



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Santeri Tyyvi

HYDRAULIPRÄSSIN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Tekniikka

2025

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Santeri Tyyvi
Opinnäytetyön nimi	Hydraulipressin suunnittelu ja toteutus
Vuosi	2025
Kieli	suomi
Sivumäärä	33 + 8 liitettä
Ohjaaja	Jani Leppämäki

Työssä suunnitellaan ja valmistetaan edullinen ja helposti valmistettava hydrauliprässi, joka tukee omia tarpeitani. Muita tavoitteita ovat pressin hyvä kestävyys, liikuteltavuus, voima ja materiaalien hyvä saatavuus. Työn taustalla on tarve käyttökelpoiselle hydrauliprässille, joka mahdollistaa auton tukivarsien tai muiden alustan osien kuten puslien tai laakereiden puristamisen paikalleen.

Työn teoreettisessa viitekehyksessä käsitellään tuotekehitysprojekteja sekä hydrauliiikan perusteita. Työn suunnitteluvaiheessa käytettiin siemens NX12-ohjelmistoa erityisesti 3D-mallinnusta ja lujuuslaskentaominaisuuksia. Valmistus- ja testausvaiheessa hyödynnettiin metallintyöstötaitoja.

Työssä saatiin aikaiseksi toimiva ja edullinen hydrauliprässi. Tuotetta voisi jatkokehittää esimerkiksi pultinreikien valmistusmenetelmien ja koon osalta. Prässiin voisi myös valmistaa irrotettavia puristinleukoja, joilla voisi mukauttaa pressin sopimaan paremmin erimuotoisille työstettäville kappaleille.

ABSTRACT

Author	Santeri Tyyvi
Title	Design and Manufacturing of a Hydraulic Press
Year	2025
Language	Finnish
Pages	33 + 8 Appendices
Name of Supervisor	Jani Leppämäki

The project involved designing and constructing an affordable, easily manufacturable hydraulic press tailored to personal needs. Key objectives included ensuring the durability, mobility, force capacity of the press, and the availability of materials. The motivation stemmed from the necessity for a practical hydraulic press capable of installing automotive suspension components, such as control arms, bushings, and bearings.

The theoretical framework encompasses product development processes and fundamental principles of hydraulics. During the design phase, Siemens NX12 software was utilized, particularly its 3D modeling and strength analysis features. The manufacturing and testing phases leveraged metalworking skills.

The outcome is a functional and cost-effective hydraulic press that meets the initial goals. Potential improvements include refining the methods and dimensions of bolt holes. The press would also benefit from developing detachable pressing jaws to better accommodate variously shaped workpieces.

Keywords product design, product development, hydraulics, hydraulic press, 3D-modeling

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
1 JOHDANTO	6
2 TEOREETTINEN TAUSTA	7
2.1 Tuotekehitysprojektin vaiheet	7
2.2 Hydraulikka	9
3 LÄHTÖKOHDAT	11
3.1 Tavoitteet ja vaatimukset	11
3.2 Esimerkkejä kaupallisista malleista	12
4 SUUNNITTELU	14
4.1 Komponenttien vertailu	14
4.2 Puristimen rungon suunnittelu	17
4.3 3D-mallinnus	19
5 LUJUUSLASKENTA	20
5.1 Perusteet ja materiaali	20
5.2 Rakenteen kuvaus	21
5.3 Kuormitusolosuhteet	21
5.4 Laskentamenetelmät ja tulokset	22
5.5 Johtopäätökset	24
6 KUSTANNSLASKELMA	26
7 TOTEUTUS JA TESTAUS	27
7.1 Toteutus	27
7.2 Testaus	28
8 YHTEENVETO	31
LÄHTEET	32
LIITEET	34

KUVAT

Kuva 1. Meganex 75T-paineilma (IKH, n.d.-a).	13
Kuva 2. Tamforce 20T-prässi (Puuilo, n.d.-b).....	13
Kuva 3. MTX-pullotunkki (Motonet, n.d.).....	15
Kuva 4. Tamforce-pullotunkki 12T (Puuilo, n.d.-a).....	15
Kuva 5. Käsipumppu, säiliö ja letku (Macea Machinery n.d.-a).....	16
Kuva 6. 20T-sylinteri (Macea Machinery, n.d.-b.).....	16
Kuva 7. Pullotunkki yläpuolella.	18
Kuva 8. Pullotunkki alapuolella.	18
Kuva 9. Taipuma pullotunkin maksimivoimalla.	23
Kuva 10. Tulos kaksinkertaisella voimalla.....	24
Kuva 11. Rungon pystyputket.	27
Kuva 12. Kasaan painettu putki.....	29
Kuva 13. Liian lähellä toisiaan olevat pultinkannat.....	30

TAULUKOT

Taulukko 1. Tavoitteet ja vaatimukset.	12
Taulukko 2. S355-pääominaisuudet (BE-Group, 2022).....	21
Taulukko 3. Hinnasto.	26

