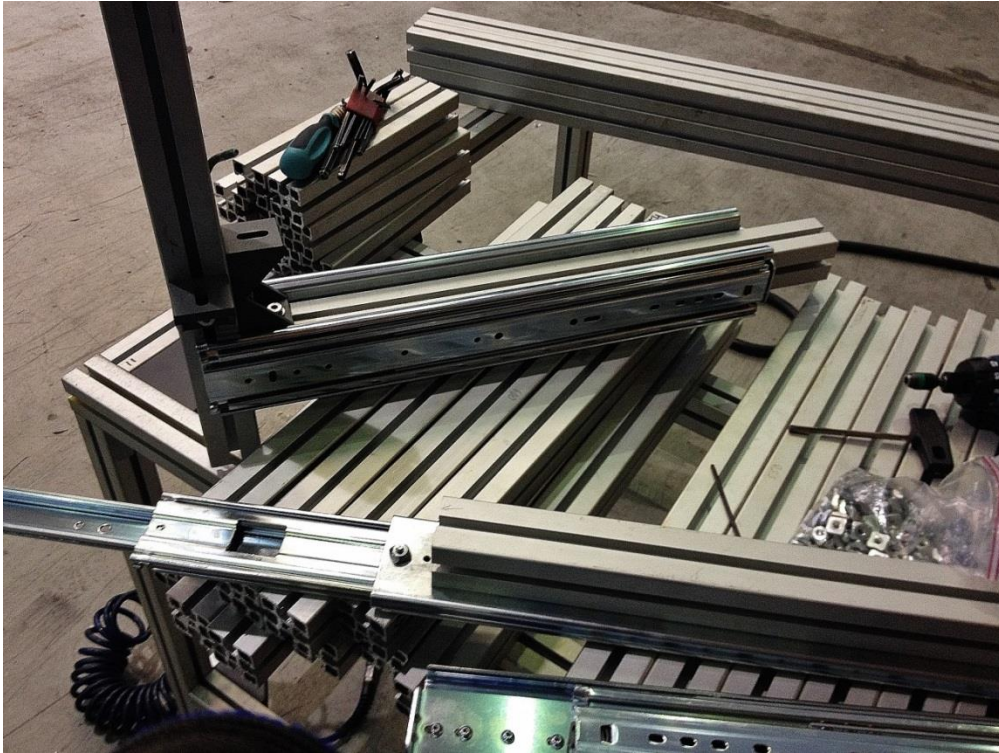
Välivaraston rakentaminen aloitettiin sahaamalla alumiiniprofiilit oikeisiin mittoihin. Kaikki tarvittavat kiinnityspalat, kahvat, magneetit, lattiakiinnitysjalat, ruuvit ja neliömutterit laskettiin ja tilattiin tarvittava määrä lisää.

Ensin kokoonpantiin pöytätaaso, jota käytettiin muiden osien kokoonpanopöytänä. Seuraavaksi kiinnitettiin muovipalettit M6 x 16 ruuveilla alumiinipaletteihin (kuva 18). Samalla kokeiltiin paikoituspalojen sopivuutta muovipalettien uriin.



KUVA 18. Muovipalettien asentaminen alumiinipalettien päälle

Laatikostotason rakentaminen aloitettiin teleskooppijohteiden asentamisella väliprofiileihin (kuva 19). Kokoonpanossa piti muistaa asentaa kaikki kulmakiinnityspalat ja kiinnitysmutterin oikeaan väliin, sillä rakenteeseen oli hyvin työlästä lisätä komponentteja jälkikäteen.



