



Siirrettävä nostotaso

Kehitysprojekti

Konsta Ylönen

Valto Karhumaa

OPINNÄYTETYÖ

Helmi­kuu 2022

Konetekniikka

Tuotantotekniikka (Konsta), Tuotekehitys (Valto)

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Konetekniikka
Tuotantotekniikka (Ylönen) / Tuotekehitys (Karhumaa)

YLÖNEN, KONSTA & KARHUMAA, VALTO:
Siirrettävä nostotaso
Kehitysprojekti

Opinnäytetyö 52 sivua, joista liitteitä 15 sivua
Helmikuu 2022

Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella ja valmistaa uusi kehitysversio siirrettävästä nostotasosta rakennustyömaalle. Nostotason tarkoitus on turvallistaa ikkuna-aukosta tehtäviä nostoja rakennusvaiheessa kerrostalotyömailla. Kehitystyö toteutettiin olemassa olevan laitteen pohjalta asiakkailta saatuja palautteita ja kehitysehdotuksia hyödyntäen.

Opinnäytetyö tehtiin Tampereella toimivalle PowerTen Oy:lle, joka valmistaa räätälöityjä nostoapuvälineitä teollisuuteen. Yritys oli tehnyt siirrettävästä nostotasosta aiempia versioita, joten täysin uutta laitetta ei luotu. Lähtökohtainen idea pysyi nostotasossa samana – tarkoituksena oli kehittää laitetta paremmaksi.

Kehitysprojekti sisälsi tuotekehitysprosessin suunnittelusta valmiiseen laitteeseen, joka toimitettiin asiakkaalle. Suunnittelu toteutettiin Solidworks-ohjelmalla, minkä jälkeen alihankinnasta tilattiin osat yrityksen varastolla tehtyyn loppukoonpanoon ja testaukseen.

Asiasanat: nostoapuväline, rakennusala, turvallisuus, mekaniikkasuunnittelu, tuotekehitys

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Mechanical Engineering
Production Engineering (YLönen) / Product Development (Karhumaa)

YLÖNEN, KONSTA & KARHUMAA, VALTO:
Movable Lifting Platform
Development Project

Bachelor's thesis 52 pages, appendices 15 pages
February 2022

The object of the thesis was to design and manufacture a new development version of the Movable Lifting Platform for a construction site. The purpose of the lifting platform is to secure a lifting situation from the window during the construction phase on apartment building sites. The development work based on the existing equipment, utilizing the feedback and development suggestions received from customers.

The thesis was written for PowerTen Oy in Tampere, which manufactures customized lifting equipment for various industries. The Movable Lifting Platform had earlier been made by the company, so a completely new device was not created. The intention was to improve the existing device. The basic idea of the lifting platform remained the same.

The development project included a product development process from design to the finished device that was delivered to the customer. The design was done with Solidworks software, and after that the parts were subcontracted for final assembly and testing at the company's warehouse.

Key words: lifting equipment, construction industry, safety, mechanical engineering, product development

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	KEHITYSTYÖN LÄHTÖKOHDAT	7
	2.1 Koneasetus suunnittelun raamina	7
	2.2 Tuotekehitys nostoapuvälineen suunnittelussa	7
	2.3 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite	8
3	SIIRRETTÄVÄN NOSTOTASON TAUSTA.....	9
	3.1 Siirrettävä nostotaso käsitteenä	9
	3.2 Holvimuottikaluston siirto nostoapuvälineellä	10
	3.3 Nostotason rakenne	11
	3.4 Siirrettävän nostotason historia	12
	3.5 Nostotason kehityskohteet	12
4	TOTEUTUSSUUNNITELMA	14
	4.1 Suunnittelu ja valmistus	14
	4.2 Aikataulu	14
5	NOSTOTASON SUUNNITTELUVAIHE	16
	5.1 Runkorakenteen muutokset	16
	5.2 Käännettävä kiinnitysvarsi.....	17
	5.3 Painopisteen siirto.....	18
	5.4 Kelkan laakerointi.....	19
	5.5 Valmistusmenetelmien valinta.....	21
	5.6 Lujuuslaskenta simuloimalla	22
	5.6.1 Runkorakenne	23
	5.6.2 Kelkka.....	24
6	VALMISTUSPROSESSI	27
	6.1 Valmistuskuvat.....	27
	6.2 Alihankinta	28
	6.3 Kokoonpano	29
	6.4 Dokumentointi	32
	6.5 Lopputulos	33
7	POHDINTA	35
	LÄHTEET	37
	LIITTEET	38
	Liite 1. Aikataulu Gantt-kaavio	38
	Liite 2. Palaute vanhasta nostotasosta	39
	Liite 3. Käyttö- ja huolto-ohje	40

ERITYISSANASTO

HEA-palkki	Eurooppalaisen standardin mukainen A-typin teräs-palkki
Hitsausjigi	Hitsaamista helpottava kiinnityspöytä
Putkilaser	Putken pyörittäjällä varustettu laserleikkauskone
Renderöinti	3D-mallin muuttaminen realistiseksi kuvaksi
RHS-putki	<i>Round Hollow Section</i> , eli suorakulmainen teräksinen putkipalkki

1 JOHDANTO

Rakennusteollisuudessa suoritetaan paljon erilaisia nostoja, mistä syystä nostoturvallisuuden huomioiminen ja kehittäminen on hyvin merkittävä asia. Työturvallisuusasiat ovat menneet viime vuosina kokonaisuudessaan parempaan suuntaan, mutta tapaturmia tapahtuu silti turhan usein. Tämän vuoksi työturvallisuuteen kiinnitetään koko ajan aiempaa enemmän huomiota. Etenkin nostettaessa painavia taakkoja tapaturmat ovat usein melko vakavia ja pahimmillaan johtavat kuolemaan. Tästä syystä rakennusteollisuudessa on alettu entistä enemmän ajatella myös nostoturvallisuutta osana työturvallisuutta ja sen kehittämistä erilaisin toimenpitein. Nostoturvallisuuden kehittämisessä on tärkeää noston suorittajien riittävä koulutus, oikeanlaiset menetelmät sekä tarkoituksenmukaiset ja hyväksytyt nostovälineet.

Tässä kehitysprojektissa suunniteltiin ja valmistettiin uusi kehitysversio siirrettävästä nostotasosta, jonka tavoitteena on lisätä nostoturvallisuutta rakennustyömailla ja vähentää onnettomuuksia. Rakennusalalla halutaan siirtyä turvallisempiin toimintatapoihin, ja nostotaso nähdään tärkeänä osana tätä siirtymää. Pyrkimyksenä on myös, että nostotason käyttö ei lisää työvaiheen kokonaiskustannuksia kohtuuttomasti.

Siirrettävä nostotaso on ikkuna-aukkoon kiinnitettävä nostoapuväline, joka mahdollistaa materiaalin turvallisen siirtämisen ikkunan ulkopuolelle torninosturin ulottuville. Laitetta voidaan käyttää myös tavarantoimittamiseen ikkunasta sisälle. Nostotaso on käytännössä laakeroitu kelkka, jolla voidaan liikuttaa rakennustarvikkeita ikkunasta ulos ja sisään.

Opinnäytetyö toteutettiin nostoapuvälineitä valmistavalle PowerTen Oy:lle, joka on erikoistunut innovatiivisten nostoratkaisujen suunnitteluun ja valmistamiseen (PowerTen Oy n.d.). Yritys on kehittänyt siirrettävää nostotasoa vuodesta 2017 yhteistyössä rakennusalan toimijan kanssa. Uuden kehitysversion tarkoituksena on parantaa laitteen käytettävyyttä ja toimintavarmuutta aiemmista nostotasoista saatujen palautteiden pohjalta. Lisäksi laitteen rakenne on tarkoitus saada mahdollisimman yksinkertaiseksi.

2 KEHITYSTYÖN LÄHTÖKOHDAT

2.1 Koneasetus suunnittelun raamina

Koneiden ja laitteiden turvallisuudesta on asetettu Valtioneuvoston asetus, joka pohjaa EU:n konedirektiiviin 2006/42/EY (VNa 400/2008). Siirrettävä nostotaso voidaan luokitella nostoapuvälineeksi, sillä lähtökohtaisesti kaikki päätarkoitukseltaan nostamiseen tarkoitettut laitteet, joita ei ole kiinnitetty nostolaitteeseen, luokitellaan nostoapuvälineisiin (Directive 2006/42/EY).

Nostoapuvälineiden suunnittelussa ja valmistuksessa on noudatettava tarkasti koneasetusta, jotta laite olisi turvallinen ja laillinen. Nostamiseen liittyy aina omat riskinsä, kuten putoava taakka, minkä vuoksi asetusten noudattaminen on erityisen tärkeää. Konedirektiivi velvoittaa valmistajaa varmistamaan, että kone täyttää turvallisuusvaatimukset. Lisäksi tuotteen mukana on toimitettava vaatimustenmukaisuustodistus, sekä käyttö- ja huolto-ohjeet. (VNa 400/2008.)

2.2 Tuotekehitys nostoapuvälineen suunnittelussa

Tuotteelle on lähes aina asetettu sekä teknisiä että taloudellisia vaatimuksia. Nämä vaatimukset pyritään täyttämään niin hyvin kuin on teknisesti ja taloudellisesti mahdollista ja tarkoituksenmukaista. Tuotekehityksellä voidaan tarkoittaa täysin uuden tuotteen suunnittelemista tai jo olemassa olevan tuotteen kehittämistä aiempaa paremmaksi teknisesti ja taloudellisesti kannattavammaksi. Tuotetta voidaan myös kehittää vastaamaan muuttuneisiin vaatimuksiin, kun kokonaan uuden tuotteen kehittäminen ei ole tarpeellista. (Jokinen 2010, 9–10.)

Tässä projektissa tuotekehitys painottuu laitteen toiminnallisuuden kehittämiseen sekä toimintavarmuuteen. Nostovälineitä suunniteltaessa on kaikissa ratkaisuissa kiinnitettävä erityistä huomiota siihen, että laitteen turvallisuus ei heikkene kehitysratkaisujen seurauksena. Lisäksi ratkaisujen kustannuksia pyritään minimoimaan edellä mainittujen ominaisuuksien rajoissa.

2.3 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite

Siirrettävän nostotason kehitysprojektissa tarkoituksena on suunnitella ja valmistaa uusi kehitysversio. Lähtökohtana kehityksessä on nostotasosta tehdyt aiemmat versiot ja niistä saadut palautteet. Nostotason käytettävyyttä pyritään kehittämään tiedossa olevien ongelmien perusteella. Lisäksi laitteen rakenne on tarkoitus saada mahdollisimman yksinkertaiseksi ja toimintavarmaksi.

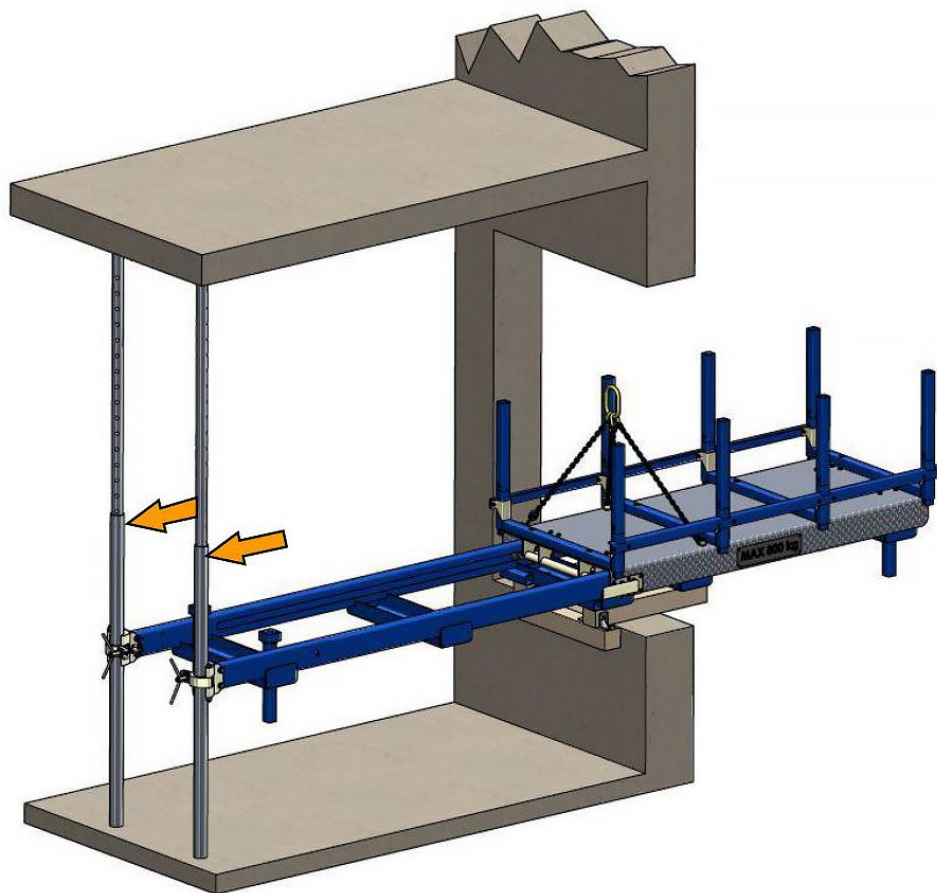
Projektin tavoitteena on kehittää nostotaso käytettävyydeltään ja toiminnoiltaan vastaamaan rakennusalan tarpeita. Nostotasojen saaminen laajemmalti markkinoille lisää huomattavasti alan turvallisuutta ja vähentää onnettomuuksia.

Vastaavaa nostotasoa ei ole aiemmin kehitetty, minkä vuoksi laitteella nähdään olevan suuri potentiaali rakennusalalla. Tavoitteena on saada laitteen kysyntä kasvamaan, mikä voisi lisätä nostotasojen ainoana valmistajana PowerTen Oy:n myyntiä merkittävästi.