LYHENTEET

FEM	engl. <i>Finite Element Method</i> , Elementtimenetelmä
ISO	engl. <i>International Organization for Standardization</i> , Kansainvälinen standardisoimisjärjestö

1 JOHDANTO

Hydrauliprässit ovat laitteita, joita käytetään erilaisten asioiden puristamiseen. Yleensä niillä puristetaan esimerkiksi prässisovitteilla olevia kappaleita, kuten laakereita toisiinsa kiinni. Prässillä saadaan aikaan tasainen puristus, jolloin vältetään terävät iskut, jotka saattavat vaurioittaa työstettäviä kappaleita. Tällaisia ovat esimerkiksi laakerit, jotka ovat herkkiä iskuille suunnasta, johon niiden ei ole tarkoitettu saavan kuormaa eli yleensä asennussuunnasta.

Työn tarkoituksena on suunnitella ja valmistaa edullinen hydrauliprässi, jonka avulla auton alustan puslat on esimerkiksi helppo irrottaa ja kiinnittää. Tuotteen tavoitteena on olla vähintään yhtä hyvä kuin markkinoilla olevat vastaavat tuotteet, mutta huomattavasti edullisempi. Valmistusprosessin tulisi myös olla mahdollisimman yksinkertainen eli tavoitteena on, että valmistukseen ei tarvita suuria työstökoneita.

Tuotteen suunnittelu alkaa materiaalien valinnalla. Materiaalien vaatimuksena on hyvä saatavuus ja edullinen hinta sekä lujuus. Valittujen materiaalien pohjalta aloitetaan 3D-mallinnus hyödyntäen materiaalien omia mittoja. Valmiin mallin pohjalta lasketaan myös lujuudet, jotta varmistutaan prässin kestävydestä.

Valmistusvaiheessa prässi rakennetaan suunniteltujen mallien ja kuvien pohjalta. Osien valmistuksen jälkeen prässi kootaan. Prässiä kasatessa ilmenee muutama ongelmakohta suunnittelussa sekä itse osien valmistuksessa. Ongelmiksi osoittautuvat esimerkiksi kiinnityspulttien malli sekä niitä varten tehtyjen reikien paikoitus.

2 TEOREETTINEN TAUSTA

2.1 Tuotekehitysprojektin vaiheet

Ulrichin ja Eppingerin (2008, s. 35–36) mukaan tuotekehitysprojektit voidaan määrittellä neljään eri tyyppiin, jotka ovat seuraavat: uusi tuotealusta, johdannaiset olemassa olevista tuotealustoista, parannuksia olemassa olevaan tuotealustaan ja uudenlaisia tuote alustoja. Tässä projektissa keskitytään parantamaan jo olemassa olevia tuotteita ja erityisesti keskitytään vähentämään kustannuksia. Tällaiset projektit keskittyvät yleensä olemassa olevien tuotteiden päivittämiseen tai paranteluun pienten muutosten avulla. Täten tuotteesta pyritään saamaan kilpailukykyisempi.

Tuotekehitysprojekti alkaa kehitysmahdollisuuksien kartoituksella. Näitä mahdollisuuksia voidaan kartoittaa useilla eri tavoilla, kuten asiakaspalautteella tai tuotteen käyttäjien haastatteluilla. Samalla kartoitetaan myös kilpailevia tuotteita ja niiden ominaisuuksia. Erilaisia kehitysmahdollisuuksia saattaa ilmaantua milloin tahansa, kun mahdollisuuksia kartoitetaan tai seurataan jatkuvasti. Tässä opinnäytetyössä suunniteltavasta tuotteesta on suuri määrä kilpailevia malleja eri ominaisuuksilla. Työssä kiinnitetään huomiota tavoitteiden mukaisesti erityisesti tuotteen valmistuskustannuksiin ja verrataan niitä kilpailevien tuotteiden myyntihintoihin. Muitakin ominaisuuksia painotetaan tärkeyden perusteella painoarvo taulukon avulla. (Ulrich & Eppinger, 2008, s. 37, s. 61–63.)

Kun mahdollisuudet on kartoitettu ja ideat todettu mahdollisiksi toteuttaa, aloitetaan tuotekehitysprojektin suunnittelu. Suunnitteluvaiheessa asetetaan projektille aikajana, resurssit ja tavoitteet. Aikajanalla asetetaan tavoitteet siitä, missä vaiheessa mikäkin vaihe projektia tulisi saattaa loppuun. Asetettua tavoiteaikaa ei yleensä haluta ylittää esimerkiksi

kustannusten kasvun takia. Resurssit jaetaan kullekin projektin vaiheelle. Jaettavia resursseja voivat olla esimerkiksi rahoitus ja henkilöstö. Henkilöstöä jaetaan kullekin vaiheelle työmäärän ja henkilöiden osaamisalueiden mukaan, jotta henkilöstö työskentelee mahdollisimman tehokkaasti. Tavoitteet asetetaan sen mukaan, minkälainen tuote halutaan ja tavoitteille asetetaan panoarvot, joiden avulla voidaan priorisoida ominaisuuksia. Tavoitteiden avulla myös osoitetaan, milloin kehitettävä tuote on valmis ja projekti saadaan päätökseen. (Ulrich & Eppinger, 2008.)