KUVA 19. Teleskooppijohteiden asentaminen väliprofiileihin

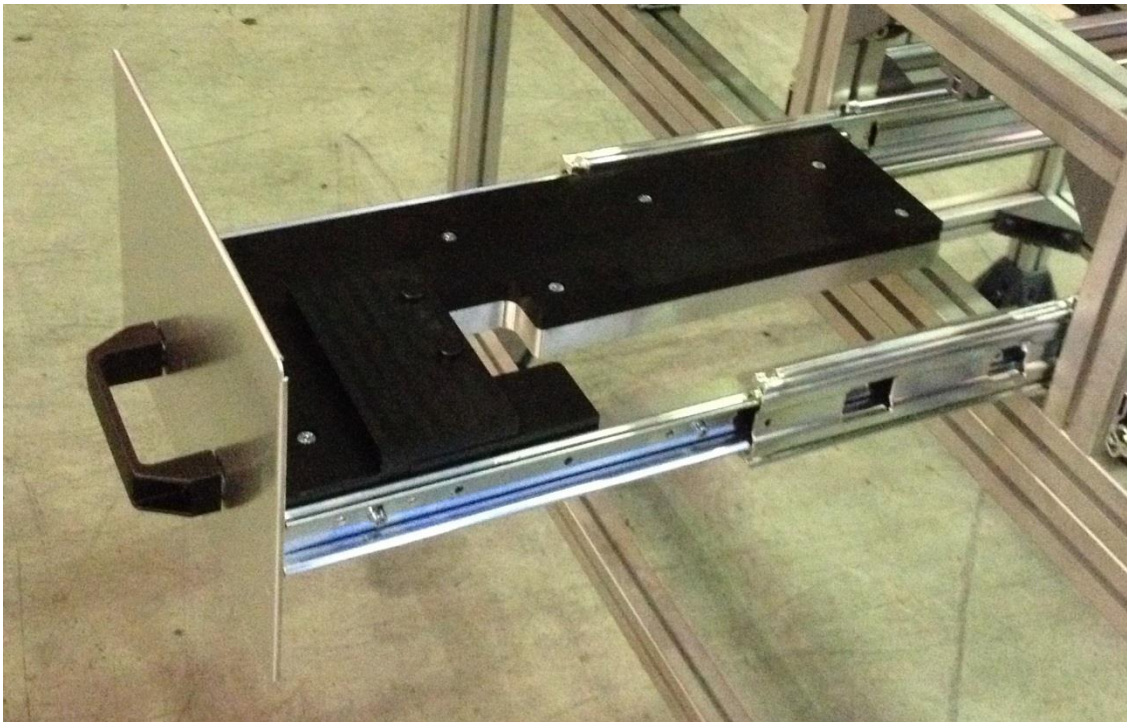
Väliprofiilien kokoamisen jälkeen nostettiin laatikosto-osa pöytätason päälle. Rakenteen säätöä ei kuvassa 20 ole suoritettu, joten teleskooppijohteet eivät ole oikeissa kohdissa.



KUVA 20. Laatikostotaso nostettuna pöytätason päälle

Suurin työ oli laatikoiden vaa'itsemisessa. Ensin rakenne säädettiin vatupassilla suoraan ja mittaamalla ristimitat kohdilleen. Sen jälkeen teleskooppijohteiden ruuveja löysättiin niin, että johteen saatiin kaikki suoraan.

Kuvassa 21 näkyy laatikko kiinni teleskooppijohteissa. Alumiinipaletti kiinnitettiin teleskooppijohteisiin seitsemällä ruuvilla molemmilta puolin. Muovipaletti kiinnitettiin alumiinipalettiin jo ennen teleskooppijohteisiin asennusta. Alumiinipalettiin kiinnitettiin etulevy ja Handle 120 -kahva. Pienimmän jarrunmallin paikoituspala on myös paikallaan kuvassa 21.



KUVA 21. Laatikko kiinnitettynä rakenteeseen

Seuraavaksi rakenteeseen lisättiin loput laatikot paikoilleen. Lopullinen suoruus tarkistettiin lopullisessa sijoituspaikassaan. Laatikoiden suoristaminen oli kuvassa 22 vielä kesken. Magneetit olivat rungossa kiinni jo tässä vaiheessa, joskin laatikot pysyivät hyvin kiinni ilman magneettejakin. Kun välivarastoa käytetään linjalla, todetaan, onko magneeteille todellisuudessa tarvetta.



KUVA 22. Koko rakenne

Todellinen rakenne näyttää hyvin samannäköiseltä kuin inventorilla laaditussa 3D-mallissa kuvassa 4. Vertailun vuoksi kuvassa 23 laatikot ovat auki samalla tavalla kuin koneella laaditussa 3D-mallissa. Kuviin 22 ja 23 on laitettu jo alumiinilevyt takaseinään ja päätysesiniin.



KUVA 23. Koko rakenne kolmella esimerkikilaatikolla

Kuvassa 24 kaikki laatikot ovat jo kokonaisuudessaan paikoillaan. Lämmityskomponenttien asentaminen ja lopulliseen paikkaan siirtäminen oli tässä vaiheessa vielä tekemättä.



