

Eerik Turpeinen

HYDRAULIIKKAVAUNUN SUUNNITTELU

HYDRAULIIKKAVAUNUN SUUNNITTELU

Eerik Turpeinen
Opinnäytetyö
Kevät 2022
Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Konetekniikan tutkinto-ohjelma, auto- ja työkonetekniikka

Tekijä: Eerik Turpeinen

Opinnäytetyön nimi: Hydraulikkavaunun suunnittelu ja rakentaminen

Työn ohjaaja: Kari Asumaniemi

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2022

Sivumäärä: 26 + 5 liitettä

Opinnäytetyössä tehtiin suunnittelu- ja kartoitustyö hydraulikan opetuskäyttöön tarkoitetusta mobiilista hydraulikkavaunusta. Työn tilaajana on Oulun ammattikorkeakoulun tekniikan ja luonnonvara-alan yksikön auto- ja työkonetekniikan laboratorio. Työn tavoitteena oli oppia mekaniikkasuunnittelijan ammattia ja luoda valmiit lähtökohdat hydraulikkavaunun rakentamiselle. Tätä varten täytyi kartoittaa hydraulikan opetusympäristön laitteen komponentit sekä mallintaa laitteisto 3D-mallinnusohjelmistolla valmistuspiirustuksineen.

Oulun ammattikorkeakoulu on opettanut koneopiskelijoille aina hydraulikkaa. Opinnäytetyö sai alkunsa jo Kotkantien kampuksen huonohkosta hydraulikan opetusvälineistöstä. Linnanmaalle hankittiin hydraulikan opetuslaitteisto ja pian huomattiin, että lisälaitteistolle olisi käyttöä opiskelijamäärien kasvaessa. Hydraulikan opetuslaitteisto toimii simulaatioympäristönä, jossa opiskelijat tekevät hydraulikkaan liittyviä harjoituksia. Opinnäytetyössä käydään läpi hydraulikan opetuslaitteiston suunnittelu- ja kartoitustyö sekä sivutaan yleistä teoriaa projektityön ja suunnittelun perusperiaatteista. Hydraulikan opetuslaitteiston rakentaminen jätettiin opinnäytetyön ulkopuolelle.

Suunnittelutyö hydraulikan opetusvaunun rungosta oli suhteellisen helppo. Mallina käytettiin nykyistä hydraulikan opetuslaitteistoa, mikä todettiin hyväksi. Tästä alettiin työstämään samankaltaista versiota Solidworks-3D-suunnitteluohjelmalla.

Opinnäytetyössä luotiin hydraulikan opetuslaitteiston rakentamista varten laaja komponentti- ja materiaalilistaus sekä valmistuspiirustukset laitteen kokoonpanosta Oulun ammattikorkeakoululle. Opinnäytetyön alussa asetettuihin tavoitteisiin päästiin.

Asiasanat: hydraulikka, suunnittelu, kartoitus

ALKULAUSE

Tahdon kiittää Oulun ammattikorkeakoulua tästä mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyötä. Suurin kiitos kuuluu lehtori Kari Asumaniemelle ja lehtori Hannu Heikkilälle, jotka ehdottivat tätä opinnäytetyöaihetta minulle ja opastivat ja ohjasivat työntekoani.

Oulussa 13.4.2022

Eerik Turpeinen

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	SUUNNITTELUPROSESSI	7
2.1	Projektsuunnittelu	7
2.2	Tuotekehitysprosessi.....	7
3	TURVALLISUUS JA STANDARDIT	9
4	NYKYINEN HYDRAULIIKAN OPPIMISYMPÄRISTÖ	10
4.1	Simulointi.....	11
4.2	Komponentit	11
4.3	Hydrauliikka.....	12
5	PROJEKTIN ALOITUS	14
6	SUUNNITTELU.....	15
6.1	Lähtökohdat.....	15
6.2	Rakenteet.....	17
6.2.1	Runko	17
6.2.2	Komponenttitaulu	18
6.2.3	Pöytä.....	19
6.2.4	Kokoonpano.....	19
6.2.5	Teknisiä tietoja	21
7	KUSTANNUSARVIO	22
7.1	Tilauslista	22
7.2	Hintavertailu	23
8	YHTEENVETO	24
	LÄHTEET	25

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä suunnitellaan ja kartoitetaan hydrauliiikan opetusympäristön laitteen komponentit Oulun ammattikorkeakoululle (Oamk). Oamk on opettanut hydrauliiikan perusteita kone-tekniikan opiskelijoille pitkän ajan. Opiskelijoiden määrän ja opetuksen laadun vaatimusten kasvessa koululle investoitiin uusi hydrauliiikan opetusympäristö. Huomattiin kuitenkin pian, että lisälaitteistolle olisi käyttöä ja sen hankkiminen voitaisiin teettää opiskelijatyönä.

Opinnäytetyö kertoo hydrauliiikan opetuskäyttöön tarkoitetun mobiilin hydrauliiikkavaunun suunnittelu- ja kartoitustyöstä. Esisuunnittelun ja nykyisen hydrauliiikan opetusympäristön pohjalta tehdään hydrauliiikan opetusvaunun rungon mallinnus Solidworks-suunnitteluohjelmalla. Hydrauliiikan opetusympäristöllä voidaan tehdä erilaisia hydrauliijärjestelmien simulaatioita harjoitustöinä. Työssä kartoitetaan rakentamista varten tarvittavat komponentit ja materiaalit.

Opinnäytetyössä tutustutaan koululla olevaan nykyiseen hydrauliiikan opetusympäristöön, jonka pohjalta tämä omavalmistelaite suunnitellaan. Lisäksi työssä käydään laitetta koskevat suunnitteluprosessin vaiheet. Tavoitteena on laatia valmiit lähtökohdat laitteen rakentamista varten, jotka sisältävät valmistuspiirustukset, komponenttilistaukset, materiaalit ja näiden kaikkien hinnat.

2 SUUNNITTELUPROSESSI

Projektia aloittaessa on järkevää syventyä projektisuunnitteluun. Tässä luvussa kerrotaan projektisuunnittelusta ja tuotekehitysprosessista, jotka sisältävät projektityöntekijän kannalta yleisesti tärkeää tietoutta.