3 SIIRRETTÄVÄN NOSTOTASON TAUSTA

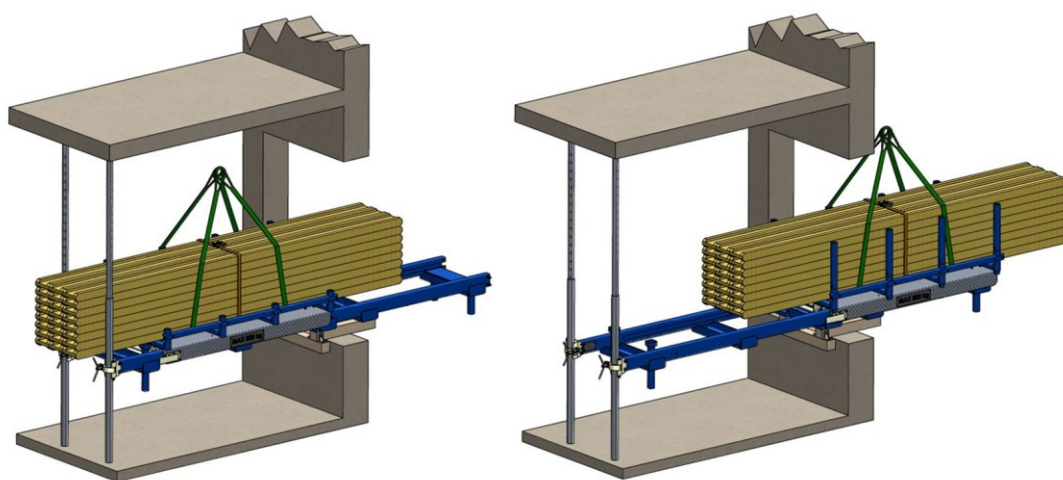
3.1 Siirrettävä nostotaso käsitteenä

Siirrettävällä nostotasolla tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä kerrostalotyömaille kehitettyä nostoapuvälinettä. Nostotaso käytetään turvallistamaan ja helpottamaan materiaalin siirtoa kerrostalosta pois tilanteessa, jossa yläkautta nostaminen esimerkiksi torninosturilla ei ole mahdollista. Tällainen tilanne syntyy usein, kun holvimuottikaluston avulla valetaan seuraava välipohja, jolloin holvimuottikalusto täytyy nostaa ikkunan kautta ylempään kerrokseen sen välipohjan valua varten. Nostotaso kiinnitetään ikkuna-aukkoon helpottamaan kaluston turvallista nostamista ikkuna-aukon kautta (kuva 1).



KUVA 1. Siirrettävä nostotaso asennettuna ikkuna-aukkoon

Nostotasolla itsessään ei siis nosteta kalustoa vaan tason avulla muottikalusto saadaan turvallisesti vietyä ikkunan ulkopuolelle siten, että nosturilla päästään nostamaan tasolle tehty kuorma suoraan kuorman painopisteen yläpuolelta (kuva 2). Ilman nostotasoa kuorma joudutaan kasaamaan ikkuna-aukon reunalle ja nostamaan siitä nosturilla, jolloin nosturia ei saada tuotua suoraan kuorman yläpuolelle. Tällöin nosturin ketjuihin muodostuu hieman vinovetoa. Kun tällaisessa vinonostossa kuorma nousee irti ikkunan reunalta, alkaa kuorma keinua, mikä voi aiheuttaa kuorman osumisen rakennuksen seinään.

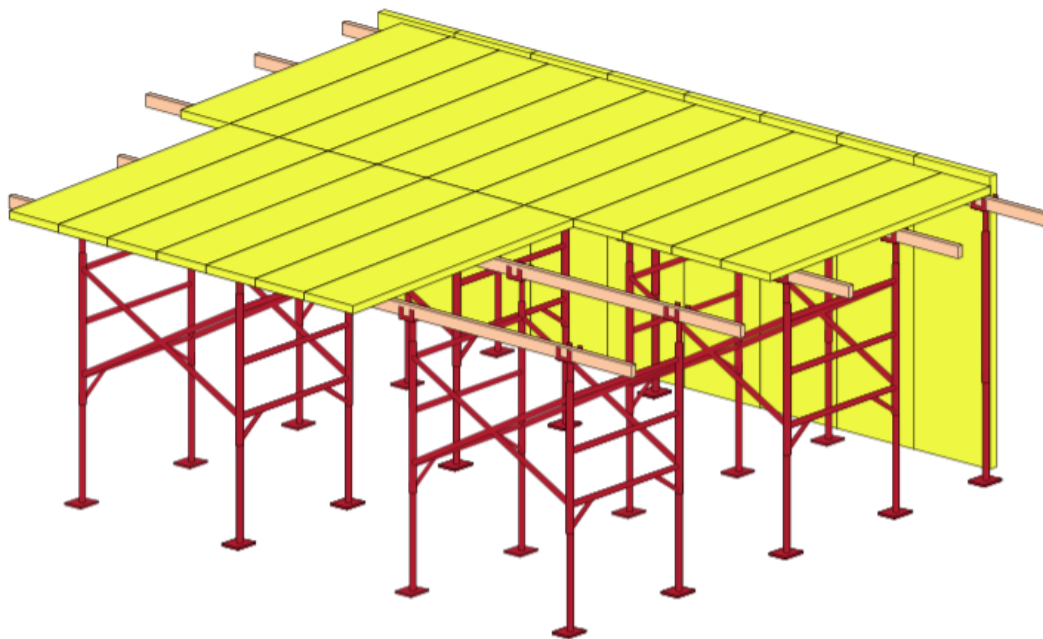


KUVA 2. Kuorman siirto nostotason avulla

3.2 Holvimuottikaluston siirto nostoapuvälineellä

Siirrettävä nostotaso on tarkoitettu lähtökohtaisesti holvimuottikaluston siirtoon rakennustyömaalla. Huoneistosta poistettava muottikalusto on nostettava ikkuna-aukoista seuraavaan kerrokseen.

Holvimuottikalustoa käytetään tukirakenteena paikallavalettavan holvin valuvaiheessa. Välipohjan betonivaluvaiheessa holvin kasettimuotit ovat tukitelien varaan kasattava muottipinta. Kasettimuotit (kuva 3) koostuvat pystytuista, tukipalkeista ja muottivanereista. Kasettimuotit koostuvat pienistä osista, jolloin kaikki yksittäiset osat ovat käsin liikuteltavia. (Koski 2010, 67.)



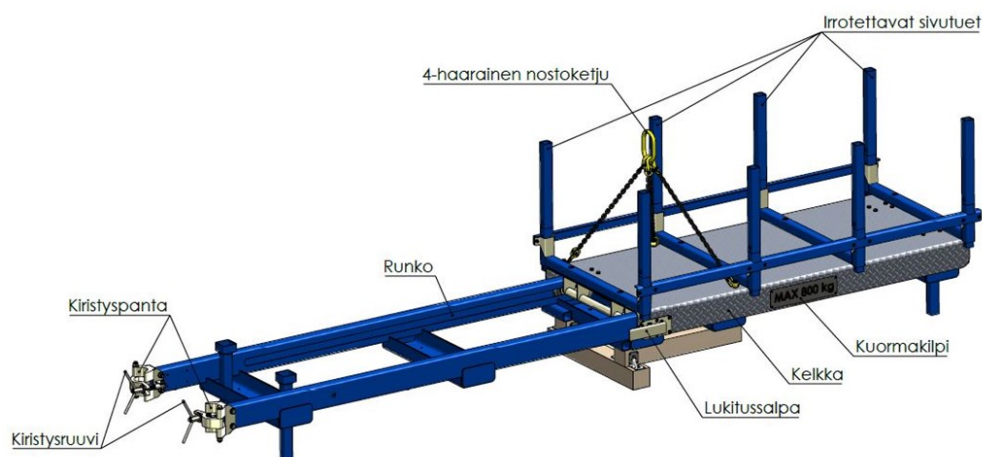
KUVA 3. Holvin kasettimuotit (Koski 2010, 67)

Siirrettävän nostotason kiinnityksessä hyödynnetään muottikaluston pystytukea eli holvikaaritukea. Holvikaarituki asennetaan lattian ja katon väliin, johon nostotaso ankkuroidaan tarttujan avulla.

3.3 Nostotason rakenne

Siirrettävän nostotason runko koostuu kahdesta noin neljä metriä pitkästä runkopalkista (kuva 4). Runkopalkit toimivat myös rungon päälle laakeroidun kelkan kiskoina. Kelkan pohjalevyn päällä on RHS-putkista tehty rakenne, jonka päälle kuorma lastataan. Kelkan yläpinnassa laitteen painopisteen kohdalla on 4-haarainen nostoketjuyhdistelmä, jolla nostotaso nostetaan ikkuna-aukkoon käyttöä varten.

Rungon alla olevat puupalkit ovat vasteina ikkuna-aukon reunalle, jotta laite pysyy hyvin paikallaan ja teräsrakenteet eivät raavi ikkuna-aukkoon. Kiristyspannat ovat käsin kiristettävät puristimet, jotka kiinnitetään holvitukiin, kun laitetta käytetään. Kelkassa oleva lukitussalpa estää kelkan liikkumisen muulloin kuin se on tarpeellista.



KUVA 4. Lähtökohtana olevan nostotason rakenne

3.4 Siirrettävän nostotason historia

Alkuperäinen idea nostotasosta on lähtöisin rakennusalan asiakkaalta, joka otti yritykseemme yhteyttä. Heillä oli ajatus kiskoilla liikkuvasta tasosta, joka voitiin liu'uttaa ikkuna-aukosta ulos ja takaisin. Jonkinlainen tee se itse -malli asiakkaalla oli olemassakin, mutta tarve oli kunnolliselle, CE-merkitylle nostoapuvälineelle.

Aluksi nostotasoja kehitettiin asiakkaan kanssa yhteistyössä, minkä tuotoksena syntyikin kolme erilaista versiota siirrettävästä nostotasosta. Ensimmäinen versio on toimitettu käyttöön vuonna 2017. Siitä on pikkuhiljaa tultu eteenpäin uusien kehitysversioiden myötä. Suurin sallittu työkuorma ensimmäisellä laitteella oli 350 kg, mikä on käyttötarkoitukseen nähden turhan pieni. Viimeisin kehitysversio toimitettiin alkuvuodesta 2020, 800 kg:n työkuormalla.

3.5 Nostotason kehityskohteet

Nostotasoja lähdettiin kehittämään aiemmista malleista saadun palautteen (liite 2) pohjalta sellaiseksi, että sen käytettävyys saadaan mahdollisimman hyväksi. Samalla haluttiin parantaa laitteen valmistettavuutta ja vähentää valmistuskustannuksia. Nostotasoja käytetään yleensä useampaa samalla työmaalla, jolloin valmistuserätkin olisivat useamman kappaleen eriä. Valmistuskustannuksia ja

valmistusmenetelmiä haluttiin miettiä juuri sen takia, että laite soveltuisi paremmin valmistettavaksi suuremmassakin eräkoossa.

Vanhoista laitteista saatiin palautetta asiakkaan kanssa käydyissä keskusteluissa ja kirjallisena materiaalina (liite 2). Palautteista ilmeni, että laite oli jo siinä vaiheessa työturvallisuutta ajatellen hyvä uudistus nostojen suorittamiseen. Laitteen teknistä rakennetta ja toimintavarmuutta sekä helppokäyttöisyyttä oli myös keuhuttu työnjohdon ja työntekijöiden toimesta.

Kehityskohteet laitteessa painottuivat melko pitkälti työvaiheen tehokkuuteen ja laitteen käytön ennakointiin työmaan suunnitteluvaiheessa. Kelkkaan yhdellä kerralla mahtuva materiaalin määrä oli myös todettu turhan pieneksi, mikä johtaa nosturin nostojen lisääntymiseen ja sitä kautta työvaiheen hidastumiseen. Tällöin työvaihe vie paljon nosturin aikaa muilta nostoilta. Ikkuna-aukkoon asennettu kelkka jäi myös liian korkealle työergonomian kannalta.

4 TOTEUTUSSUUNNITELMA

4.1 Suunnittelu ja valmistus

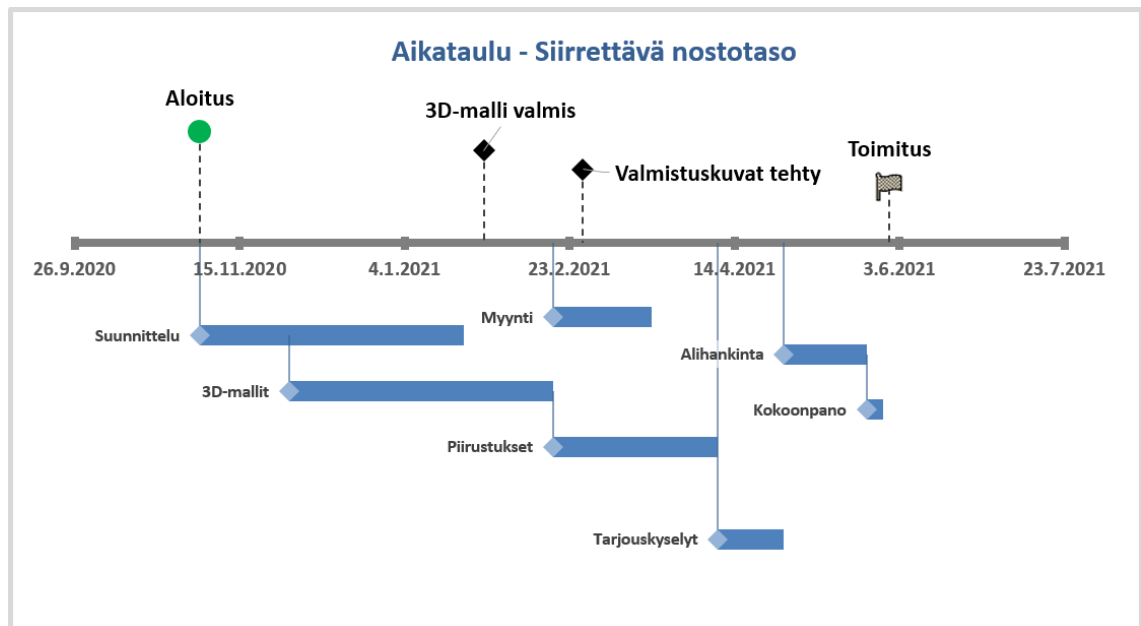
Tuotekehitystä aloitetaan aiemman nostotasomallin pohjalta, johon on tarkoitus toteuttaa asiakkaalta saadun palautteen mukaiset ominaisuudet. Mekaniikka-suunnittelu toteutetaan Solidworks-ohjelmistolla. Aiemmasta nostotasosta on olemassa 3D-malli, jonka pohjalta uutta versiota on hyvä lähteä kehittämään. Rakenteeseen tulee sen verran paljon muutoksia, että vanhojen mallien revisioiminen ei kuitenkaan ole järkevää.

3D-mallin pohjalta tehdään valmistuskuvat alihankintaan ja kokoonpanoa varten. Alihankinnasta tilataan käytännössä kaikki loppukokoonpanoa lukuun ottamatta. Lisäksi laitteen lujuus täytyy todentaa lujuuslaskennalla ennen tuotteen valmistamista. Lujuustarkastelu toteutetaan Solidworks Simulation -lisäosalla.

Valmiin tuotteen mukana toimitetaan asiakkaalle käyttö- ja huolto-ohjeet, jotka laaditaan konedirektiivin mukaisesti. Ohje sisältää CE-merkittävän laitteen vaatimustenmukaisuustodistuksen. Lisäksi laitteeseen tehdään konekilpi CE-merkinällä.