KUVA 24. Kaikki laatikot kiinnitettyinä paikoilleen

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä suunniteltiin ja rakennettiin välivarasto jarrukokoonpanolinjaan. Välivaraston tarkoituksena oli pelkän passiivisen kappaleensäilytyksen sijasta varastoida ja samalla lämmittää jarrun runkoa hartsin kovettumisen ajan, eli varastosta tuli työn tuloksena aktiivinen, LEAN-periaatteita toteuttava toimilaitte tuotantolinjalle. Aluksi hartsin kovettumiseen arvioitiin menevän vähintään tunti, mutta uuden lämmityslaitteiston avulla pienimmillä rungoilla lämmitysajaksi jäi puoli tuntia ja pisimmilläänkin lämmitys kestää alle tunnin. Ajallisesti lämmityksellä säästettiin paljon. Välivarastossa on tarpeeksi laatikoita, mikäli 5 minuutin tahtiaikaa saadaan alku- ja loppukokoonpanossa lyhennettyä.

Opinnäytetyön tavoite täyttyi vaatimuslistaan verrattuna hyvin. Suunniteltiin ja rakennettiin toimiva välivarasto, joka on helposti muunneltavissa myöhemmin. Alumiiniprofiilit voidaan myös käyttää hyödyksi myöhemmin jossain toisessa kohteessa, jos välivarasto puretaan.

Välivaraston koko saatiin myös pysymään aluksi määritellyssä 1 x 1,5 m:n kokoisena, jopa hieman alle. Kustannukset ylittivät noin 200 €:lla välivaraston budjetin, joka oli 6 000 €. Kustannuksiin on laskettu myös lämmitysjärjestelmä, jonka hinnaksi tuli noin 1 100 €. Vaikka lämmitys rajattiin pois tästä opinnäytetyöstä, se kuului silti välivaraston budjettiin. Vaikka kustannukset saatiin pysymään budjetissa, ei laitteiston komponenttien laadussa ole tingitty. Myös teknisissä ratkaisuissa onnistuttiin saamaan alkuperäistä ideaa huomattavasti parempi lopputulos aikaan.

Koko jarrukokoonpanolinjan toimintaa ei ehditty selvittämään tässä opinnäytetyössä. Välivarasto kuitenkin testattiin, ja mekaniikka toimi suunnitelmien mukaan. Lämmitys toimi myös kuten suunnitelmien ja testeissä saatujen tulosten mukaan oli odotettavissa.

Jälkikäteen ajateltuna joitakin asioita olisi voinut tehdä eri tavalla. Ensimmäisenä tulee mieleen aikataulu. Aikataulu venyi pidemmäksi kuin aluksi suunniteltiin. Välivaraston rakenne päätettiin vasta 3 viikkoa ennen kuin piirustusten ja suun-

nitelmien piti olla valmiina. Työelämässä aikataulujen venyminen on kuitenkin hyvin tyypillistä, joskaan ei toivottavaa.

Lämmityksen rajaaminen pois opinnäytetyöstä oli hyvä asia, koska tietoni ei olisi riittänyt sähkökomponenttien käsittelyyn ja suunnitteluun. Opinnäytetyö olisi myös ollut laajuudeltaan liian suuri. Mekaniikkasuunnittelulla saatiin jo riittävä laajuus opinnäytetyöhön. Palettien muotojen ja jarrujen paikoituksen suunnittelussa kului myös paljon aikaa.

Välivaraston rakenne jäi tiukan aikataulun vuoksi hyvin yksinkertaiseksi. Välivaraston käyttö tapahtuu käsin, vaikka opinnäytetyön nimi oli aluksi välivarastointiautomaatti. Lineaariyksiköillä toteutettu jarrun runkojen siirtäminen olisi ollut halvempi vaihtoehto kuin Paternoster, mutta aika ei olisi riittänyt kaiken suunnitteluun ja toteuttamiseen. Alumiiniprofiileista rakennetulla laatikostolla on kuitenkin hyvä aloittaa uuden kokoonpanolinjan käyttäminen. Koko linjahan on prototyyppi ja tarvitsee varmasti tuotekehitystä käytössä todettujen puutteiden takia.