2.1 Projektisuunnittelu

Epäonnistuneet projektit johtuvat useimmiten puutteellisesta suunnittelusta. Tämän takia suunnitteluvaihe on projektissa erittäin tärkeä. Ensimmäisenä täytyy määritellä tavoite, osallistujat, resurssit ja rahoittajat. Tarkan määrittelyn jälkeen voidaan aloittaa suunnitteluvaihe. Tähän kuuluu projektisuunnitelman laatiminen. Projektisuunnitelmaan sisällytetään aikataulu, budjetti, riskianalyysi, resurssianalyysi, projektiorganisaation kuvaus, työsuunnitelma ja viestintäsuunnitelma. (9, s. 44.)

Toteutettaessa projektia suunnitteluun on varattava reilusti aikaa. On varmistettava, että projektin kaikki osapuolet ovat yhteisymmärryksessä projektin tavoitteista, aikataulusta ja resursseista. Projektiorganisaation tulee myös tietää, mitä projektissa tehdään ja mikä lopputulos tulisi olla. Tavoitteiden ja lopputuloksen ollessa tiedossa on projektityöhön huomattavasti helpompi motivoitua. Kuvassa 1 projektin vaiheet yksinkertaistettuna. (9, s. 54.)



KUVA 1. Projektin vaiheet (9, s. 54)

2.2 Tuotekehitysprosessi

Henkilön tunnistessa potentiaaliset markkinat tai tarpeen suunnitteluprosessi saa alkunsa. Kuten tässä työssä, suunnitteluprosessi voi alkaa, kun ennestään oleva tuote halutaan suunnitella uudelleen. Prosessi alkaa usein vaatimusten ja tarpeiden kartoituksella. Tämä mahdollistaa suunnittelijan selvittää tuotteen vastaavuuden alkuperäiseen pyyntöön. (1, s. 6–8.)

Tuotteiden suorituskyvystä, ominaisuuksista ja vaadituista toiminnoista tehtyä virallista lausuntoa kutsutaan määrittelyksi. Tämä asettaa rajat tuleville konsepteille, koska se toimii ohjaavana tekijänä suunnittelulle. (1, s. 11)

Suurimmat päätökset tehdään suunnittelun alkuvaiheessa eli konseptivaiheessa. Tällöin kehitetään raakaversio tuotteen toiminnasta ja ulkonäöstä. Ensimmäisestä lupaavasta konseptista on usein houkutus alkaa viedä ideaa suoraan lopputuotetta kohti. Tämän takia on erittäin tärkeää kehittää monta konseptia, sillä usein tämän kautta tulokset ovat usein parempia. Yksityiskohtaiseen suunnitteluun valitaan paras konsepti arvioimalla konseptien hyviä ja huonoja puolia. (1, s. 12.)

Yksityiskohtaisen suunnittelun vaiheessa määritetään jokaisen komponentin muoto, koko, materiaalit ja näiden yhteensopivuus sekä valmistusmenetelmä. Tässä suunnittelun vaiheessa aikaa menee eniten ja tämä on myös kannattavaa, koska on tärkeää käyttää aikaa yksityiskohtiin, kun järkevä konsepti on valittu. (1, s. 12)

Tuotedokumentaatio on suunnitteluprosessin viimeinen vaihe, jossa tehdään valmistuspiirustukset sekä asennus- ja käyttöohjeet. Komponenttien materiaalit, muodot, valmistusmenetelmät sekä osien mittatiedot ja toleranssit sisältyvät valmistuspiirustuksiin.

3 TURVALLISUUS JA STANDARDIT

Lainsäädökset ja standardit koskevat erityisesti laitevalmistajaa. Laitteen suunnittelijan ja valmistajan on varmistettava, että laite on turvallinen käyttää tähän tarkoitettuissa olosuhteissa. Tässä työssä hydraulikan turvallisuus ja standardit ovat täytettynä, sillä laitetta suunniteltaessa mallina on käytetty tunnetun valmistajan laitetta ja komponentteja yksityiskohtaisesti.

Konedirektiivin 2006/42/EY mukaan komponenttien ja kokoonpanojen lujuus on varmistettava suunnittelijan toimesta ottaen huomioon koneen käyttöolosuhteet kaikissa käyttöiän vaiheissa. On otettava huomioon myös väsyminen ja kuluminen. Lainsäädännöt ja standardit koskevat yleisesti ottaen valmistajaa, mutta myös koneen käyttäjän on hyvä hallita nämä asiat. (3.)

Hydraulisen tehonsiirron standardi SFS-EN ISO 4413 kertoo, että hydraulijärjestelmää rakentaessa ja suunniteltaessa on huomioitava kaikkia niille tarkoitettuja toimintoja ja käyttöä. Riskit on arvioitava esimerkiksi standardin ISO 14121-1 mukaisesti järjestelmiin liittyvien ennakoitavissa olevien riskien määrittämiseksi, kun niitä käytetään näille tarkoitettulla tavalla. Vaaroja ei saa aiheutua ennakoitavista väärinkäytöistä. Tunnistettavat riskit poistetaan suunnittelun avulla. Jos tämä ei ole käytännöllistä, riskit täytyy poistaa standardissa ISO12100 esitetävän hierarkian mukaisesti varoituksilla tai suojaavilla laitteilla. (4, s. 12.)

Työturvallisuuslaki koskee kaikkia laitteen kanssa toimivia henkilöitä. Erityisesti laitetta rakentaessa ja testattaessa työturvallisuus on otettava erityisesti huomioon. Tämän lain tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita työntekijöiden työkyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi sekä ennalta ehkäistä ja torjua työtapaturmia, ammattitautoja ja muita työstä ja työympäristöstä johtuvia työntekijöiden fyysisen ja henkisen terveyden, jäljempänä terveys, haittoja. (5.)

4 NYKYINEN HYDRAULIIKAN OPPIMISYMPÄRISTÖ

Omavalmistelaitteiston suunnitteluun käytettiin mallina nykyistä hydrauliiikan oppimisympäristöä. Kuvassa 2 näkyvä Oulun ammattikorkeakoululla Boch Groupin tekemä Rexroth WS290 -laitteisto mahdollistaa erilaisten hydraulijärjestelmien simuloinnin sekä rakentamisen komponenteista. Pyörin päällä kulkevaan hydrauliiikan opetuslaitteistoon kuuluu hydraulinesesäiliö, hydraulipumppu, varoventtiilit ja sähköiset hallintalaitteet. (6, s. 27.)