4.2 Aikataulu

Kehitysprojekti alkoi marraskuussa 2020 ja tarkoituksena oli suunnitella ja valmistaa uusi kehitysversio toukokuun 2021 loppuun mennessä. Projektin ohella tehdään muitakin projekteja, mikä on huomioitu aikataulusuunnitelmassa. Alla olevassa Gantt-kaaviossa (kaavio 1) on jaoteltu aikataulusuunnitelma projektin ajalle.



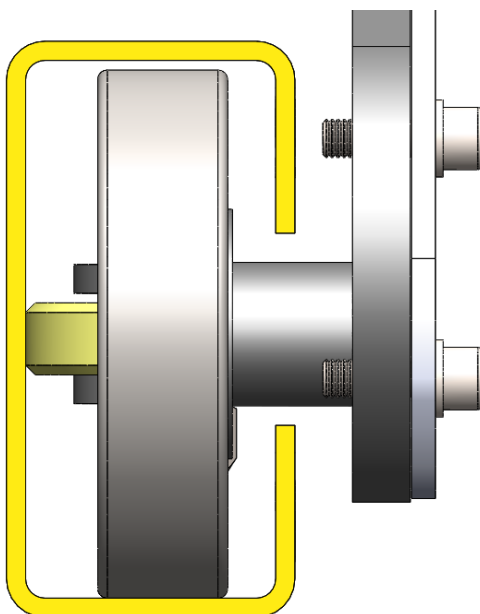
KAAVIO 1. Gantt-kaavio aikataulusuunnitelmasta

Projektin aikataulu on hyvin joustava, sillä aikaa on varattu reilusti. Tämä mahdollistaa sen, että voidaan keskittyä tarpeen vaatiessa kiireellisempiin projekteihin ja tehdä kehitysprojektia silloin, kun on hiljaisempia jaksoja. Projektin laajuus on kuitenkin tiedossa, joten aikataulusuunnitelma ehkäisee kiireen syntymistä projektin loppumetreillä.

5 NOSTOTASON SUUNNITTELUVAIHE

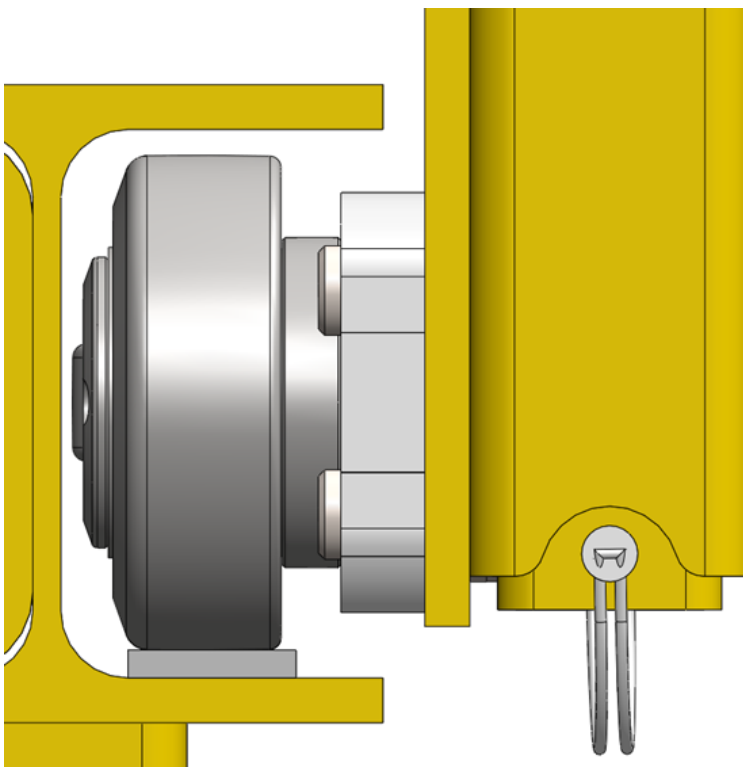
5.1 Runkorakenteen muutokset

Ensimmäisissä malleissa runkorakenne koostui putkipalkeista. Kelkan laakeripyörät kulkivat kyljestä aukaistun RHS-putken sisällä (kuva 5). Putkipalkin sisälle pääsee ajan saatossa likaa, mikä estää kelkan kevyttä liikkumista. Umpinainen rakenne on haastava puhdistaa, joten rakenne täytyi muuttaa.



KUVA 5. Kiskorakenne RHS-putkesta

Edelliseen nostotason kehitysversioon runkorakenne muutettiin HEA-palkista tehtäväksi, jolloin kelkan kiskot ovat avonaiset (kuva 6). Tämä todettiin toimivaksi ratkaisuksi, sillä lika ei kerääny rakenteeseen ja tarvittaessa puhdistaminen on helppoa. Tähän kehitysversioon siis säilytetään toimivaksi todettu HEA-palkeista koostuva rakenne.



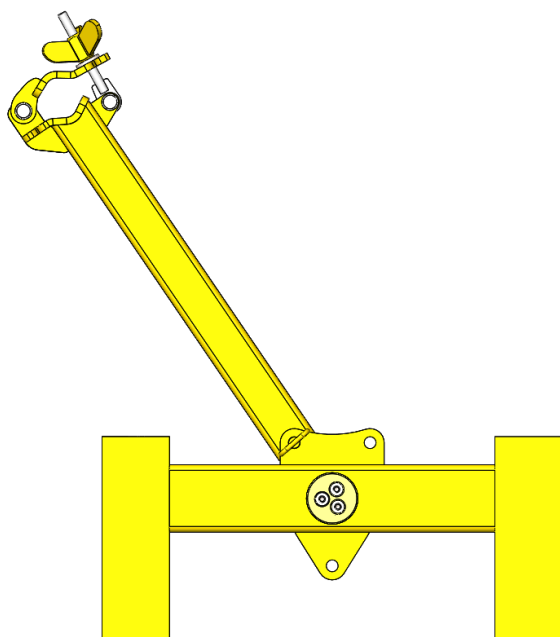
KUVA 6. Kiskorakenne HEA-palkista

Rungon rakenne kuitenkin muuttuu kääntövarren (7.1.2) ja painopisteen (7.1.3) vuoksi. Rungon poikkitukena olevat putket sekä HEA-palkit valmistetaan jatkossa putkilaserilla, mikä helpottaa paikoitusten tekemisessä ja vähentää työtä hitsausvaiheessa. Lisäksi putkipalkeista koostuvat poikkituet lisäävät runkorakenteen ristikkäistä jäykkyyttä.

5.2 Käännettävä kiinnitysvarsi

Aiemmissa nostotasoissa ankkurointi holvitukeen on toteutettu runkopalkkien päissä olevilla tarttujilla. Pitkän tavaran lastaamisessa holvituki on tiellä, sillä kelkaa pidempi tavara osuu sivusta nostettaessa holvitukeen. Nostoissa siis aiheutuu haasteita, kun tavara täytyy pujottaa holvitukien väliin.

Ratkaisuksi tähän ongelmaan kiinteiden tarttujien tilalle vaihdetaan käännettävä varsi, joka saadaan lukittua kelkan sivuun (kuva 7). Jatkossa ankkurointi siis tulee vain yhteen holvitukeen, jolloin lastaaminen helpottuu huomattavasti. Yhdellä tarttujalla kelkan lastauspuoli saadaan pidettyä vapaana.



KUVA 7. Sivuuun käännettävä kiinnitysvarsi

Kääntövarsi on nivelöity akselilla rungon takaosaan. Akseliin vastaa rungossa koneistettu holkki, joka on hitsattu putkilaserilla tehtyyn paikoitusreikään takapään poikkiputkessa. Kääntövarsi voidaan lukita molemmille puolille kelkkaa käyttöasentoon sekä kuljetusasentoon rungon alle.

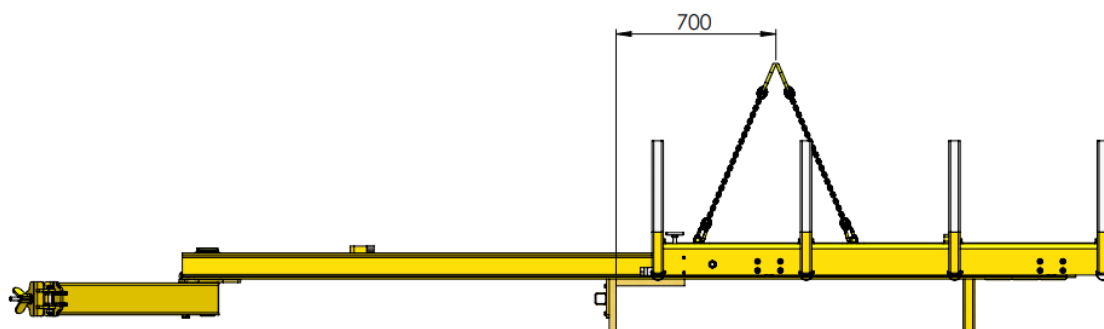
Kääntövarsi mahdollistaa myös takapään keventämistä, sillä runkorakennetta voidaan lyhentää. Lisäksi kääntyvä varsi asennusvaiheessa voidaan kääntää rungon alle, mikä siirtää edelleen painopistettä eteenpäin.

5.3 Painopisteen siirto

Nostotaso asennetaan ikkuna-aukkoon nosturin avulla. Kelkka lukitaan ulkoasentoon, jolloin nosturilla voidaan tarttua kelkassa olevaan nostoketjuyhdistelmään. Nostotaso on painotettu niin, että nosturilla nostettaessa laite on tasapainossa. Rungon etupäähän on laitettu lisäpainoa, jotta painopiste on riittävän kaukana ikkuna-aukosta.

Vanhoissa nostotasoissa huomattiin kuitenkin sellainen ongelma, että laite saatiin kyllä nostettua ikkuna-aukosta sisään, mutta nosturin koukkupesä tuli liian

lähelle rakennuksen seinää. Tästä johtuen seinään syntyi turhia kolhuja ja asentaminen vaati ylimääräistä tarkkuutta. Käyttäjien toiveena oli, että laitteen ollessa ikkuna-aukkoon asennettuna painopisteen etäisyys ikkunan karmiin on 700 mm (kuva 8). Tämä etäisyys riittää nosturin koukkupesälle.



KUVA 8. Nostopisteen ja ikkunankarmin etäisyys

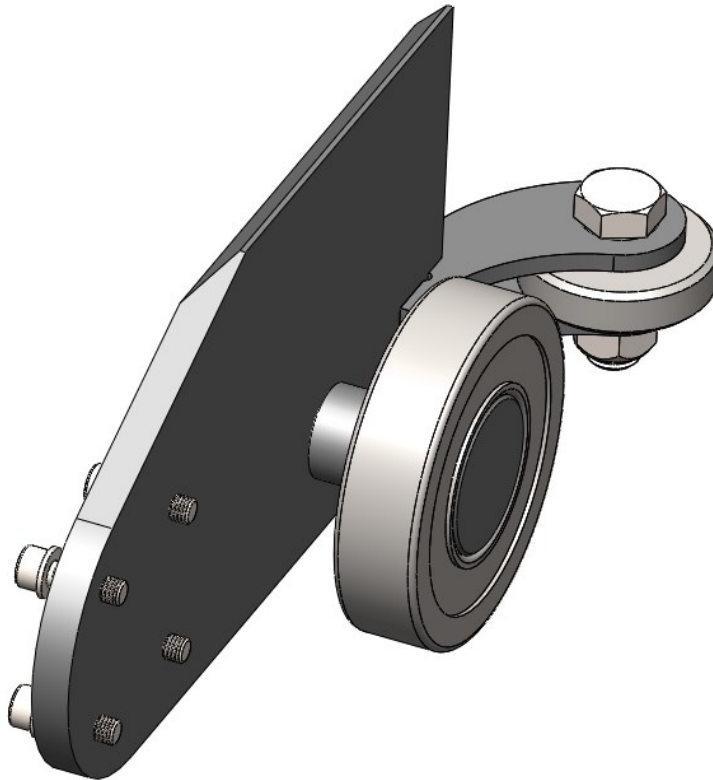
Painopistettä saadaan siirrettyä lisäämällä painoa etupäähän tai poistamalla sitä takapäältä. Nyt päädyttiin tekemään molemmat muutokset, sillä kääntyvä kiinnitysvarsi mahdollistaa rungon lyhentämisen. Runkoa lyhennettäessä myös kelkan liikematka lyhenee, mikä täytyy korvata siirtämällä kelkan taaempia laakeripyöriä yhtä paljon eteenpäin. Runkoa ei siis voi rajattomasti lyhentää, ettei kelkasta tule liian kiikkerä.

Etupäähän päädyttiin käyttämään lisäpainona metalliraeetta, sillä levyleikkeen ki-lohinta on raeetta huomattavasti korkeampi. Metallirae sijoitetaan osana runkorakennetta olevien putkipalkkien sisään. Käytettävä metallirae on tarkoitettu raepuhallusmateriaaliksi pintakäsittelyyn.

5.4 Kelkan laakerointi

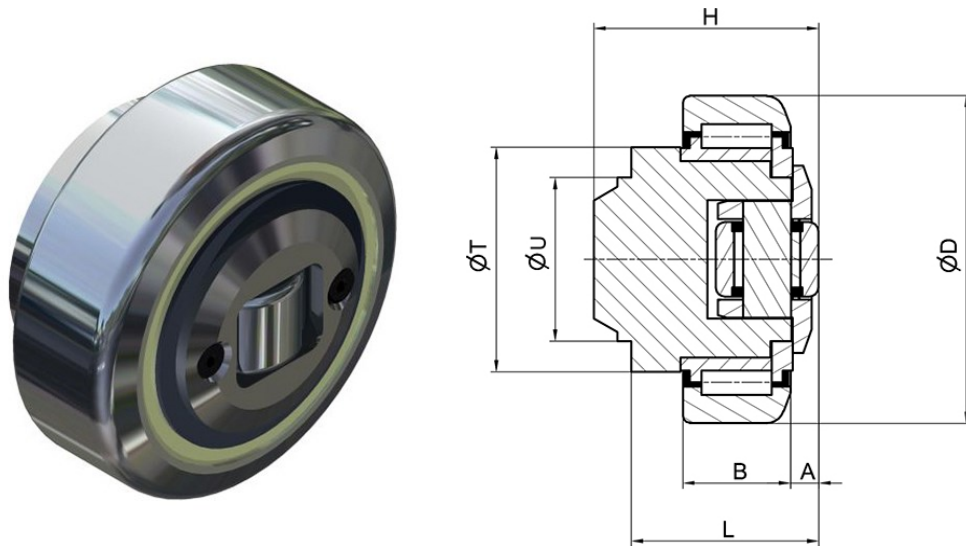
Kuorma lastataan kelkkaan, joka työnnetään runkoa pitkin ikkunan ulkopuolelle. Täydessä lastissa olevan kelkan on siis oltava käsin liikuteltavissa, joten laakeroinnin on oltava riittävän hyvä. Kelkan laakerointi oli aiemmassa mallissa toteutettu omavalmisteisella kannakkeella (kuva 9), johon kiinnitettiin kaksi laakeria.