LÄHTEET

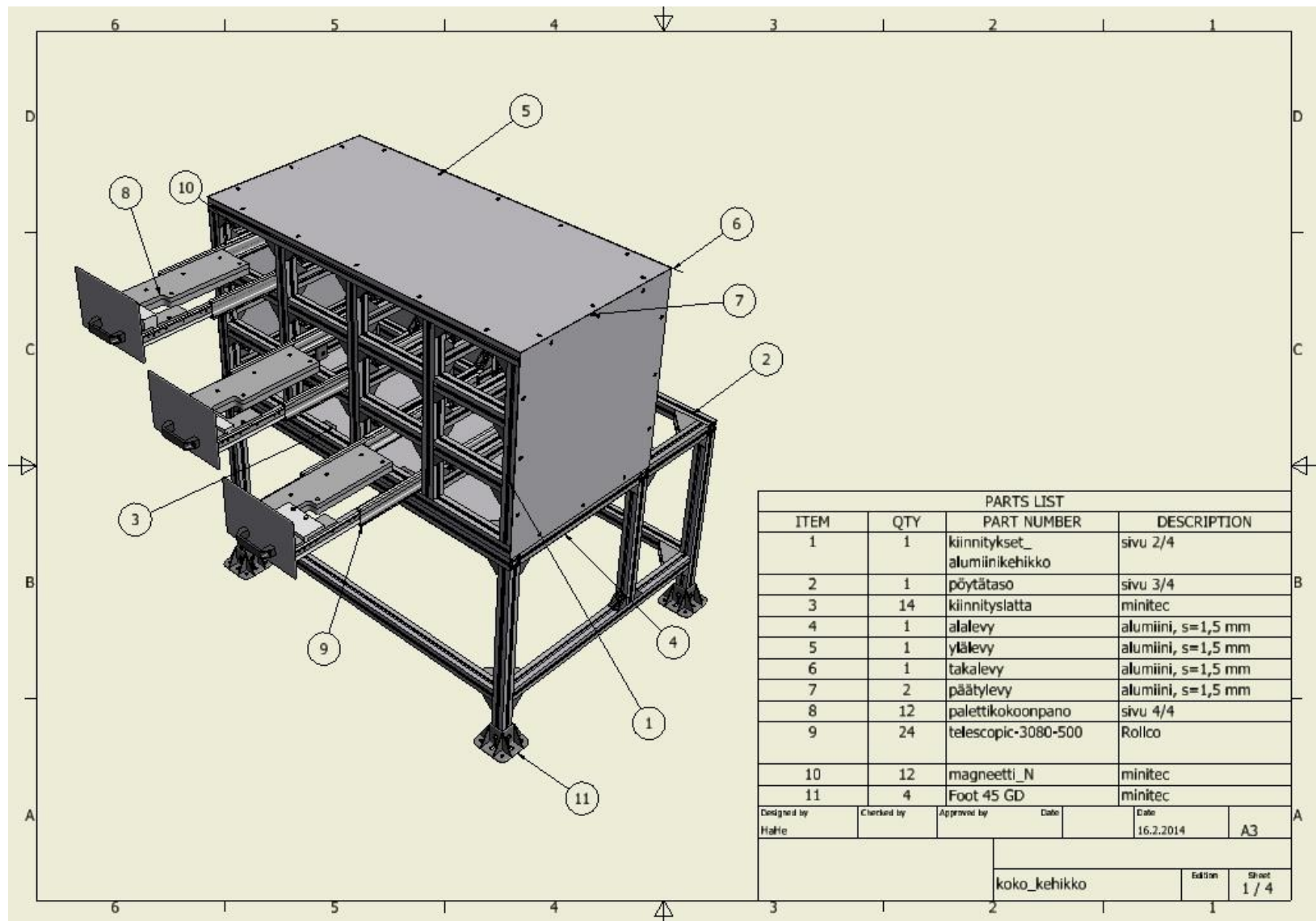
1. Hyytinen, Janne 2014. Jarrukokoonpanolinjan layout ja materiaalivirrat. Valmisteilla oleva opinnäytetyö. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu, kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma.
2. Nivakoski, Antti 2014. Jarrukokoonpanolinjan alkukoontapisteen suunnittelu. Valmisteilla oleva opinnäytetyö. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu, kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma.
3. Lassila, Tomi 2014. Alipainehartsauskammion suunnittelu. Valmisteilla oleva opinnäytetyö. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu, kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma.
4. Kurola, Jari-Pekka 2014. Jarrukokoonpanolinjan loppukoontapisteen suunnittelu. Valmisteilla oleva opinnäytetyö. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu, kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma.
5. Sähköteollisuuden laitteiden erikoisosaaja – Rantek. 2013. Saatavissa: <http://www.rantek.fi/>. Hakupäivä 13.3.2014.
6. Karrus, Kaj E. 2005. Logistiikka. Helsinki: Werner Söderström Osakeyhtiö.
7. Sakki, Jouni 2001. Tilaus-toimitusketjun hallinta. Helsinki: Rastaman Oy.
8. Hokkanen, Simo – Karhunen, Jouni – Luukkainen, Martti 2011. Johdatus logistiseen ajatteluun. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino.
9. Kasten Paternoster-varastoautomaatti – Kasten- varastoautomaatit ja WMS – Kasten Finland 2011. Saatavissa: <http://www.kasten.fi/Tuotteet/Varastoautomaatit-ja-WMS/Paternoster/>. Hakupäivä 13.3.2014.
10. Fanuc robotit. 2014. Fastems. Saatavissa: <http://www.fastems.com/fi/tuotteet/robotiikka/fanuc-robotit/>. Hakupäivä 13.3.2014.