KUVA 2. Bosch Group WS290-hydrauliikkasimulaattori (7)

4.1 Simulointi

Joel Turpeinen on opinnäytetyössään määritellyt simulointia Pertti Heikkilän opetusmateriaalin perusteella. Simulointi tarkoittaa simulaattorin avulla jäljitettyä todellisen järjestelmän toiminnan jäljitelyä. Simuloinnilla pyritään kuvaamaan tosielämän toimintoa tai tapahtumaa. Simulointi on oppimistilanne, jossa havainnoidaan simulaattorin tapahtumia. Simulaattori opetuskäytössä on erittäin tehokas väline, sillä koululla ei ole mahdollista harjoituttaa jokaista tosielämän tapahtumaa. (6, s. 25.)

Joel Turpeinen on opinnäytetyössään määritellyt simulointia Pertti Heikkilän opetusmateriaalin perusteella. Hydrauliiikan simulointi hydrauliiikan oppimisympäristöllä on laitteen hydraulijärjestelmän testausta ja havainnointia. Harjoitusohjeitten avulla opiskelijat voi rakentaa ja vaikuttaa, millainen testattava järjestelmä on ja mitä siinä tapahtuu. Käyttäjä voi päättää, millaisia järjestelmiä rakennetaan ja testataan. Havainnoimalla voidaan päätellä, voiko näitä hydraulijärjestelmiä toteuttaa käytännössä. (6, s. 25.)

4.2 Komponentit

Nykyisessä laitteistossa komponenttien ja letkujen määrä on hyvin kattava, joten samoja komponentteja käytettäisiin myös omavalmistemallissa. Laitteistolla voidaan harjoitella hydraulijärjestelmän, sylintereiden, venttiileiden, ohjauslaitteiden ja moottoreiden toimintaa suljetussa ja avoimessa järjestelmässä. Kuvassa 3 on näkyvissä laitteeseen asetettavia hydraulijärjestelmien simulointiin tarvittavia komponentteja. (6, s. 27–28.)



KUVA 3. WS290-hydraulikoneikossa käytettäviä komponentteja (6, s. 27)

Laitteen rakenne itsessään on hyvin yksinkertainen. Kuvasta 4 nähdään, että kulkee lukittavien pyörien varassa, jotka ovat kiinnitettynä rungon pohjaan. Pohjassa on opetustarvikkeiden säilytyslaatikot ja valutusallas, jonka päällä on hydraulikoneikko. Pohjaan kiinnittyy päätyrungot, johon kiinnittyvät keskellä näkyvä pöydän tapainen öljyn imeytysallas, komponenttitaulut, jakotukit, mitta-astiat, letkuteline sekä ylhäällä komponenttien säilytystila. (8.)

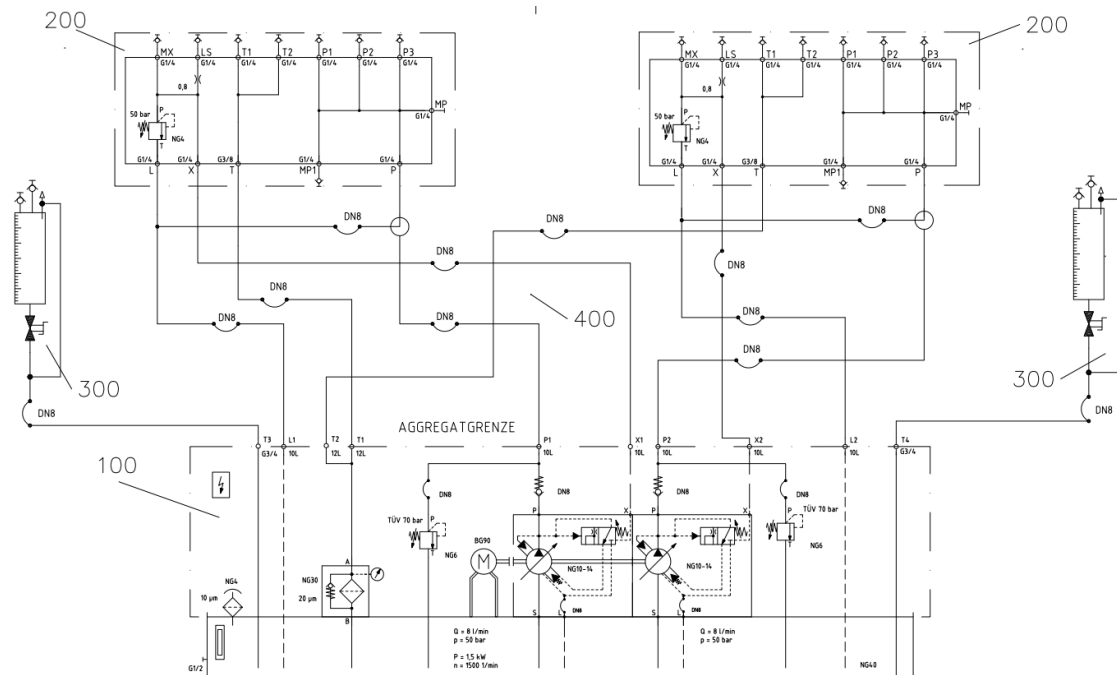


KUVA 4. Nykyinen hydrauliiikan opetuslaitteisto

4.3 Hydrauliiikka

Kuormantunteva järjestelmä eli LS-järjestelmä (Load Sensing) on järjestelmätyyppi, jota käytetään jatkuvassa käytössä olevassa hydraulikassa. Järjestelmä on energiatehokkaampi tuottaessaan vähemmän hukatehoa ja -lämpöä kuin esimerkiksi yleisemmät 6-tie venttiileillä toteutetut järjestelmätyypit. (10, s. 7.)

Kuvassa 5 on näkyvissä WS290-hydrauliikkasimulaattorin hydrauliikkakaavio. Järjestelmää haluttaessa käyttää kuormantuntevana LS-linja kytketään suoraan painelinjaan. Vakiopaineisena LS-linja kytketään paluulinjaan. Laitteen molemmat puolet toimivat itsenäisesti kaksoismäntäpumpun ansiosta, jolloin opiskelijat voivat keksittyä rauhasa omaan tehtäväänsä, vaikka toinen ryhmä olisi eri vaiheessa. Jakotukeista voi ottaa lähdön useammalle laitteelle. Paineenrajoittimet ovat säädetty antamaan maksimipaineeksi 70 baaria. (8.)



6 SUUNNITTELU

Suunnitteluosiossa käydään läpi hydrauliiikan opetusvaunun suunnittelun lähtökohdat sekä vaunun tärkeimmät rakenteet yksityiskohtaisesti.