Toinen kantoi itse kuorman ja toinen vastasi sivuttaissuunnassa rungon HEA-palkkiin, jotta toisen laakerin kylki ei pääse osumaan runkoon.



KUVA 9. Omavalmisteisen laakeriyksikön rakenne

Omavalmisteista laakeriyksikköä korvaamaan löysimme hitsattavan laakeriyksikön, jossa radiaali- ja aksiaalisuuntainen laakerointi on samassa yksikössä (kuva 10). Valmiin komponentin käyttäminen vähentää huomattavasti työtä valmistuksessa ja vähentää yksittäisten osien määrää (Piironen 2013, 8). Kompaktin rakenteen lisäksi laakeriyksikössä on etuna se, että hyvin suojattu rakenne on huoltovapaa.



KUVA 10. Hitsattava laakeriyksikkö (Rollco)

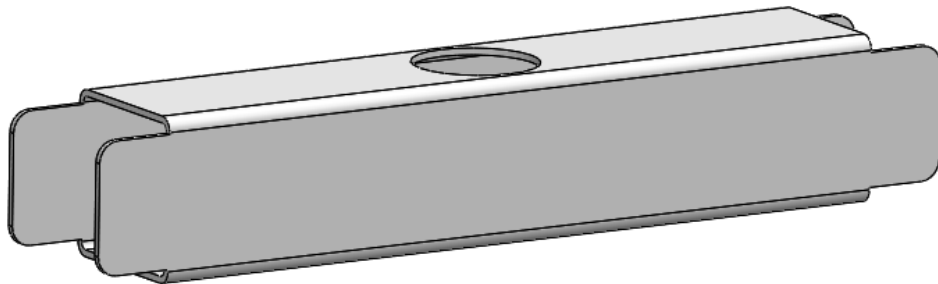
5.5 Valmistusmenetelmien valinta

Valmistusmenetelmien valinnalla pystytään vaikuttamaan merkittävästi laitteen valmistuskustannuksiin. Jo ratkaisuja suunniteltaessa ja vertailtaessa pyritään huomioimaan se, kuinka ratkaisu saadaan toteutettua, ja millä menetelmillä. Valmistusmenetelmät valitaan siten, että osat toteuttavat niille asetetut toiminnalliset vaatimukset. Tämän jälkeen voidaan menetelmiä edelleen karsia kustannusten ja käytettävissä olevan alihankinnan perusteella.

Tässä projektissa pyrimme yksinkertaistamaan laitteen rakenteen sekä valitsemaan menetelmät siten, että laitteen valmistus olisi mahdollisimman yksinkertaista ja kustannustehokasta. Valmiita komponentteja ja ratkaisuja käytetään mahdollisuuksien mukaan, jolloin laitteesta saadaan paremmin suurempiin tuotantoeriin soveltuva valmistustyön vähentyessä. Laitteessa aiemmin käytetyt omavalmisteiset laakeriyksiköt korvataan valmiskomponenteilla. Myös osien koneistusta pyrittiin korvaamaan edullisemmilla menetelmillä kuitenkin huonontamatta osan toiminnallisuutta.

Nostotason uudessa versiossa hyödynnettiin kaikkiin putkiosiin sekä rungon HEA-palkkeihin putkilaseria mittatarkkuuden lisäämiseksi ja etenkin hitsauskoonpanovaiheen helpottamiseksi. Putkilaserin ansiosta osiin saatiin lisättyä pai-

koituksia, jotka helpottavat huomattavasti hitsauskokoontamista ja vähentävät siten siihen kuluva aikaa (Piironen 2013, 48). Manuaalisia työvaiheita, kuten reikien poraaminen putkiin saatiin myös karsittua valmistuksesta. Alla olevan kuvan RHS-putken päätyleikkaukset käyvät HEA-palkin sisään, jolloin RHS-putken paikoittaminen hitsauskokoontamisessa on hyvin helppoa (kuva 11).



KUVA 11. Putkilaserilla valmistettava osa

5.6 Lujuuslaskenta simuloimalla

Osana mekaniikkasuunnittelua rakenteelle toteutetaan tarvittavat lujuuslaskennat Solidworks Simulation -lisäosalla. Laskettavalle kappaleelle muodostetaan elementtiverkotus ja määritetään kuormitukset sekä kiinnitykset. Simulointi perustuu elementtimenetelmään eli tietokone laskee likimääräisen tuloksen elementtiverkotuksen solmupisteiden siirtymien kautta (Lähteenmäki 2018, 1.2.5).

Lujuuslaskua varten mallia yksinkertaistetaan laskennan keventämiseksi. Yksinkertaistettaessa voidaan poistaa laskennan kannalta epäolennaisia osia tai geometrioita, jotta elementtiverkotus yksinkertaistuisi. Myös kuormituksissa ja tuenoissa täytyy tehdä yksinkertaistuksia, mikä täytyy huomioida tulosten tarkastelussa.

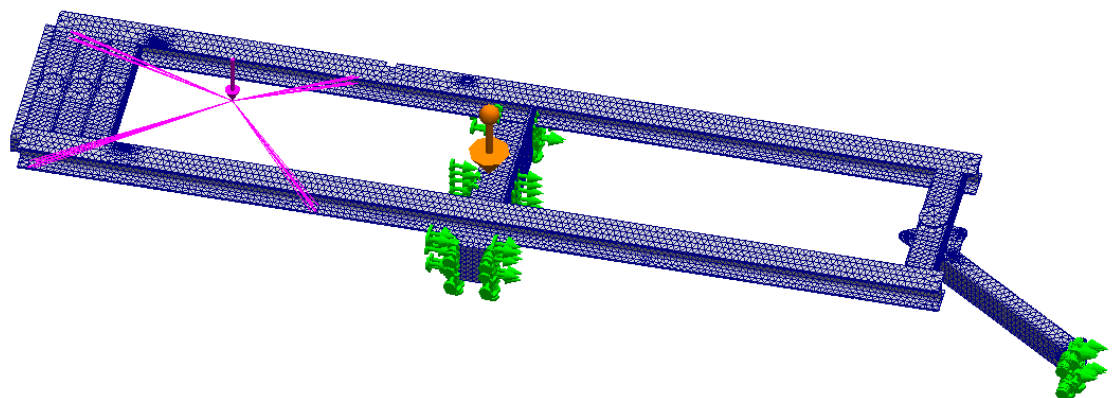
Lujuustarkastelu on jaettu kahteen osaan; runkorakenteen ja kelkan tarkasteluun. Lujuuslaskennassa on käytetty staattista kuormitusta ja lineaarista laskentata-
paa. Suunnittelussa lähtökohtaisesti kuormaa kantavien osien mekaaninen lu-
juus on varmistettu seuraavasti:

- varmuusluku materiaalin myötörajaan nähden on vähintään 2 ja
- varmuusluku materiaalin murtorajaan nähden on vähintään 3.

Materiaalina nostotasossa on standardin EN 10025-2 mukainen S355-rakenne-
teräs, jonka myötöraja on 355 MPa ja murtolujuus 510–680 MPa. S355-rakenne-
teräksellä murtorajan varmuusluku määrittää suurimman sallitun jännityksen ra-
kenteessa. Suurin sallittu jännitys on 170 MPa, jolloin murtolujuuden minimiar-
voon on kolminkertainen varmuus. Kaksinkertainen varmuus myötörajaan sallisi
177,5 MPa maksimijännityksen.

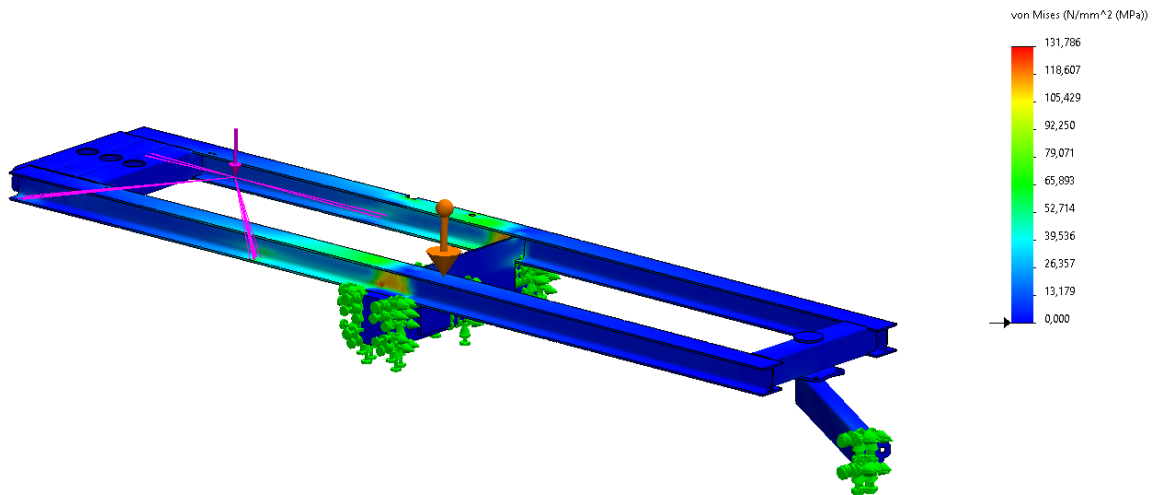
5.6.1 Runkorakenne

Kuvassa 12 on esitetty runkorakenteen tuennat, kuormitustilanne sekä element-
tiverkko. Runko on tuettu kahdesta kohtaa. Keskeltä laitetta on kontaktituenta ku-
vitteelliseen ikkunakarmiin, joka on määritetty täysin liikkumattomaksi. Lisäksi
kääntövarren tarttujapinta on lukittu paikalleen, olettaen että tarttujan kiinnitys
holvitukeen on liikkumaton. Kuormituksena on kohdistettu kelkan painopisteestä
kelkan oman massan lisäksi 800 kg kuorma laakeripyörien paikoille. Lisäksi las-
kentaan on lisätty runkorakenteen painovoimasta syntyvä kuormitus.



KUVA 12. Rungon elementtiverkotos, tuenta ja kuormitukset

Suurin jännitys muodostuu ikkunakarmin kohdalle runkopalkkeihin (kuva 13). Maksimijännitys laskennassa on 132 MPa, mikä on vielä reilusti alle sallitun rajan 170 MPa. Todellisuudessa jännitys on vielä vähän pienempi, sillä jännityshuippu oli hyvin pistemäinen.

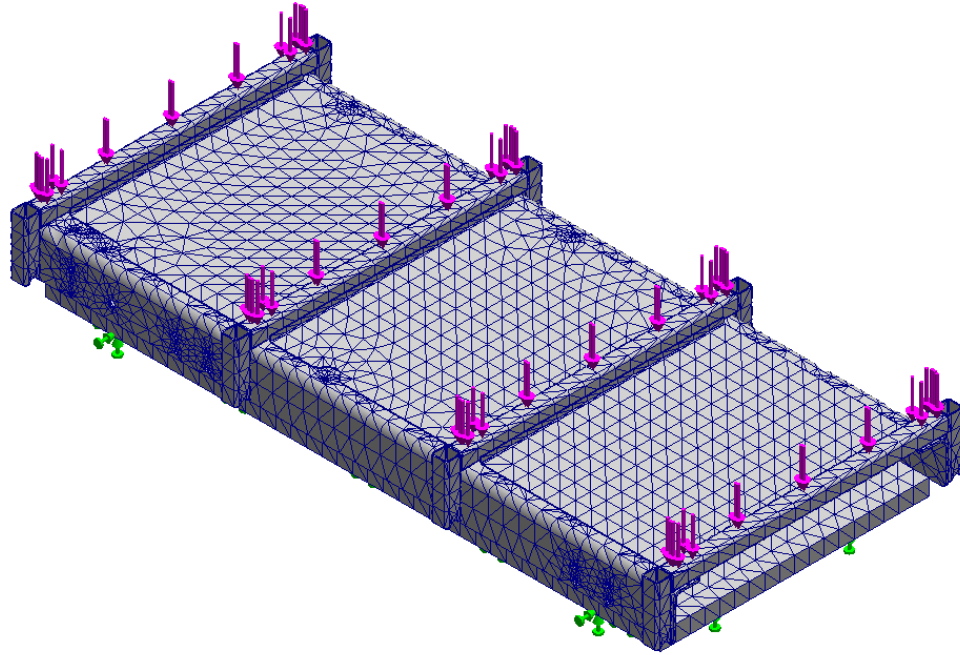


KUVA 13. Runkoon aiheutuvat jännitykset

Runkorakenteelle tehtiin lisäksi laskenta kelkan ollessa sisäasennossa, mutta siinä tapauksessa jännitykset olivat vähäisemmät. Kääntövartta ja runkoa tarkasteltiin vielä erillisinä lujuuslaskuina tulosten varmistamiseksi. Niissä saadut jännitykset olivat likimain samansuuruiset kuin kokonaisuutena tehdyssä simuloinnissa, minkä perusteella aiemmin laskettu tulos todettiin luotettavaksi.

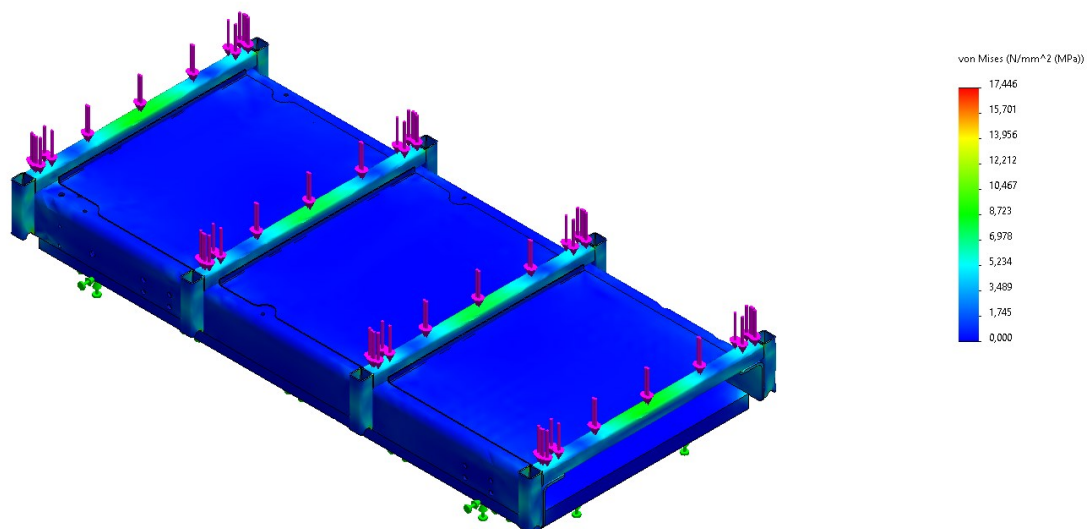
5.6.2 Kelkka

Kuvassa 14 on esitetty kelkan elementtiverkko, tuennat sekä kuormitukset. Kelkan laakerit on korvattu yksinkertaistetuilla palikoilla, jotka ovat kontaktituennalla kuvitteelliseen kiskopintaan. Kiskopintaa kuvastaa täysin kiinnitetty levy, jonka päällä kelkka makaa. Kuormituksena on kohdistettu kokonaiskuorma 800 kg poikkitaisten RHS-putkien pintaan.