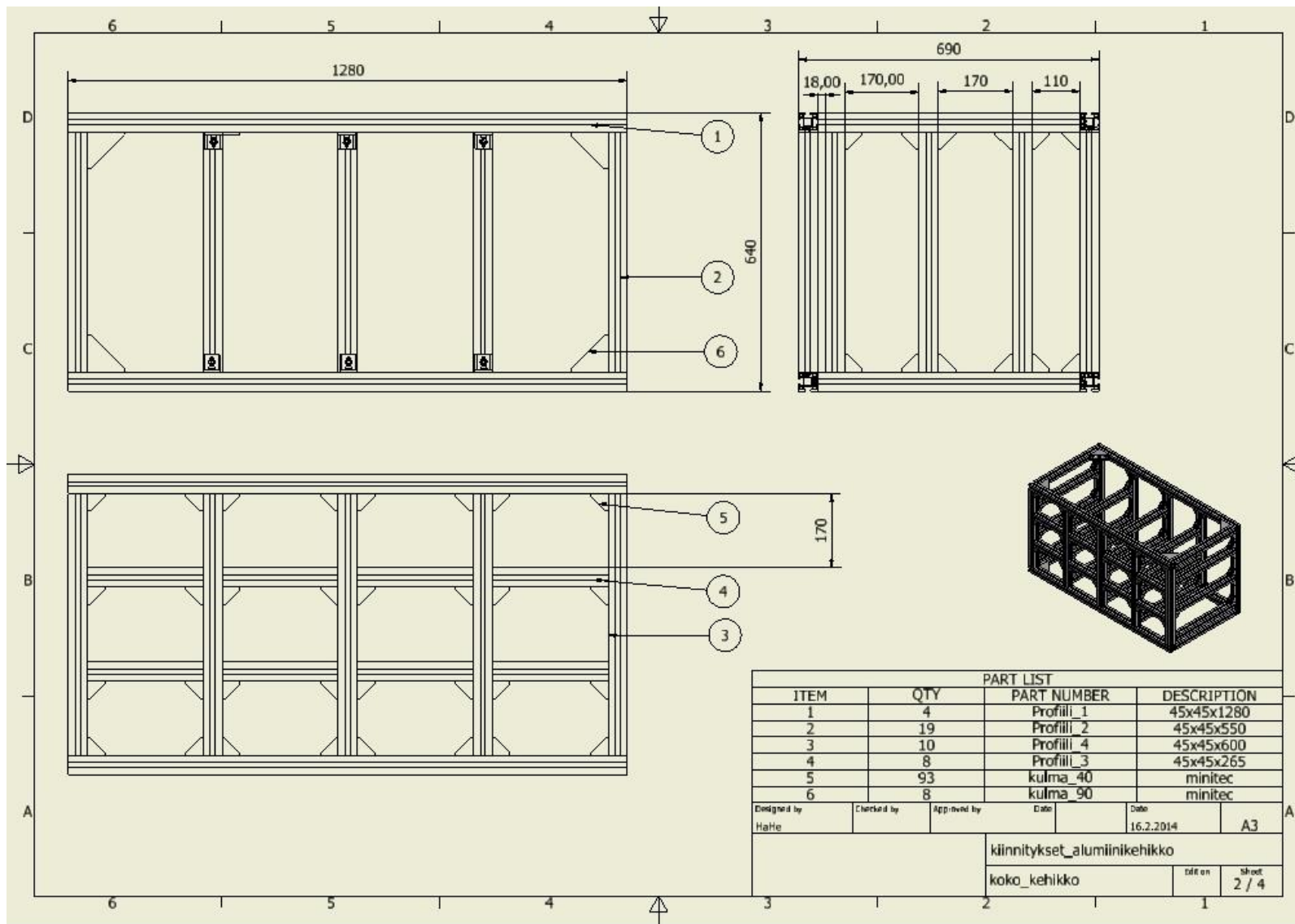
11. Eko-Form. 2013. Saatavissa: http://www.ekoform.fi/wemo_16_5.html. Hakupäivä 13.3.2014.
12. Väyrynen, Seppo – Nevala, Nina – Päivinen, Minna 2004. Ergonomia ja käytettävyys suunnittelussa. Tampere: Tammer-Paino Oy.
13. Suomalaiset miehet venyvät pituutta viisi senttiä 30 vuodessa - Kotimaa - Turun Sanomat. 31.5.2010. Saatavissa: <http://www.ts.fi/uutiset/kotimaa/135100/Suomalaiset+miehet+venyivat+pituutta+viisi+senttia+30+vuodessa>. Hakupäivä 13.3.2014.
14. Minitec catalogue. Part N° 95.3010/0. 2011. Minitec Profile: profiilit ja kiinnikkeet (pdf). Saatavissa: <http://www.movetec.fi/images/pdf/Profilesystem.pdf>. Hakupäivä 13.3.2014.
15. Light Telescopic Rail 2012-2011. 2012. Rollco: Kevyet teleskoopit PDF-esite. Saatavissa: <http://www.rollco.fi/wp-content/uploads/2012/07/Light-Telescopic-Rail-2012-11.pdf>. Hakupäivä 13.3.2014.