6.1 Lähtökohdat

Suunnitelmien muututtua perehdyttiin täysin rungon rakenteitten ja valmistuspiirustusten tekemiseen. Lähtökohtana suunnittelulle käytettiin nykyistä hydrauliiikan opetusvaunua, jonka takia monen konseptin eli eri mallien tekeminen todettiin tarpeettomaksi. Suunniteltavalla laitteella täytyi pystyä tekemään samat toiminnalliset asiat, jotka nykyinen hydrauliiikan opetusvaunu pystyi tekemään.

Laitetta täytyi pystyä liikuttelemaan, sillä opetuspaikka voi vaihtua kurssista ja tilojen varauksista riippuen. Hydrauliiikkakomponentit asennetaan samalla periaatteella omavalmistelaitteeseen ja samat turvallisuuselementit täytyi myös olla olemassa. Joitakin toiminnallisia ja käsittelyä helpottavia asioita muutettiin omavalmistelaitteeseen, kuten vetokahvojen lisäys sekä mitta-astioiden poisto.

Tarkoituksena oli suunnitella hieman isompi laite komponenttien asettelua helpottamiseksi komponenttitaululle. Rungon materiaalityypit ja kokoluokka selvitettiin mallintamisen ohella pääajatuksena rakentamisen helpottaminen ja yksinkertaistaminen. Ennen mallintamista käytiin tekemässä mitauksia kuvassa 7 näkyvästä koulun hydrauliiikan opetuspisteellä olevasta laitteesta mittasuhteiden hahmottamiseksi.



KUVA 7. Koulun hydrauliikan opetusvaunu

6.2 Rakenteet

Komponenttien kartoituksen jälkeen siirryttiin täysin suunnittelemaan laitteen rungon rakennetta. Ensimmäinen oli tärkeää päättää, että mistä materiaalista runko tulisi valmistaa ja samalla hahmotella rakennetta paperille ja lopulta pääosin Solidworks-3D-suunnitteluohjelmalla. Laitte suunniteltiin siten, että mahdollisimman iso osa osista voitaisiin tilata metritavarana ja leikata itse haluttuihin mittoihin. Tässä osiossa käydään läpi tärkeimmät laitteen rakenteet ja miten ratkaisuun päädyttiin.

6.2.1 Runko

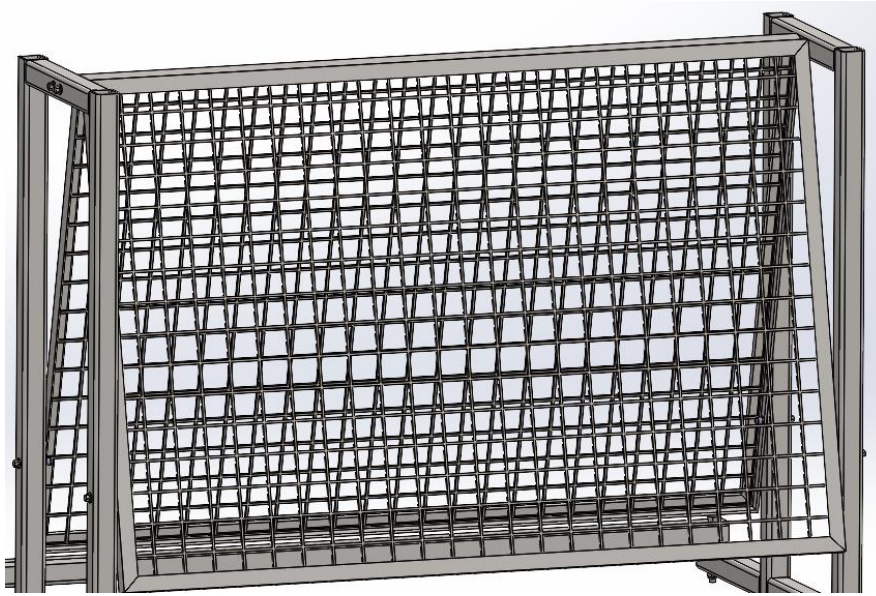
Kuvassa 8 näkyvän rungon osalta päädyttiin yksinkertaiseen neliöputkirakenteeseen sen kustannustehokkuuden ja helpon kokoonpanemisen vuoksi. Runko koostuu kokonaan 40x40x3,2 mm putkipalkista. Rungossa on käytetty pulttiliitoksia ja kasaan painumista on estämässä osa tukevaa runkoa hydraulikkakoneikko, ja komponenttitaulut. Rungon päätyosat ovat koottu hitsaamalla. Valmistuskuvat ovat liitteessä 4 ja liitteessä 5.



KUVA 8. Rungon putkipalkkirakenne

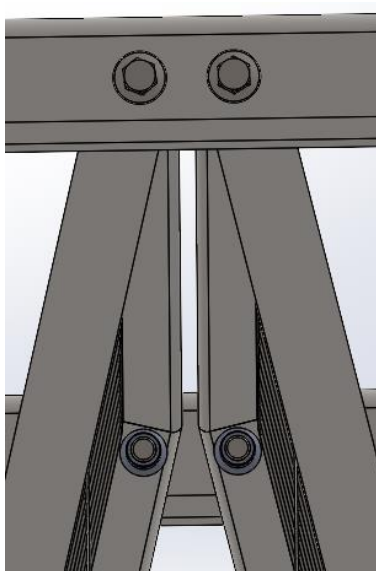
6.2.2 Komponenttitaulu

Kuvassa 9 näkyvä komponenttitaulu on laitteen yksi keskeisimmistä asioista, sillä tähän asetellaan kaikki hydraulikkaharjoituksia koskevat komponentit. Komponenttitaulun kehikko on valmistettu 25x25x8,5 mm kulmaraudasta ja komponenttiverkko 50x50x4 mm sinkitystä teräksestä. Komponenttiverkko on hitsattu jokaisen ristikon päädystä kulmarautaan. Valmistuskuva on liitteessä 1.