KUVA 14. Kelkan elementtiverkotus, tuenta ja kuormitukset

Kelkkaan kohdistuvat jännitykset ovat hyvin olemattomat (kuva 15). Maksimijännitys laskennassa on vain 17 MPa. Laskenta on melko optimistinen kuorman jakautumisen suhteen, sillä kuorma jakaantuu tasaisesti koko leveydelle. Todellisuudessa kuorma voi olla hiukan keskittynyt esimerkiksi kesemmäksi leveysuunnassa. Vaikka laskenta on optimistinen, varmuus on niin reilu, että lujuus voidaan todeta varmasti riittäväksi. Kelkan rakenne saikin olla kohtuullisen järeä, jotta painopiste siirtyy riittävästi kuljetusasennossa.



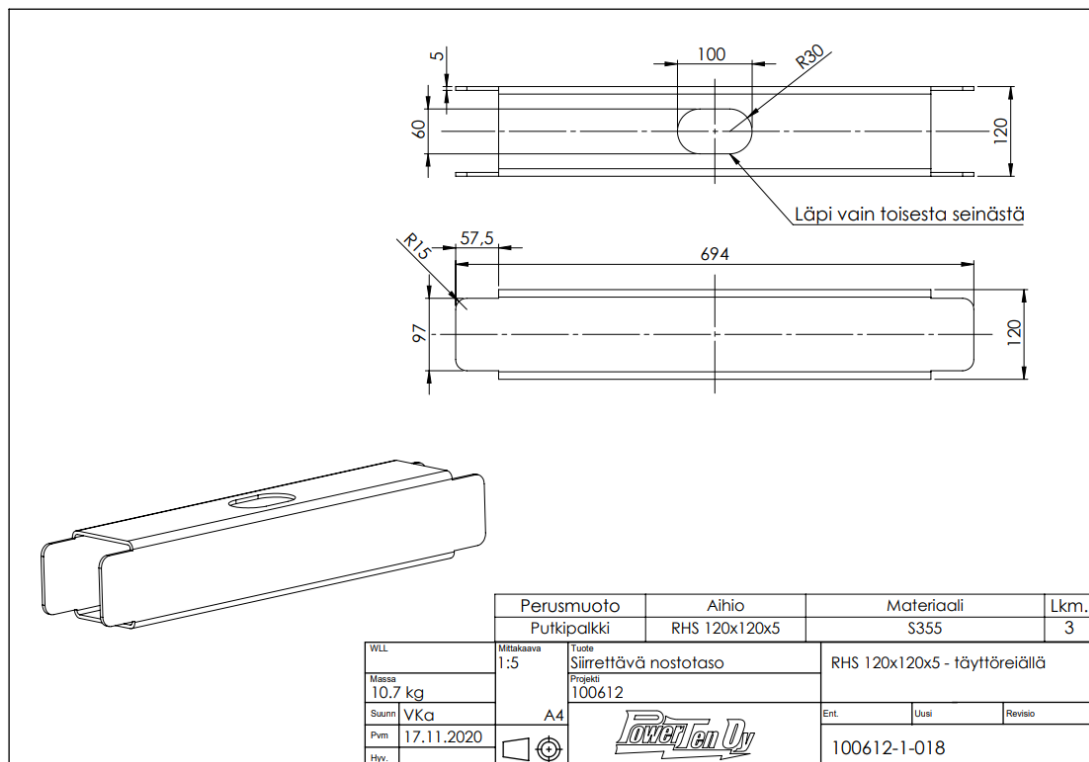
KUVA 15. Kelkkaan kohdistuvat jännitykset

6 VALMISTUSPROSESSI

6.1 Valmistuskuvat

Laitteista oli alustavasti sovittu viiden kappaleen myyntierä. Laitteita valmistettiin kuitenkin 11 kappaletta, jolloin yhdestä laitteesta saadaan tehtyä mallikappale esittelyä ja markkinointia varten ja 5 kappaletta jää varastoon.

Laitteesta tehdyn 3D-mallin lisäksi kaikista yksittäisistä osista, hitsauskokoontaloista ja kokoonpanoista tehtiin valmistuspiirustukset. Valmistuspiirustukset ovat projektin salassa pidettävää materiaalia, minkä vuoksi niitä ei voida opinnäytetyössä tarkemmin esitellä. Alla olevassa kuvassa (kuva 16) esimerkki osapiirustuksesta putkilaseria varten.



KUVA 16. Piirustus putkilaserilla valmistettavasta osasta

Jokaiselle osalle ja kokoonpanolle aluksi määritettiin piirustusnumerot, jonka jälkeen PowerTen:in omaan piirustusohjaan tehtiin osakuvat. Osakuvien lisäksi levyleikkeistä tallennettiin DXF-muotoinen tiedosto, jonka avulla laserleikkaus-

kone pystyy leikkaamaan tarvittavan muotoisen levyn. Koneistus- ja putkilaserosista tallennettiin osakuvan lisäksi alihankintaa varten STEP-tiedosto, joka sisältää käytännössä osan 3D-geometrian.

6.2 Alihankinta

Alihankinnasta tilataan käytännössä kaikki valmistettavat osat hitsauksineen ja pintakäsittelyineen. Yrityksellä on useampi yhteistyökonepaja, joita hyödynnetään eri tarkoituksiin. Suurin osa alihankinnasta tilataan pienemmiltä toimijoilta Pirkanmaalta. Koneistettavat osat, levyleikkeet, putket, hitsaus ja pintakäsittely saattavat tulla kaikki eri toimijoilta, jolloin voidaan hyödyntää alihankkijoiden erikoisosaamista. Välillä on kuitenkin selkeämpi tilata kokonaistoimitus yhdeltä alihankkijalta, minkä vuoksi tarjouksia kysytään kokonaistoimituksena ja hajautettuna.

Nostotasojen tapauksessa edullisimmaksi ja nopeimmaksi ratkaisuksi valikoitui useamman alihankkijan hyödyntäminen, sillä kaikkien osien valmistus pystyttiin aloittamaan yhtä aikaa. Putkilaserosat, levyleikkeet ja koneistettavat osat toimitettiin eri paikoista Ylöjärvellä toimivalle yrityksen luottoalihakijalle, joka teki tarvittavat särmäykset levyleikkeisiin ja hitsasi laitteet kasaan. Siitä osa valmiista osista toimitettiin maalattavaksi ja kaikki mahdolliset keltapassivoitavaksi. Keltapassivointia käytetään ensisijaisena pintakäsittelynä mahdollisuuksien mukaan, sillä se kestää paremmin kolhuja kuin maalattu pinta.

Valmiskomponentit tilataan vakiotoimittajilta, joiden kanssa yhteistyötä on tehty pidemmän aikaa. Nostokomponentit tilataan yrityksen varastolle kokoonpanoa varten. Hitsauskokoonpanoissa tarvittavat komponentit toimitetaan suoraan alihankkijalle. Tässä projektissa esimerkiksi hitsattavat laakeriyksiköt toimitettiin suoraan hitsaajalle.

6.3 Kokoonpano

Laitteiden lopullinen kokoonpano tehtiin PowerTen Oy:n varastolla. Hitsauskoonpanot oli tilattu varastolle pintakäsittelyn jälkeen. Valmiskomponentit, kuten ketjut ja kiinnitystarvikkeet oli tilattu valmiiksi varastolle. Nostotasoja alettiin kasata vaihe kerrallaan sarjatyönä.

Kääntövarren osat tulivat varastolle pintakäsittelyinä ennen kuin kaikki osat olivat valmiita. Loppukokoonpanon nopeuttamiseksi kasattiin kaikki kääntövarret valmiiksi odottamaan rungon ja kelkan osia. Kääntövarteen kasattiin tarttujapään osat, eli tarttujalevy, kiristysruuvi ja -mutteri (kuva 17).



KUVA 17. Kääntövarren tarttujapää kasattuna

Tilan ahtauden vuoksi kelkan runkoja ei voitu kasata sisätiloissa, joten ne kasattiin pihalla valmiiksi yksi kerrallaan. Aiemmin kasatut kääntövarret kiinnitettiin rungon takapäähän, sekä kiskopintaan liimattiin rosterilatat kelkan liukumisen parantamiseksi. Lisäksi kelkkaan kiinnitettiin kumipuskimet, jotka pysäyttävät kelkan ääriasennoissa. Takapään kumipuskimet kiinnitettiin hitsattuihin telineisiin, mutta

etupään telineet kiinnitettiin vasta kelkan asentamisen jälkeen, sillä kelkka täytyy olla pysäyttävien puskimien välissä.

Kelkat kasattiin yksi kerrallaan varaston sisällä, jonka jälkeen ne nostettiin paikalleen ulkona odottavaan runkoon. Kelkkaan täytyi kasata laakeripyörät, lukitusvipu ja nostoketjuyhdistelmät. Lisäksi kelkan kylkeen liimattiin laitteen konekilpi.

Kun ensimmäistä kelkkaa asennettiin rungon kiskoille, huomattiin alihankinnassa tullut mittavirhe. Kelkkojen kantatut kylkilevyt eivät vastanneet piirustuksen mittoja, mikä aiheutti mittavirhettä myös hitsatussa rakenteessa. Lisäksi hitsauksessa ei oltu huomioitu lämmöstä johtuvaa muodonmuutosta, mikä veti kylkilevyjä kapeammalle. Tästä johtuen kelkka ei mahtunut kiskoilleen. Kelkkoja täytyi levittää tunkin avulla, mikä olikin yllättävän suuri lisätyö.

Kasatun laitteen toimivuus varmistettiin ennen valmiiksi toteamista. Kääntövarren pyöriminen ja asentolukitus kokeiltiin kaikista laitteista. Lisäksi kelkan ja lukituksen toimivuus kokeiltiin jokaisesta laitteesta ajamalla kelkkaa edestakaisin ääri-asentoihin. Tasapainopisteen tarkistus tehtiin yhdelle laitteelle, sillä siinä ei pitäisi olla kappalekohtaisia eroja. Kelkka lukittiin etupäähän ja kääntövarsi kuljetusasentoon, jonka jälkeen nostotaso nostettiin nostoketjuyhdistelmistä trukilla ilmaan (kuva 18). Nostotaso nousi tasapainossa, kuten 3D-mallissakin.



KUVA 18. Nostotaso nousee vaakatasossa kuljetusasennossa

Kun kelkat saatiin yksitellen kasattua paikalleen runkoihin, valmiit nostotasot niputettiin varaston pihalle odottamaan toimitusta (kuva 19). Nostotasoista viiden tiedettiin lähtevän heti, kun kyyti tilataan asiakkaan toimesta, mutta toiset viisi ja esittelymalli jäisivät vielä varastolle säilytykseen.

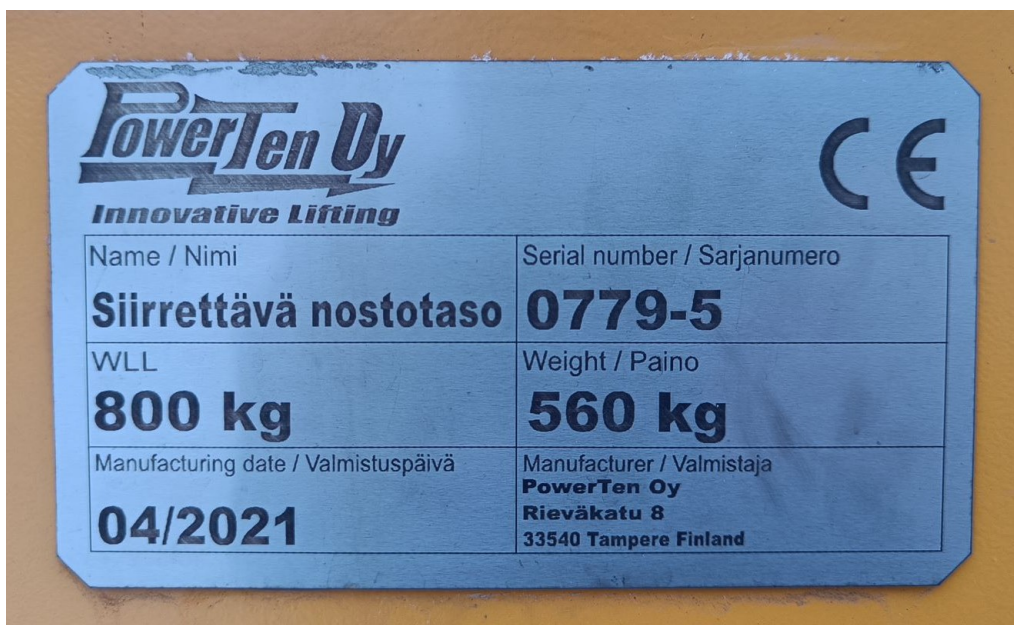


KUVA 19. Valmiit nostotasot varastointipinossa

6.4 Dokumentointi

3D-mallinnuksen lisäksi projektiseurannan ja dokumentoinnin tukena käytetään Excel-taulukoita sekä Trello-ohjelmaa. Excelillä seurataan esimerkiksi kustannuksia, sekä listataan projektin osanumerointi. Trello on ilmainen projektihallinnan työkalu, johon lisättiin kaikki dokumentit ja tehtävälistat projektiin liittyen.

Jokainen laite täytyy suunnitella ja valmistaa konedirektiivin mukaisesti, jotta laite voidaan CE-merkitä. CE-hyväksyntä tehdään laitteelle valmistajan, eli PowerTen Oy:n toimesta. CE-merkityn konekilven (kuva 20) lisäksi laitteen mukana täytyy toimittaa käyttö- ja huolto-ohjeet (liite 3), jotka sisältävät vaatimustenmukaisuustodistuksen. Käyttö- ja huolto-ohjeet luotiin mahdollisimman selkeiksi ja kattaviksi, jotta käyttö olisi turvallista.