LÄHTÖTIETOMUISTIO

Työn tiedot	Tekijä ¹	Hanna-Leena Herronen	Tilaaaja ²	Sähkö-Rantek Oy
	Tilaaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot ³			
	Juha-Matti Rantapää			
	Työn nimi ⁴			
	Jarrukokoonpanolinjan välivaraston suunnittelu			
	Työn kuvaus ⁵			
	Hartsauslinjan suunnitteluun: jarrujen välivaraston suunnittelu. Välivarastoon mahdollista n. 20 kappaletta hartsin kuivumisen ajaksi n. 1h. Tilaa käytössä n. 1m x 1,5m			
	Työn tavoitteet ⁶			
Välivaraston suunnittelu ja komponenttien valinta. Välivaraston pystyttäminen/rakentaminen				
Tavoiteaikataulu ⁷				
Suunnittelutyö valmis 29.11.2013 (vik 48)				
Raportti valmis 17.3.2014				
Välivarasto toiminnassa helmikuun loppu 2014				
Päiväys ja allekirjoitukset ⁸				
23, 9, 13		23, 9, 13		
Tekijän allekirjoitus		Tilaaajan allekirjoitus		
Hanna Herronen		Juha-Matti Rantapää		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Tekijän nimi, puhelinnumero ja sähköpostiosoite. 2. Työn teettävän yrityksen virallinen nimi. 3. Sen henkilön nimi ja yhteystiedot, joka yrityksessä valvoo työn suoritusta. 4. Työn nimi voi olla tässä vaiheessa työnimi, jota myöhemmin tarkennetaan. 5. Työ kuvataan lyhyesti. Siinä esitetään muun muassa työn tausta, lähtötilanne ja työssä ratkaistavat ongelmat. 6. Esitetään lyhyesti ja selvästi työn tavoitteet. 7. Esitetään projektin tavoiteaikataulu. Silloin, kun työllä on välitavoitteita, myös ne merkitään aikatauluun. Tavoiteaikataulun ja oppilaitoksen yleisaikataulun perusteella tekijä laatii oman aikataulunsa. 8. Lähtötietomuistio päivätään ja sen allekirjoittavat tekijä ja tilaaajan yhdyshenkilö. 				





Technical drawing of a table frame assembly. The drawing includes a front view (top left), a side view (top right), and a perspective view (middle right). Dimensions are provided: 1280 mm for the table width, 770 mm for the table height, and 990 mm for the table depth. Callouts 1 through 9 identify specific parts of the frame. The drawing is framed by a coordinate system with horizontal axis 1-6 and vertical axis A-D.

TABLE			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	3	Profilii_1	45x45x1280
2	2	Profilii_2	45x45x550
3	2	Profilii_9	45x45x305
4	4	Profilii_5	45x45x725
5	2	Profilii_6	45x45x1190
6	2	Profilii_7	45x45x900
7	2	Profilii_8	45x45x500
8	26	kulmapala_40	minitec
9	12	kulmapala_90	minitec

Designed by HaHe	Checked by	Approved by	Date 16.2.2014	A3
pöytätaaso			Editen	Sheet 3 / 4
koko_kehikko				