KUVA 9. Komponenttitaulu

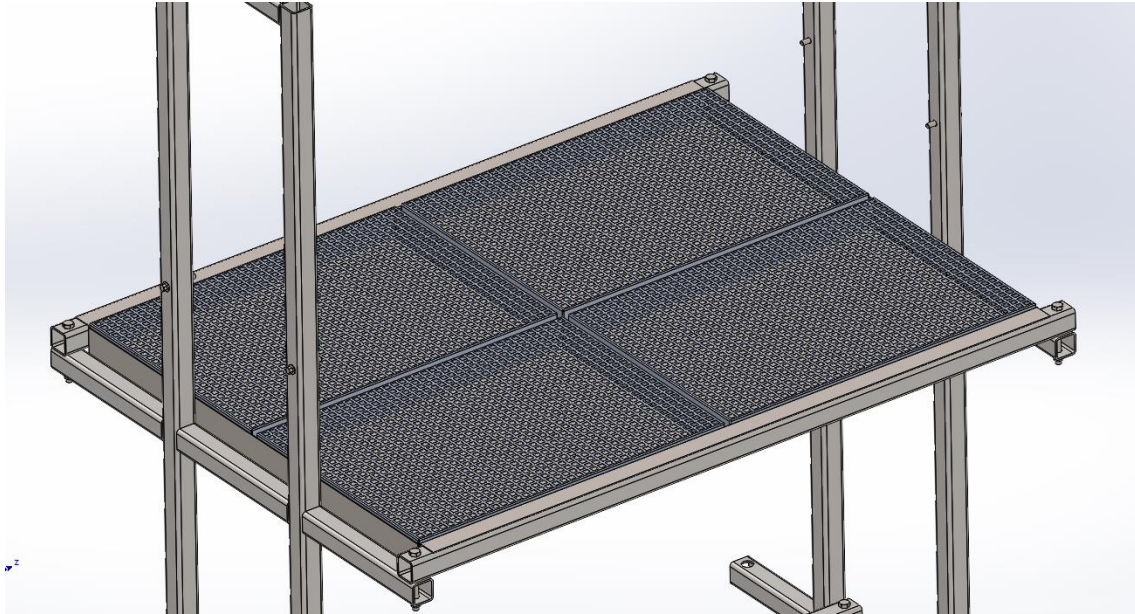
Kuvassa 10 näkyy komponenttitaulujen kiinnitys laitteen runkoon niittimutteriliitoksien avulla. Vähentääkseen ylimääräisiä runkorakenteita, komponenttitaulut ovat suunniteltu osaksi laitteen tukevaa runkoa.



KUVA 10. Komponenttitaulujen niittimutterikiinnitykset

6.2.3 Pöytä

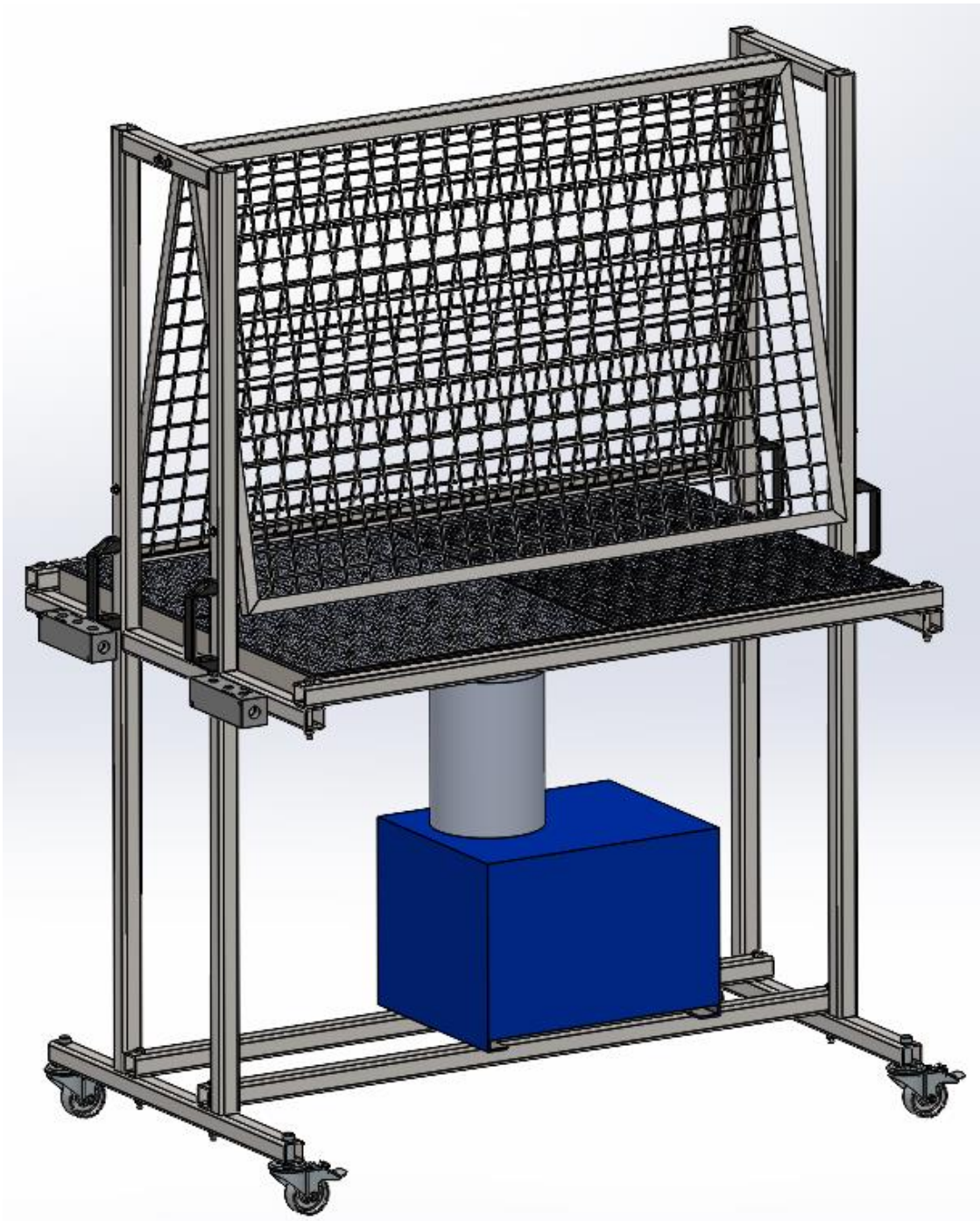
Kuvassa 11 näkyvä pöytä koostuu kahdesta osasta, jossa on 1,5 mm pellistä pokattu öljyn tiputusallas ja päällä on 1 mm reikäpellistä pokatut itse pöytätaso. Pöytä itsesään tarjoaa harjoituksia tekeville työtilaa ja lisää siisteyttä keräämällä öljyroiskeet. Itse pöytä ei ole liitettyä kiinni runkoon mitenkään, vaan makaa vapaasti runkoputkien päällä. Valmistuskuvat pöytäosista liitteessä 2 ja liitteessä 3.