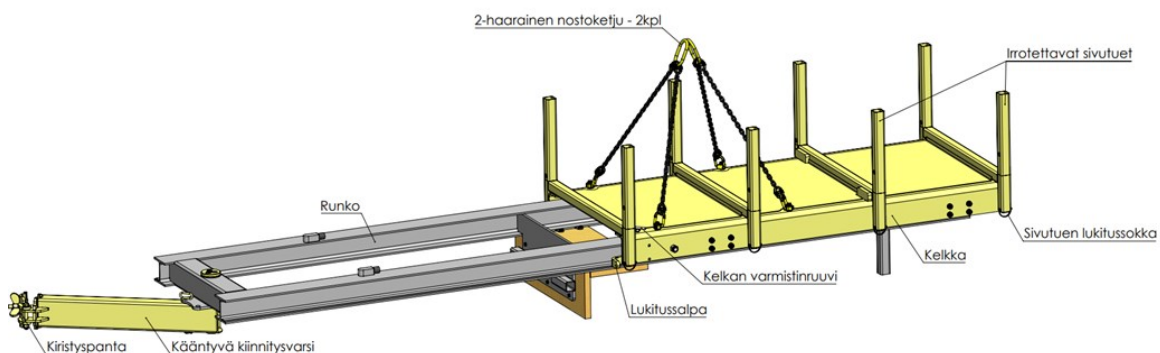


KUVA 20. Rosterilevyn poltettu konekilpi

Aiemmissa malleissa havaittiin ongelmaksi käyttö- ja huolto-ohjeen maininta tavarankuljetuksesta. Lastattu tavara ei saanut ylittää kelkan pystyputkia, minkä vuoksi lastattava määrä oli välillä turhan pieni. Ohjeet tavarankuljetukseksi päivitettiin niin, että pystypankot voidaan ylittää, kun kuorma sidotaan erillisellä sidontaliinalla ennen kelkan vientiä ulos. Maksimikorkeudeksi määritettiin kuitenkin 100 cm, jotta ylitystä ei syntyisi liikaa.

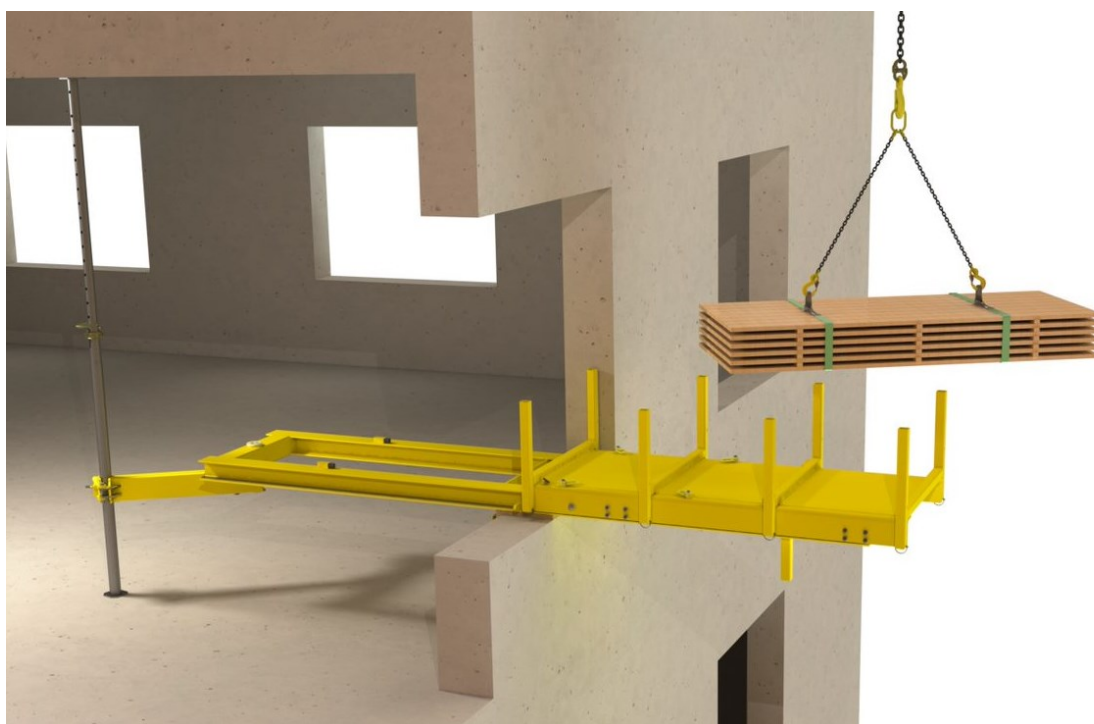
6.5 Lopputulos

Kehitysprojektin lopputuloksena saatiin käyttövalmis nostotaso, joka oli huomattavasti kehittyneempi versio edeltäjiinsä verrattuna. Nostotasoja tehtiin ensimmäisessä erässä 11 kappaletta. Alla olevassa kuvassa (kuva 21) on esitelty valmiin laitteen rakennetta. Osana projektia valmistuivat laitteen piirustukset ja dokumentointi, joten nostotasoja voidaan tarvittaessa valmistaa lisää hyvinkin nopealla aikataululla.



KUVA 21. Uuden nostotason rakenne

Uudesta nostotasomallista on tehty myös erilaisia markkinointimateriaaleja laitteen myynnin ja esittelyn tueksi. 3D-malleista renderöitiin havainnollistavia käyttökuvia työmaaympäristössä (kuva 22). Lisäksi laitteesta tehdyllä esittelymallilla voidaan konkreettisesti havainnollistaa laitteen käyttöä ja toimintaperiaatetta.



KUVA 23. Uusi nostotaso havainnollisessa käyttöympäristössä

7 POHDINTA

Projekti kokonaisuudessaan toteutui suunnitelman mukaisesti ja aikataulussa. Laite on ollut testikäytössä työmailla ja itse laitteesta on tullut hyvää palautetta. Nostotason käyttöönotto rakennustyömailla aiheuttaa kuitenkin vielä haasteita, sillä laitteen käyttö edellyttää toimintatapojen muuttamista. Nostotason käyttö täytyy huomioida jo rakennusprojektin suunnitteluvaiheessa.

Laitteesta on tullut muiltakin rakennusalan toimijoilta kyselyjä, joten vaikuttaa siltä, että laitteen myynnin edistämistavoitteeseen ollaan pääsemässä. Kun laite saadaan näkyvästi lyötyä markkinoille, nostotason hyödyt turvallisuusnäkökulmasta tullaan huomaamaan. Lisääntyvään kysyntään on valmistauduttu hitsausjigin valmistelulla ja mahdollisella robottihitsauksella. Aiemmillä versioilla nostotaso ei koskaan saanut riittävää kiinnostusta rakennusalalla, mistä johtuen laitteen kehityskin on junnannut paikallaan. Käyttökokemusten lisääntyessä tullaan saamaan entistä enemmän kehitysideoita ja palautetta laitteesta. Laitetta kehitetään tarvittaessa vastaamaan muuttuviin vaatimuksiin, mutta nostotason perusrakenne pyritään vakiinnuttamaan.

Kehitysprojektin tarkoituksena oli parantaa laitteen käytettävyyttä ja toimintavarmuutta aiempiin versioihin verrattuna. Käytettävyyttä onnistuttiin parantamaan huomattavasti matalamman runkorakenteen ja käännettävän kiinnitysvarren avulla. Nämä muutokset paransivat työergonomiaa nostotason käytössä. Jatkokehityksenä käytettävyyteen voisi suunnitella kelkan pystyputkiin leveyssäädön, joka mahdollistaisi suuremman kapasiteetin leveässä ikkuna-aukossa. Tarve tällaiselle lisätoiminnolle ilmeni vasta tuotteen valmistuttua.

Laitteen toimintavarmuutta saatiin kehitettyä valmistusteknisesti ja rakenteellisesti yksinkertaisten ratkaisuiden avulla. Rakenteessa ja valmistusprosessissa täytyisi jatkossa kuitenkin huomioida vielä paremmin mittatarkkuus. Esimerkiksi kelkan tunkkausta vaativa toimenpide kokoonpanovaiheessa olisi voitu välttää tarkemmilla ohjeilla ja toleransseilla valmistuskuvissa.

Parityönä tehty opinnäytetyö mahdollisti aihevalinnaksi melko laajan projektin. Siirrettävän nostotason kehitysprojekti antoi paljon kokemusta suunnitteluprojektin eri vaiheista. Eri suuntautumispolun opiskelijoina pystyttiin hyödyntämään opinnoista saatuja näkökulmia ja jakamaan tietotaitoa. Vaikka tekniikanalalla parityönä tehtävät opinnäytetyöt ovat harvinaisempia, yhteistyö toi lisäarvoa, sillä pystyttiin oppimaan toinen toisiltamme.

LÄHTEET

Directive 17.5.2006/42/EC of the European Parliament and of the Council on machinery, and amending Directive 95/16/EC. Luettu 26.1.2022. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0042&from=FI>

Jokinen, T. 2010. Tuotekehitys. Aalto-yliopisto Teknillinen korkeakoulu. Luettu 7.1.2022. <https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/4819/isbn9789526033204.pdf>

Koski, H. 2010. Rakentamisen tuotantotekniikka. Luettu 7.1.2022. <https://kortistot-rakennustieto-fi.libproxy.tuni.fi/resource/juha/content/18073#page=1>

Lähteenmäki, M. 2018. Elementtimenetelmän perusteet. Luettu 14.1.2022. https://mlahteen.fi/arkistot/elpe_pdf/johdanto.pdf

Piironen, T. 2013. Teräsrakenteiden suunnitteluohjeita parempaan valmistettavuuteen. Onnistuneen suunnittelun periaatteita – DFMA. Savonia-ammattikorkeakoulun julkaisusarja D4/2/2013. Savonia-ammattikorkeakoulu, HitNet. Luettu 25.1.2022. <http://portal.savonia.fi/pdf/julkaisutoiminta/2013-hitnet-suunnittelijanopas.pdf>

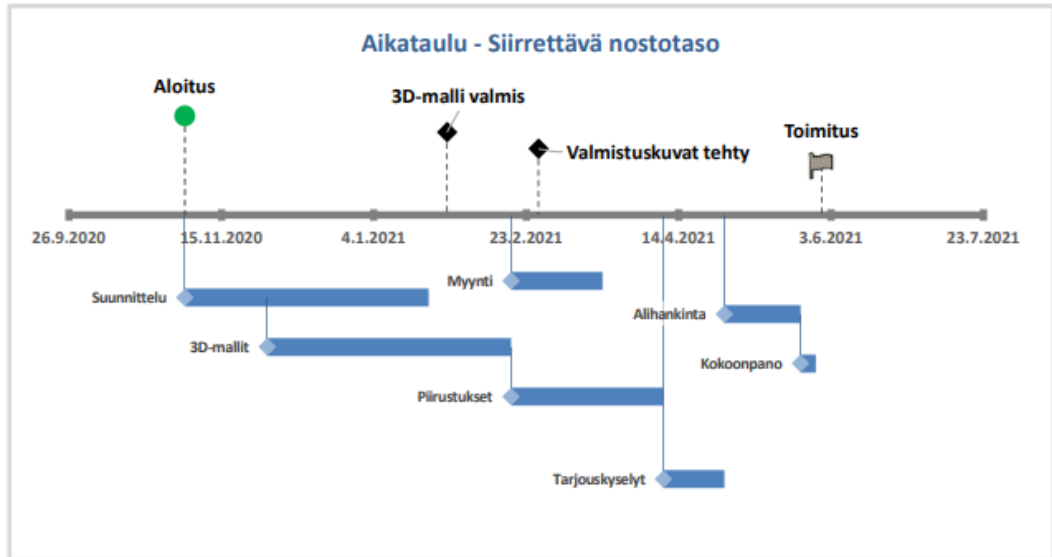
PowerTen Oy. n.d. Luettu 26.1.2022. <https://powerten.fi/>

Rollco. Standard Roller TR---.0300. Tuotesivu. Luettu 18.1.2022 <https://www.rollco.fi/tuotteet/u-johde/kulkurulla-saeaedettaevae-tr---0300>

Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 12.6.2008/400. Luettu 4.1.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080400#Lidp455303488>

LIITTEET

Liite 1. Aikataulu Gantt-kaavio

**Tehtävät**

Aloitus	Lopetus	Kesto	Otsikko	Pystys. sijainti	Pystys. viiva
3.11.2020	21.1.2021	80	Suunnittelu	-25	-25
30.11.2020	17.2.2021	80	3D-mallit	-40	-15
18.2.2021	8.4.2021	50	Piirustukset	-55	-15
9.4.2021	28.4.2021	20	Tarjouskyselyt	-80	-80
29.4.2021	23.5.2021	25	Alihankinta	-30	-30
24.5.2021	28.5.2021	5	Kokoonpano	-45	-15
18.2.2021	19.3.2021	30	Myynti	-20	-20

Lisää uusia rivejä tämän yläpuolelle

Välitavoitteet

Päivämäärä	Otsikko	Sijainti
3.11.2020	Aloitus	30
28.1.2021	3D-malli valmis	25
27.2.2021	Valmistuskuvat tehty	20
31.5.2021	Toimitus	15

Lisää uusia rivejä tämän yläpuolelle

Liite 2. Palaute vanhasta nostotasosta

Kelkan käyttö holvimuottimateriaalien nostossa

Kevät 2020

Käytössä havaittuja etuja:

Työnjohto:

- Ahtaisiin tontteihin varmasti omiaan jo pelkästään työturvallisuuden näkövinkkelistä
- Irrotettavat laidat
- Melko yksinkertainen käyttää
- Toimintavarma

Työntekijät:

- Kelkka toimii teknisesti
- Soveltuu parhaiten ahtaaseen rakentamiseen

Käytössä havaittuja ongelmia:

Työnjohto:

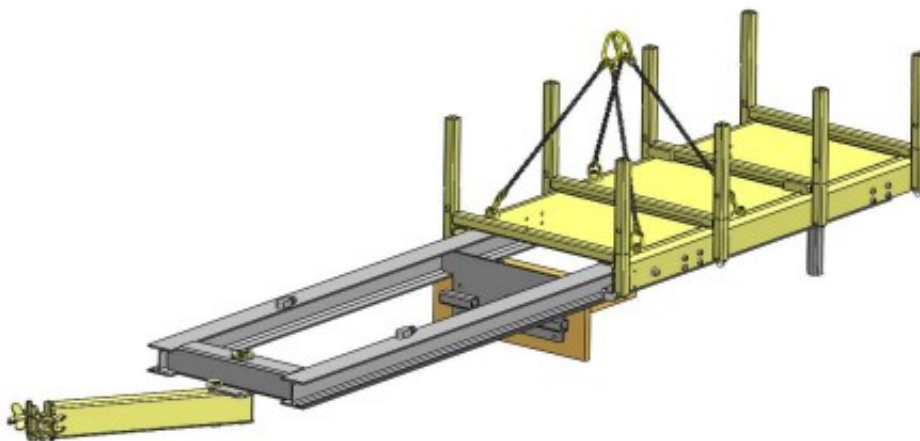
- Kun päätetään käyttää kelkkaa puruissa, pitää tämä huomioida jo muottisuunnitelmaa tehtäessä.
- Aukot, joissa kelkkaa pystyy käyttämään, ovat melko harvassa.
- Käsien tehtävien nostojen määrä tuplaantuu.
- Työergonomia on haaste, koska paljon hartialinjan ylittäviä nostoja.
- Työskentelyaika melko pitkä kerroskiertoa ajatellen. Johtuu laitteen asennuksesta ja tuplamäärästä nostoja perinteiseen verrattuna.
- Varastotilaa tarvitaan pihassa enemmän, kun nostettavia yksiköitä enemmän.
- Soveltuu käytettäväksi sellaisilla työmailla, missä on torninosturi. Tarvitsee tarkkaa ohjausta siirrettäessä.