KUVA 11. Pöytätaso

6.2.4 Kokoonpano

Laitekokoonpano on pyörien päällä liikuteltava yksikkö. Kuvaan 12 on kuvattuna laitteen mahdollisten hydraulikkakoneikon, jakotukkien, vetokahvojen ja pyörien kiinnityskohdat. Liitteessä 4 on valmistuskuva laitteen päätyrunkon rakenteesta.



KUVA 12. Hydraulikkaopetusvaunun kokoonpano

6.2.5 Teknisiä tietoja

Tässä luvussa on kerrottuna tarkasti oma valmistelaitteen tekniset tiedot. Taulukosta 1 näkee laitteen mitoitus ja hydraulikan tekniset tiedot.

TAULUKKO 1. Teknisiä mittoja ja osien tietoja

MITAT

KOHDE	MÄÄRÄ
Pituus	1 040 mm
Leveys	1 390 mm
Korkeus (ilman rattaita)	1 700 mm
Kokonaispaino (ilman koneikkoa)	94 kg
Komponenttitaulun hyötykoko käytössä (noin)	1 200x800 mm

HYDRAULIIKKA

KOHDE	Tietoja
Hydrauliikkakoneikko	Teho: 3 kW Tuotto: 10+10 l/min MAX paine: 70 bar
Sähkömoottori	3 kW 400 V
Kaksoismäntäpumppu LS	1 kpl
Painesuodatin	2 kpl
Paluusuodatin	1 kpl
Pinta/lämpötilahälytin	1 kpl
Painemittari + hana	2 kpl
Painelohko (kaaviossa (kuva 3))	2 kpl
Apuventtiilit	
Säiliö + vuotoallas	60 l
Sähköistys (sis.)	Hätäseis, päälle/seis, pinta/lämpötila hälytysvalo

7 KUSTANNUSARVIO

7.1 Tilauslista

Taulukossa 2 on listattuna hydraulikkaopetusvaunun rakentamiseen vaadittavat materiaalit ja komponentit. Taulukosta selviää materiaalivehvuudet ja määrät.

TAULUKKO 2. Hydraulikkaopetusvaunun tavarantilauslista

Kohde	Tietoja	Määrä
RHS neliöputki	40x40x3, 2 mm	16,2 m
Kulmarauta	25x25x3 mm	8,5 m
Komponenttiverkko	50x50x4 mm	2,6x2 m
Pelti	1,5 mm	1,31x1,04 m
Reikäpelti	1,0 mm	2,15x2,83 m
Mutteri	M10	8 kpl
Pultti	M10	8 kpl
Niittimutteri ja näihin pultit	M8	8 kpl
Vetokahvat		4 kpl

Taulukossa 3 on eriteltynä arvo tilattaville tavaroille eri toimittajilta. Hinnat ovat suuntaa antavia, mutta vertailukelpoisia alkuperäiseen opetusvaunuun nähden.

TAULUKKO 3. Kustannusarvio

Kohde	Toimittaja	Hinta (€) alv0%
Hydrauliikkakomponentit	Hydraspecma	10 740,7
Palkit (RHS)	Palametalli	367,7
Komponenttitaulut	Cronvall	109,7
Pellit	Cronvall	133,1
Muut	IKH/motonet	71 (arvioitu)
		yht. 11 422,2

7.2 Hintavertailu

Hintavertailun vuoksi Bochia lähestyttiin tarjouspyynnöllä uudesta hydraulikan opetustyöasemasta. Tarjous on liitteessä 5. Hinta ei merkittävästi poikkea omavalmistelaitteen materiaalikustannuksista, vaikka on hieman kalliimpi. Taulukosta 4 selviää, että omavalmistelaitteen kokonaishinnaksi tulee 11 422,2 € ja tarjouksessa alv 0 % uudelle työasemalle on 11 958,8 €.

TAULUKKO 4. Hintavertailu työasemista.

	Hinta(€) alv 0%
Omavalmistelaite	11 422,22
Bochin uusi työasema	11 958,80
erotus	536,58

Hintaero on hyvin pieni tässä vaiheessa. Arvioidessa hintaa omavalmistelaitteen rakentamiselle, mikä kestäisi noin viikon ja sisältäisi osien valmistuksen, hinta olisi lähes sama molemmilla työasemilla. Bochin työaseman voi koota valmiista osista yhdessä päivässä.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä luotiin hydrauliiikan opetuslaitteiston rakentamista varten edellyttävät asiat Oulun ammattikorkeakoululle. Tuloksena saatiin laaja komponentti- ja materiaalilistaus sekä valmistuspiirustukset laitteen kokoonpanosta. Osa tärkeimmistä valmistuspiirustuksista löytyvät liitteistä.

Työn aikana tehtiin kevyttä viikkoraportointia raportin kirjoittamisen helpottamiseksi. Työssä tehtiin kaksi eri versiota laitteiston rungosta, josta toinen eteni yksityiskohtaiseen suunnitteluun. Valmistuspiirustuksia saatiin 11 sivua PDF-tiedostona ja Excel-taulukko komponenteista ja materiaaleista. Valtaosa ajasta suhteessa työn etenemiseen kului hydrauliiikkakomponenttien kartoittamiseen ja näiden tarjouspyyntöjen lähettämiseen. Tarjouspyyntöjä lähetettiin viiteen eri hydrauliiikkakomponenttien erikoistuneeseen yritykseen, joista vain yksi pystyi vastaamaan hyväksyttävällä tarjouksella.

Opinnäytetyön tekeminen oli opettava kokemus. Etenkin koronaviruksen valtaamassa ajassa komponenttien saatavuus on todella tiukassa ja yritysten on tehtävä varotoimenpiteitä tai valmistautua toimitusaikojen pitkään venymiseen. Materiaalia ja kirjallisuutta opinnäytetyötä varten oli kattavasti ja paljon käytettävissä. Työtä helpotti kovasti asiantunteva ohjaaminen koulun puolelta. Vastavanlainen projektityö tehtiin ryhmätyönä vuotta aikaisemmin, mutta yksin tehdessä vaati tämä työntekijältä opettelua ja paneutumista paljon enemmän asiaan. Näiden materiaalien avulla koulu voi nyt teettää rakentamisen esimerkiksi opiskelijatyönä tulevina vuosina.

Projektin eteenpäin vieminen rakennusvaiheeseen on mahdollinen, mutta mielestäni näillä markkinahinnoilla on kannattavampaa tilata valmis hydrauliiikan opetusympäristö Bochilta. Vaikka oma-valmistelaitte tulisi hieman halvemmaksi materiaalikustannuksiltaan, työtä olisi sitä enemmän. Olisi järkevää tällaisessa tilanteessa tilata valmis paketti, jonka voi koota helposti.

LÄHTEET

1. Childs, Peter R.N. 2014. Mechanical design engineering handbook. Second edition. Elsevier Science & Technology.
2. Hietikko, Esa. 2011. Solidworks-tietokoneavusteinen suunnittelu. 4.painos. Kuopio: Kopijyvä Oy.
3. Konedirektiivin 2006/42/EY soveltamisopas 2010. Toinen painos. Kesäkuu 2010. Euroopan komissio. Yritys- ja teollisuustoiminta. Toimitustyöryhmän päällikkö Ian Fraser. Hakupäivä 20.4.2022. <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/9202/attachments/1/translations/fi/renditions/pdf>
4. SFS-EN ISO 4413. 2012. Hydraulinen tehonsiirto. Järjestelmiä sekä niiden komponentteja koskevat yleiset periaatteet ja turvallisuusvaatimukset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.
5. L 23.8.2002/738. Työturvallisuuslaki.
6. Turpeinen, Joel 2021. Mobilehydrauliikka-oppimisympäristön suunnittelu ja toteutus. Oulun ammattikorkeakoulu. Konetekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö. Hakupäivä 30.3.2022. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/498374/Turpeinen_Joel.pdf?sequence=2&isAllowed=y
7. On/Off hydraulics – Manual operation 2018. Project manual. Bosch Rexroth AG: The Drive & Control Company.
8. Asumaniemi, Kari 2022. WS290 Training system. Opinnäytetyötä varten annetut tarvittavat tiedot ja haastattelumateriaali keväällä 2022. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö
9. Kettunen, Sami 2009. Onnistu projektissa. Helsinki: WSOYpro.

10. Peltola, Nanna 2010. Tampereen ammattikorkeakoulu. Konetekniikan tutkinto-ohjelma. Opin-
näytetyö. M-logistiikan kehittäminen. Hakupäivä 27.4.2022
[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/8631/Peltola_Nanna.pdf?sequence=2&isAllo-
wed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/8631/Peltola_Nanna.pdf?sequence=2&isAllo-
wed=y)