Työntekijät

- Käytöstä syntyy paljon nostoja, jotka vievät nosturiaikaa
- Etupurku pitää suorittaa ennen kelkan käyttöä
- Nostot tapahtuvat pienissä nipuissa
- Soveltuu huoneistokohtaiseen purkuun, eli paljon siirtoja, tai useita laitteita
- Nykymallissa kelkka jää melko korkealle ikkuna-aukkoon, joten täyttö raskasta korkeista käsinostoista johtuen.



KÄYTTÖ- JA HUOLTO-OHJEET



SIIRRETTÄVÄ NOSTOTASO
WLL 800 kg
SARJANUMERO 0778
Päivitetty 18.1.2022

Sisällys


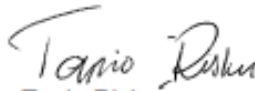
EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus koneesta	3
1 Käyttäjälle	4
2 Nostotason esittely	5
3 Nostotason käyttö.....	6
3.1 Turvamääräykset.....	6
3.2 Nostotason nostaminen paikoilleen	6
3.3 Nostotason lastaaminen.....	9
3.4 Nostotason poistaminen	10
4 Nostoapuvälineen tarkastukset ja huollot	11
5 Nostotason käyttö ja huolto, yleistä	12
6 Lisäykset ja muistiinpanot	13

EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus koneesta

(Direktiivi 2006/42/EY, Liitteen II malli A – fin)

Tässä asiakirjassa kuvattu laite täyttää konedirektiivin (direktiivi 2006/42/EY) sekä voimaansaattavien kansallisten säädösten (VNp 400/2008) määräykset.



<i>Asiakas / Customer:</i>	<i>Viitteemme / Our reference:</i>
	<i>Viitteenne / Your reference:</i>
	<i>Tilausnumero / Your order No.:</i>
	<i>Merkki / Sign:</i>
<i>Laitteen kuvaus / Description:</i> Siirrettävä nostotaso	<i>Sarjanumero / Serial number:</i> 0778
	<i>Omapaino / Weight:</i> 560 kg
	<i>Suurin sallittu työkuorma WLL / Working Load Limit WLL:</i> 800 kg
<i>Materiaalit / Materials:</i> S355 EN-10025 S650MC EN-10149-2	<i>Kappalemäärä / Quantity:</i> 5
	<i>Lisätietoja / Additional information:</i>
<i>Valmistaja / Manufacturer:</i> PowerTen Oy Rieväkatu 8 33540 Tampere	
	<i>Pvm / Date</i> 18.1.2022
	<i>Allekirjoitus / Signature</i>  Tapio Risku Toimitusjohtaja

1 Käyttäjälle

Tämä käyttöohjekirja tulee olla käyttäjien saatavilla ja tähän ohjekirjaan tulee tutustua ennen laitteen käyttöä.

Tämän ohjekirjan tarkoitus on ohjata käyttäjä laitteen turvalliseen ja asianmukaiseen käyttöön. Tässä ohjeessa käydään läpi myös tarvittavat tarkastus- ja huoltotoimenpiteet, jotka laitteelle tulee suorittaa.

PowerTen Oy kehittää tuotteitaan jatkuvasti asiakkaiden toiveiden pohjalta, joten on mahdollista että tämän käyttöohjeen sisältö ei välttämättä vastaa täysin uusinta tuotetta. PowerTen Oy pidättää itsellään oikeuden muutoksiin ilman erillistä ilmoitusta.



HUOMIO

Tämän käyttöohjeen ohjeita on ehdottomasti noudatettava kaikissa tilanteissa.

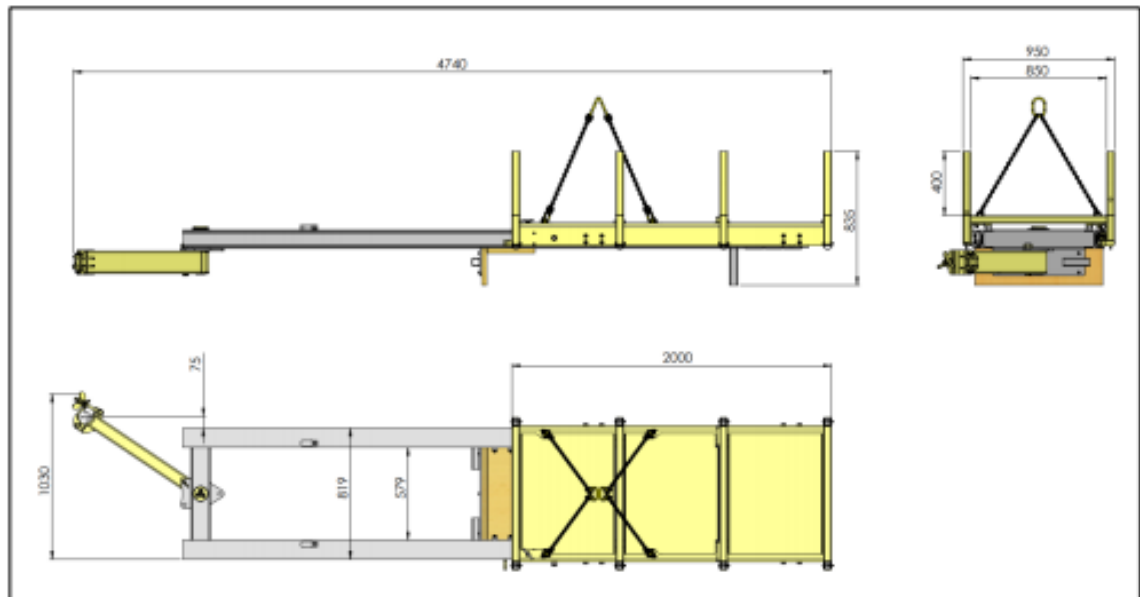
2 Nostotason esittely

Tämä laite on teräksestä valmistettu nostotaso ensisijaisesti holvimuottikaluston siirtoon.

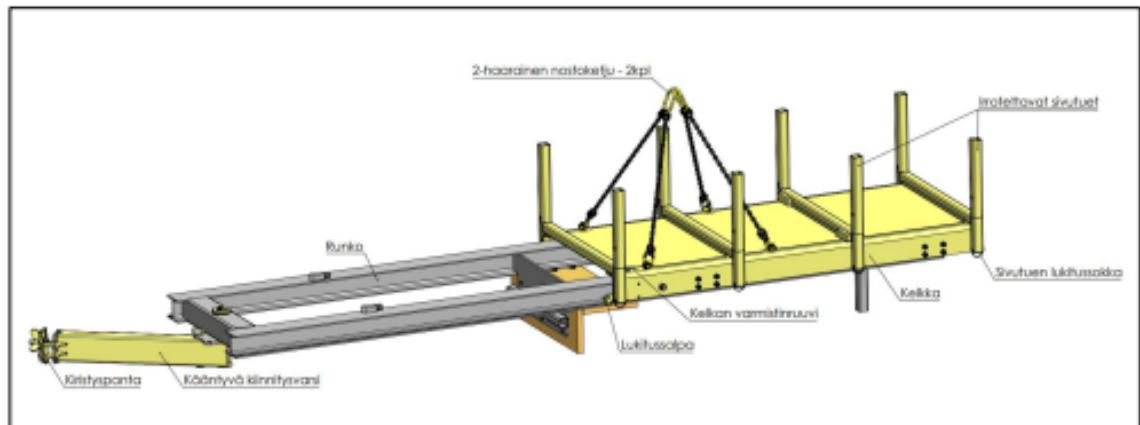
Laitteen päämitat on esitetty kuvassa 1.

Laitteen pääkomponentit on esitetty kuvassa 2.

Laitteen omapaino on noin 560 kg.



Kuva 1. Nostotason päämitat



Kuva 2. Nostotason pääkomponentit

3 Nostotason käyttö

3.1 Turvamääräykset

Tätä nostotasoa saa käyttää ainoastaan sen käyttöön perehtynyt henkilö. Nostotason pitkäaikainen säilytys tulee toteuttaa säältä suojassa kuivassa paikassa. Sallittu käyttölämpötila-alue on $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \dots +60\text{ }^{\circ}\text{C}$.

 HUOMIO
<p>Nostotason suurinta sallittua kuormitusta (WLL) ei saa ylittää missään tilanteessa.</p>

Käytä nostoihin ainoastaan EN- standardien mukaisia, CE- merkittyjä ja riittävän kuormankantokyvyn omaavia nostoapuvälineitä. Varmista nostoapuvälineiden yhteensopivuus keskenään.

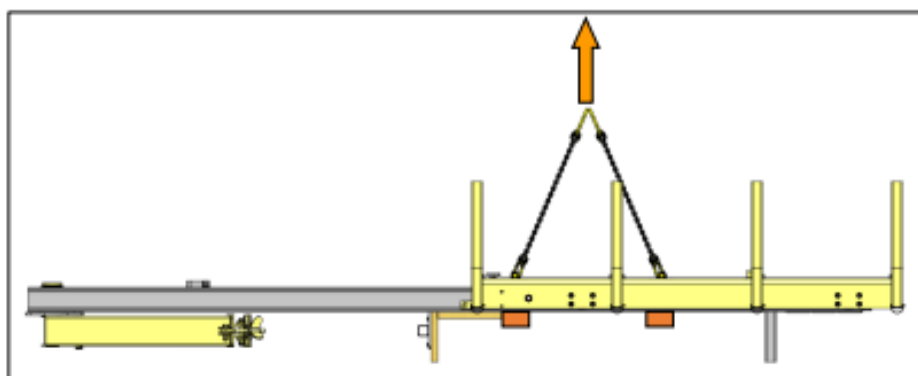
Tarkasta nostotason kunto silmämääräisesti ennen jokaista käyttökertaa (kts. kohta Nostotason tarkastukset ja huollot). Nostotaso on pidettävä puhtaana käyttöturvallisuutta vaarantavista ja rakenteiden tarkastusta vaikeuttavista epäpuhtauksista.

Viallinen nostotaso on poistettava välittömästi käytöstä ja korjattava tai vaihdettava uuteen. Nostotason korjauksia saa suorittaa ainoastaan valmistajan valtuuttama taho.

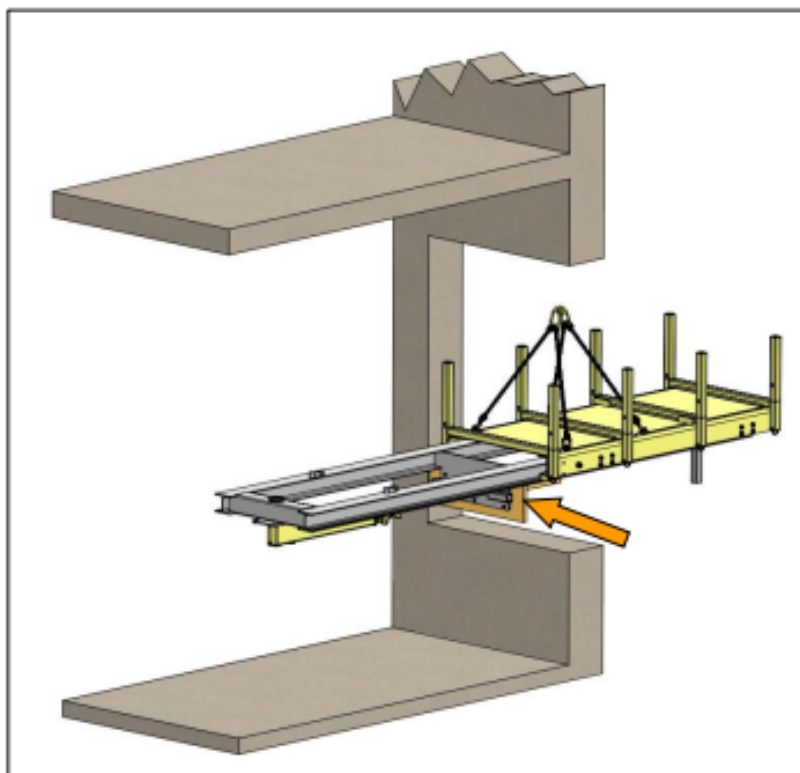
PowerTen Oy ei vastaa nostotason turvallisuudesta tai takuista, mikäli sitä käytetään muuten kuin tämän ohjekirjan ohjeiden mukaan tai nostotason tarkastus laiminlyödään jonkin tässä ohjeessa luetellun vian osalta tai sitä korjataan tai muutetaan asiakkaan tai jonkin kolmannen osapuolen toimesta ilman valmistajan lupaa.

3.2 Nostotason nostaminen paikoilleen

Nostotasoa voidaan nostaa ja siirtää nosturilla kahdesta kiinteästä 2-haaraisesta nostoketjusta. Maassa liikutteluun voidaan käyttää käyttötarkoitukseen sopivaa trukkia tai pumppukärryjä. Nostotason painopiste sijaitsee nostorenkaiden kohdalla. Aina ennen nostotason nostamista tulee varmistua, että kelkka on lukittu kuvan 3 mukaiseen nostoasentoon, sekä kääntövarsi käännetty eteenpäin. Kelkan varmistinruuvi on ruuvattava pohjaan noston ajaksi.

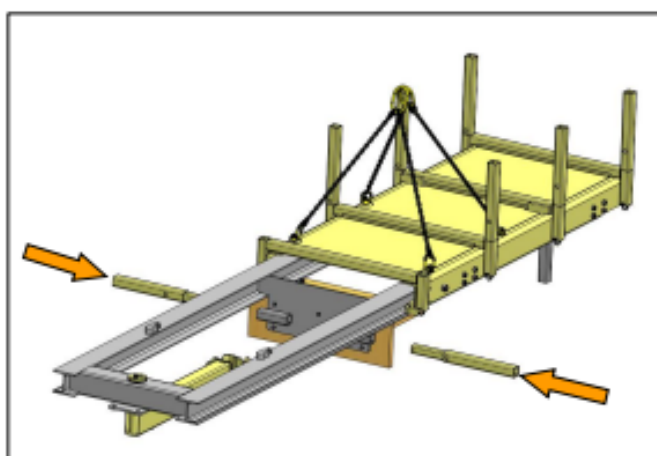


Kuva 3. Nostoasento ja -paikat



Kuva 4. Nostotaso sisäännostovaiheessa

Nostotaso nostetaan holvin ikkuna-aukosta sisään niin, että kuvassa 4 esitetty vanerilevy tulee ikkuna-aukon sisäpuolelle. Tämän jälkeen taso lasketaan ikkuna-aukon varaan. Jos ikkuna-aukko on lattiaan asti tai taso asennetaan parvekkeelle, tulee kuvan 5 mukaisesti asettaa yksi irrotettava sivutuki kummallekin puolelle runkoa ja lukita paikoilleen sokilla. Parvekkeella taso lasketaan pystyssä olevan vanerin varaan.



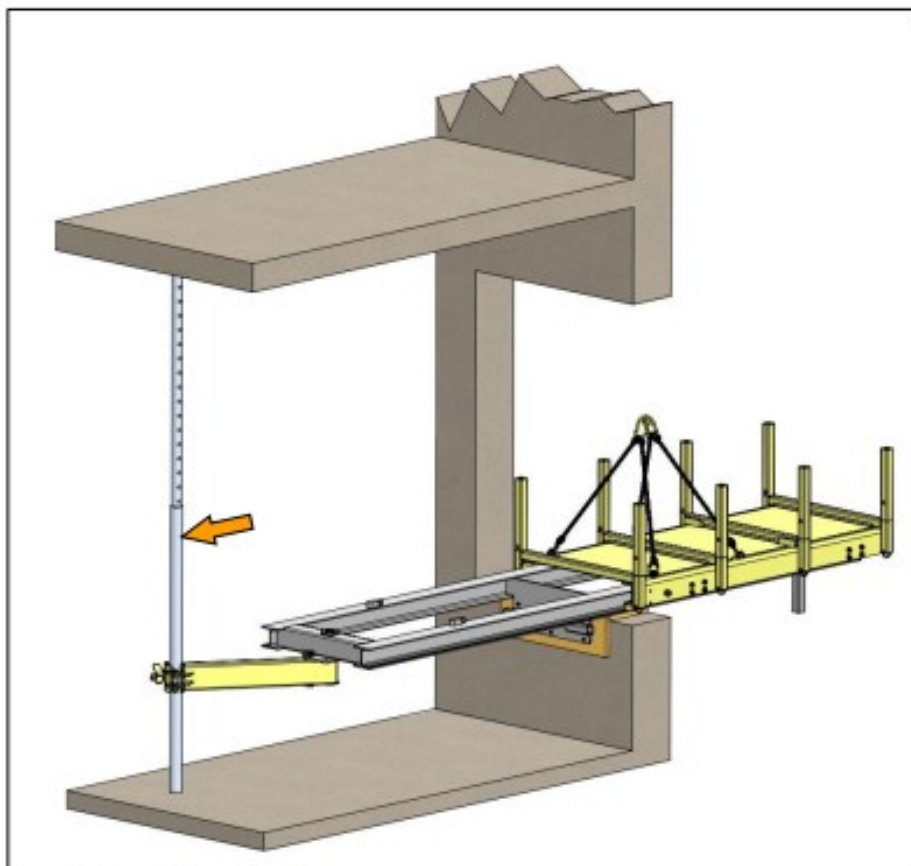
Kuva 5. Sivutuet

HUOMIO

Nostettaessa ja siirrettäessä laitetta on noudatettava erityistä varovaisuutta, etteivät laitteen peräpäässä olevat kiristyspannat tai –ruuvit vahingoitu.

Kun nostotaso on laskettu ikkunakarmin varaan, käännetään kiinnitysvarsi takaviistoon oikealle tai vasemmalle puolen laitetta ja lukitaan lukitustapilla.

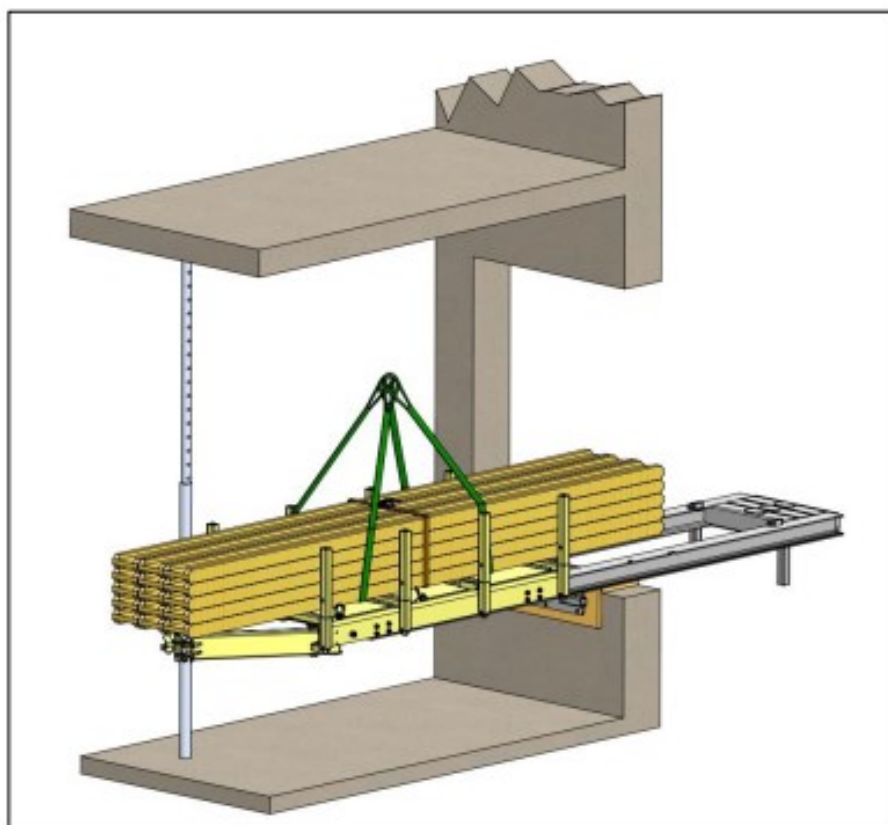
Nostotaso lukitaan paikoilleen Doka Eurex -holvituella (kuva 6). Tason ollessa ikkuna-aukon varassa, mutta kevennettynä nosturilla, holvituki asetetaan kiristyspannan sisään ja kiristetään kiristysruuvilla. **Kiristysruuvi lyödään vasaralla kireälle.** On varmistuttava, että panta kiristyy tiukasti holvituen ympärille, eikä se pääse liukumaan. Tämän jälkeen holvituki kiristetään valmistajan ohjeiden mukaisesti holvin kattoon.



Kuva 6. Nostotaso käyttöasennossa

3.3 Nostotason lastaaminen

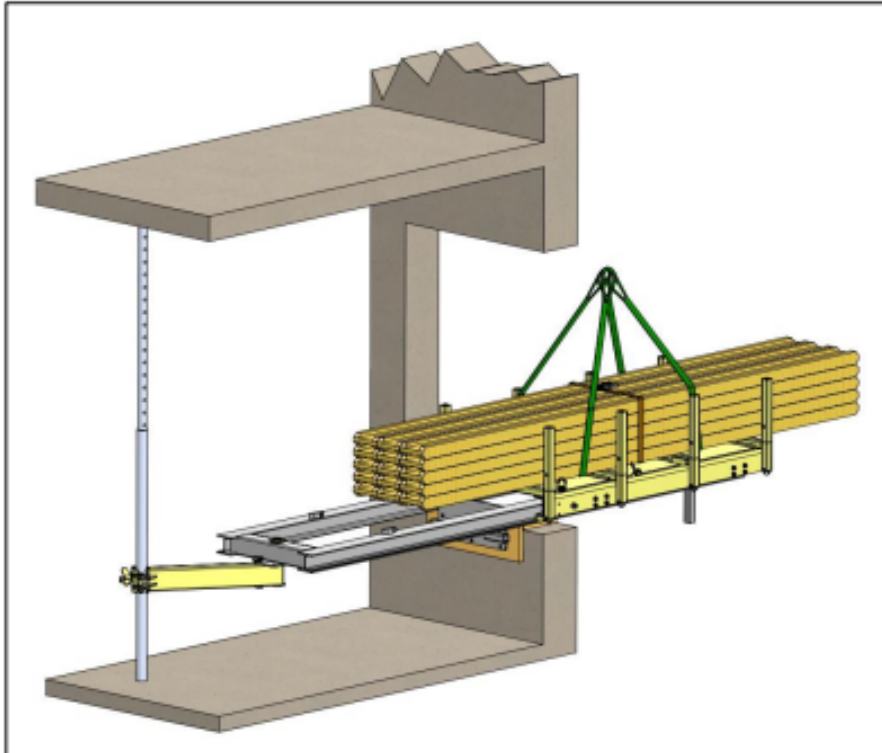
Kelkka lukitaan lastausasentoon kelkassa olevalla lukitussalvalla. Tätä laitetta on mahdollista käyttää kaikenlaisten taakkojen nostoon, joiden maksimikorkeus on 1 metri, maksimipituus 4 metriä ja maksimipaino 800 kg. Kuorma tulee lastata siten, että sen painopiste osuu kelkan keskikohtaan. Kelkan irrotettavat sivutuet voidaan poistaa lastauksen ajaksi, mutta ennen kelkan työntämistä ulos sivutuet on asetettava ja lukittava lukitussokilla paikoilleen.



Kuva 7. Kuorman lastaustilanne

HUOMIO

Kuorma tulee olla sidottu kiristysliinalla ennen kelkan työntämistä ulos ikkuna-aukosta. Sidottu kuorma voi ylittää pankot.



Kuva 8. Kuorman nostotilanne

Nostoliinat tulee asettaa kelkan päälle, poikkipuiden väliin ennen lastausta. Pinon ympärille tulee kiristää sidontavyö. **Sidottu kuorma on varmistettava riittävän tukevaksi, ettei kuorma voi levitä tai kaatua ulos vietäessä. Varmistettava myös, ettei yksikään kuorman osa pääse liikkumaan vapaasti.** Kelkka siirretään ikkunan ulkopuolelle ja liinat kiinnitetään nosturin koukkuun. Kun nosturi on nostanut kuorman pois tasolta, voidaan taso vetää sisään ja lastata uudelleen.

3.4 Nostotason poistaminen

Nostotaso poistetaan työntämällä kelkka seinän ulkopuolelle ja kiinnittämällä nostorenkaat nosturin koukkuun. Nostotaso tulee lukita aina ennen nostoa nostoasentoon lukitussalvalla. Kun nostotaso on kevennettyä, voidaan holvituki löysätä ja irrottaa pannoista. Taso nostetaan ulos ja siirretään seuraavaan kohteeseen tai säilytykseen. Aina ennen nostotason nostamista tulee varmistua, että kelkka on lukittu kuvan 3 mukaiseen nostoasentoon, sekä kääntövarsi käännetty eteenpäin. Kelkan varmistinruuvi on ruuvattava pohjaan noston ajaksi. Nostotason pitkäaikainen säilytys tulee toteuttaa säältä suojattuna kuivassa paikassa.

4 Nostoapuvälineen tarkastukset ja huollot

Tarkasta nostotason kunto silmämääräisesti ennen jokaista käyttökertaa. nostotaso on poistettava käytöstä ja tarkastettava perusteellisesti, jos havaitaan joku seuraavista vioista:

- Jossakin nostotason osassa on tapahtunut muodonmuutos
- Viilto, lovi, halkeama, särö, voimakas korrosio, lämpövaurion aiheuttama värimuutos tai muut vauriot
- Toiminnalliset häiriöt
- Osapuutteet

Nostotaso tulee tarkastaa pätevän henkilön toimesta perusteellisesti aina käyttäjän tai muun henkilön havaitessa jonkun vian tai puutteen nostotasossa. Viallinen nostotaso on poistettava välittömästi käytöstä ja korjattava tai vaihdettava uuteen. Nostotason korjauksia saa suorittaa ainoastaan nostoapuvälineisiin perehtynyt henkilö.

PowerTen Oy ei vastaa nostotason turvallisuudesta tai takuista, mikäli sitä käytetään muuten kuin tämän ohjekirjan ohjeiden mukaan tai nostotason tarkastus laiminlyödään jonkin tässä ohjeessa luetellun vian osalta tai sitä korjataan tai muutetaan asiakkaan tai jonkin kolmannen osapuolen toimesta ilman valmistajan lupaa.

5 Nostotason käyttö ja huolto, yleistä

- Nostotöitä saa suorittaa vain nostolaitteisiin perehtynyt henkilö.
- Tarkasta nostotason kunto ennen jokaista nostoa.
- Älä käytä vaurioitunutta, puutteellista tai muuten viallista nostotasoa.
- Vaurioitunut, puutteellinen tai viallinen nostotaso on poistettava välittömästi käytöstä ja korjattava tai vaihdettava uuteen.
- Varmista ennen nostoa, että käyttämäsi nostotaso soveltuu nostamallesi taakalle.
- Älä nosta taakkaa jonka painoa et tiedä.
- Älä koskaan ylitä valmistajan ilmoittamaa suurinta sallittua työkuormaa tai nostokulmia.
- Huolehdi noston aikana omasta turvallisuudestasi sekä muiden lähistöllä olevien turvallisuudesta.
- Varmista erityisesti koko noston ajan, ettei nostettavan taakan alla ole ketään. Tämä koskee myös nostotyön suorittajaa eli sinua.
- Jos joudut ohjaamaan taakkaa noston aikana pidä kätesi taakan yläpuolella, ei koskaan alapuolella.
- Nostotyö tulee suorittaa rauhallisesti äkkinäisiä liikkeitä välttäen.
- Varmista että taakka nousee oikeassa asennossa. Suorita tarvittaessa koenosto ja paikoita nostotaso uudelleen.
- Pidä hyvää huolta nostotasosta ja säilytä sekä huolla ne asianmukaisesti, valmistajan ohjeita noudattaen.
- Nostotaso tulee tarkastaa pätevän henkilön toimesta aina käyttäjän tai kenen muun tahansa havaittua jonkin vaurion, puutteen tai vian.