LIITTEET

Liite 1. Komponenttitaulun valmistuspiirustus

Liite 2. Valutusaltaan valmistuspiirustus

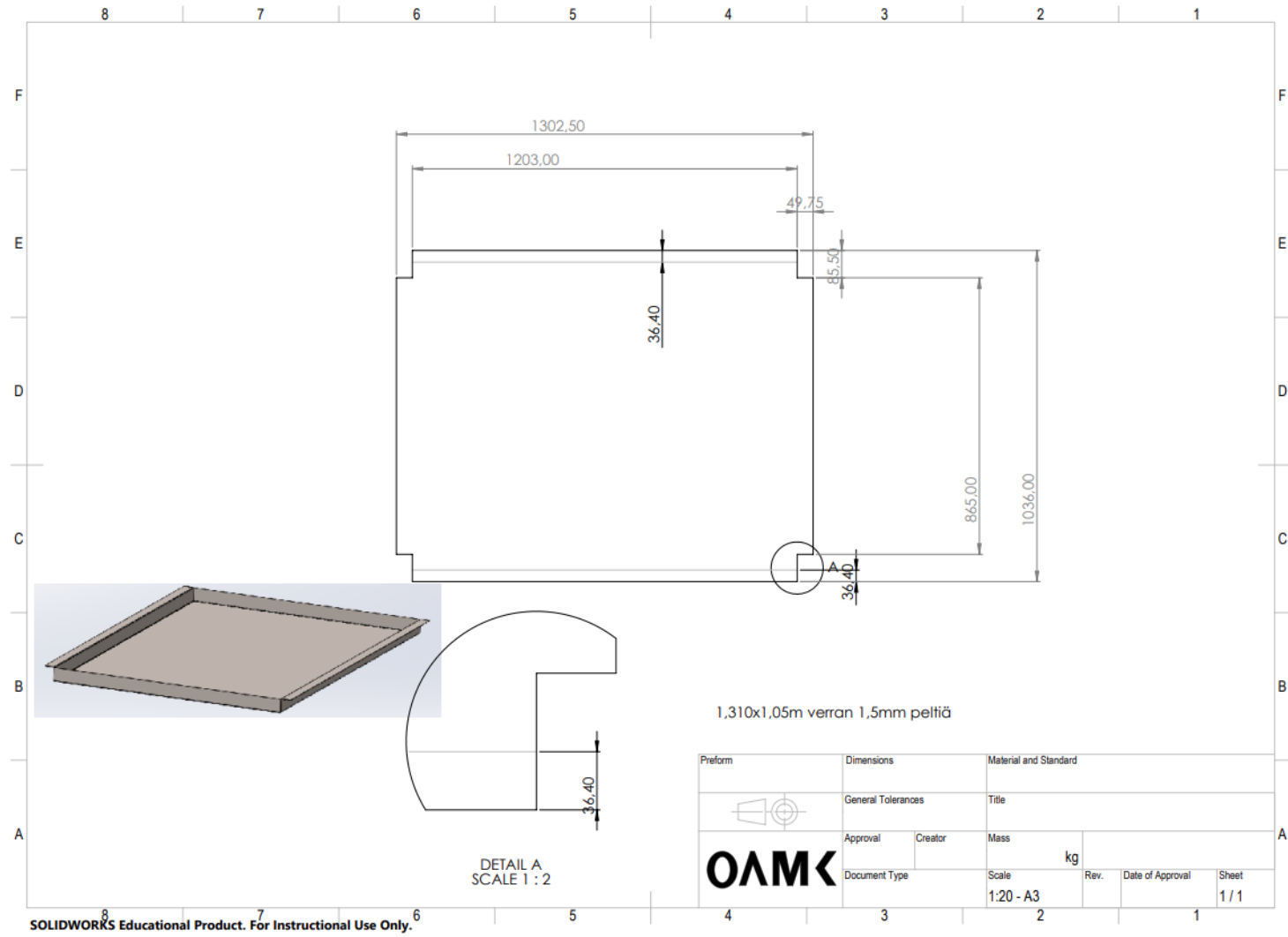
Liite 3. Pöytätason valmistuspiirustus

Liite 4. Kokoonpanon valmistuspiirustus

Liite 5. Työaseman tarjous

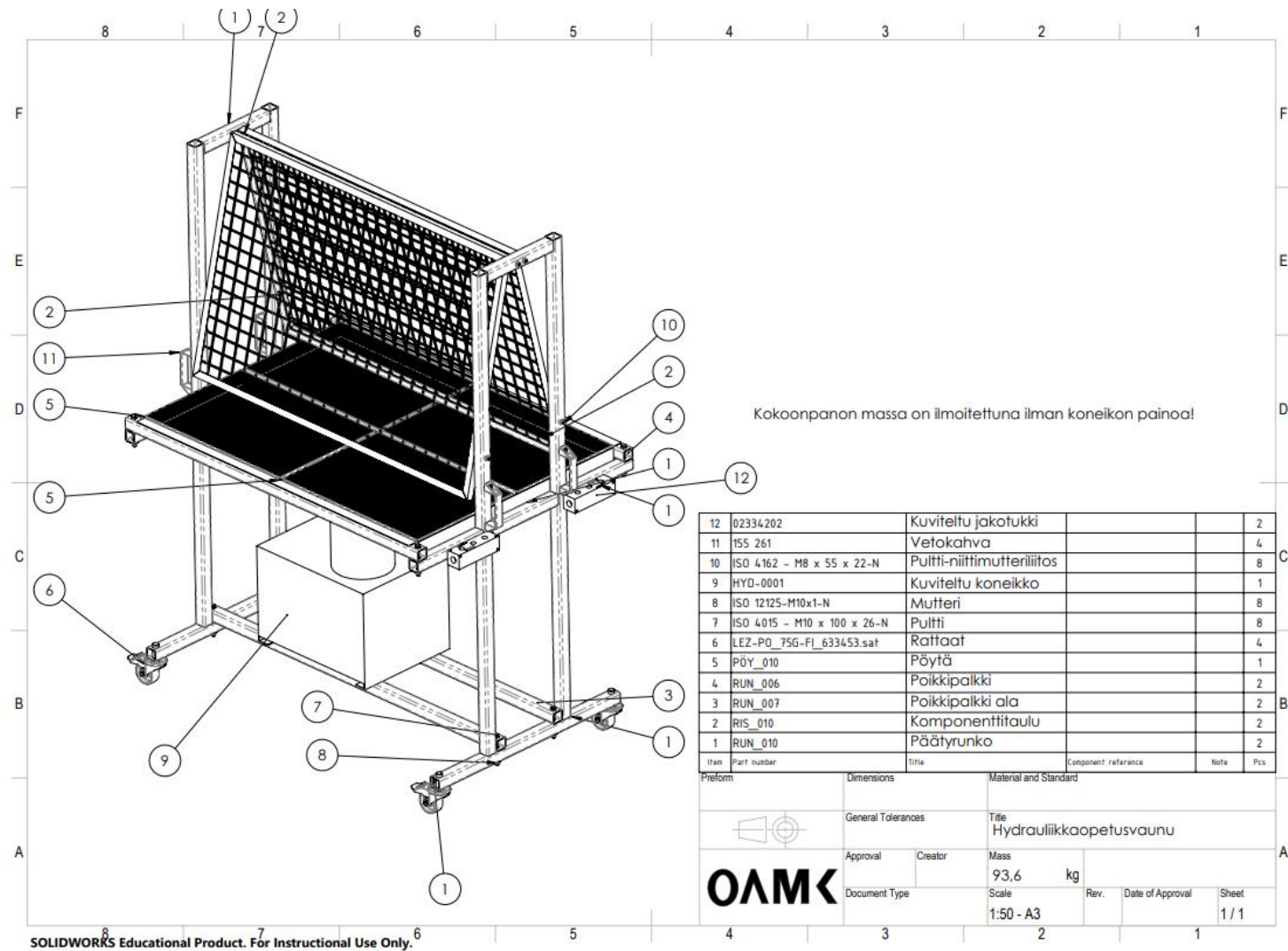
LIITE 1





LIITE 3





LIITE 4





Oulun Ammattikorkeakoulu Oy
Tekniikka- ja luonnonvara-ala
PL 222
FI-90101 OULU

Laskutusosoite

Oulun Ammattikorkeakoulu Oy
Tekniikka- ja luonnonvara-ala(TELU)
003725097478
PL 5016
FI-02066 DOCUSCAN

Tarjous

Nro 1103737463 / 01

Sivu
1/2

Päivämäärä	10.02.2022
Voimassa asti	10.03.2022
Asiakas	6418618
Alv nro	FI25097478
Viite nro	Kari Asumanlempi 10.2.2022
Päivämäärä	10.02.2022
Sales Contact	Sisämyynti teoll.hyd. Bosch Rexroth
Sähköposti	Tilaukset@boschrexroth.fi
Customer responsible	Jimi Lammi
Sähköposti	Jimi.lammi@boschrexroth.fi
Sales office	Bosch Rexroth Oy Ansatie 6 b FI-01740 VANTAA +358 (0)10 3441 000

Kiitämme tarjouspyynnöstänne ja tarjoamme seuraavasti:

Pyydämme teitä viittaamaan tilauksessanne tämän tarjouksen numeroon.
Yleiset toimitus- ja palautusehtomme: <http://www.boschrexroth.fi/toimitusehdot>

Pos. 10

Koodi/Tuote	Määrä	Netto/yks.	Summa
R961009455	1 KPL	11 958,81 EUR	11 958,81 EUR
TYÖASEMA	TS-WS290-1X/G2A3B2C1&		
Arvioitu toimitusaika		11 vkoa tilauksesta	
Lisätietoja			
Tullinimike: 90230010			
Alkuperämaa: DE			

Kaikki positiot

Yhteensä alv 0 %			11 958,81 EUR
Alv	24 %	11 958,81 EUR	2 870,11 EUR
Loppusumma			14 828,92 EUR

Bosch Rexroth Oy
Ansatie 6 b
FI-01740 VANTAA
Puh. +358 (0)10 3441 000

Toimipaikat:
Lumpeenkatu 2
FI-33900 TAMPERE
Puh. +358 (0)10 3441 000

Pankki:
Danske Bank a/c 81439710012032(EUR)
IBAN: FI681439710012032
SWIFT: DABAFIHH

Alv no. FI02501669
Y-tunnus: 0250166-9
Kotipaikka: Vantaa
info@boschrexroth.fi