Kun projektisuunnitelma on valmis, voidaan alkaa kehittää itse tuotetta. Tuotteen suunnittelu aloitetaan ideoimalla useampi tuote ja valitaan näistä yksi tai useampi erilainen, joita lähdetään jatkokehittämään. Tuotteesta tehdään alustavat 3D-mallit ja näistä tehdään kokoonpano, jossa saadaan tarkasteltua osien yhteensopivuutta ja mahdollisesti myös osien liikkeitä ohjausmallin avulla. (Ulrich & Eppinger, 2008.)

Kun kehitys on saatu tarpeeksi pitkälle, saatetaan tarvittaessa valmistaa prototyyppi, jolla saadaan testattua tarkemmin suunnitellun tuotteen toimivuutta. Prototyypin pohjalta tuotetta on helpompi lähteä kehittämään eteenpäin ja parantaa esimerkiksi tuotteen valmistettavuutta, jos prototyypin kokoonpano tai osien valmistus osoittautuu vaikeaksi tai suunniteltua hitaammaksi. Myös tuotteen käyttöön liittyviä ominaisuuksia on helpompi kehittää ja parannella, kun sitä saa testattua oikeassa käyttötarkoituksessaan. (Ulrich & Eppinger, 2008.)

Kun prototyyppi on testattu ja ongelmakohdat poistettu sekä yksityiskohdat hiottu, voidaan aloittaa tuotteen tuotanto. Tämä vaihe alkaa tuotannon suunnittelulla ja kun se on saatu päätökseen, aloitetaan tuotannon ylösajo. Tuotannon suunnittelussa päätetään, miten tuote valmistetaan: valmistetaanko tuote kokonaan itse vai tuotetaanko komponentteja tai koko tuote alihankintana. Tuotannon ylösajon aikana tuotantoa optimoidaan. Optimoinnissa säädetään tuotantoa niin ettei mihinkään

tuotannon vaiheeseen syntyisi niin sanottua pullonkaulaa, joka hidastaisi koko tuotantoa. (Ulrich & Eppinger, 2008.)

2.2 Hydrauliiikka

Hydrauliiikka kuvaa yleisesti nesteen avulla siirrettyä liikettä ja voimaa. Tämä on mahdollista, koska nesteet eivät paineistu kuten kaasut. Yleensä nesteenä käytetään öljyä, joka on usein erityisesti suunniteltu käytettäväksi hydrauliiikkajärjestelmissä. Hydrauliiikka mahdollistaa nopeat liikkeet ja sen etuna sähköisiin järjestelmiin on usein parempi teho paino suhde. Tämän vuoksi niitä käytetään usein liikkuvissa paljon tehoa vaativissa järjestelmissä, jotka toimivat lineaariliikkeitä tekevien komponenttien avulla kuten maanrakennus koneissa. (Watton, 2009.)

Hydraulisyylintereitä on monenlaisia yksinkertaisista itse tehdyistä aina tarkkoihin servokäyttöisiin, joita käytetään hienotarkoissa ohjausjärjestelmissä. Sylinterien männät ovat yleensä standardikokoisia ja ne on hiottu 0.03 mm tarkkuudella sekä päällystetty kovakromipinnoitteella. Joissakin malleissa männän liikkeiden ääriasentojen läheisiä liikkeitä on myös pehmustettu erilaisilla nesteenvirtausrajoittimilla. (Watton, 2009.)

Hydrauliikkajärjestelmiä ohjataan erilaisilla venttiileillä, jotka ohjaavat nesteen kulkusuuntaa ja määriä. Venttiilien avulla saadaan esimerkiksi ohjattua painetta sylinteriin männälle, jolloin neste ja sen aiheuttama paine liikuttavat sylinterin mäntää. Venttiileitäkin on valtava määrä erilaisia ja eri tavalla ohjattuja. On esimerkiksi yksisuuntaisia ja varoventtiilejä, jotka avautuvat, jos paine kasvaa liian suureksi. (Watton, 2009.)

Hydrauliikkajärjestelmän paine tai virtaus tuotetaan pumpulla, joka mekaanisesti liikuttaa nestettä joko kiertävän piirin läpi tai suljettuun tilaan. Kiertävään piiriin puskettu neste ei juurikaan paineistu, ellei järjestelmässä ole virtausta rajoittavia kohtia kuten esimerkiksi nesteen virtauksen avulla toimivia moottoreita. Suljettuun tilaan pumpattu neste kasvattaa painetta kunnes säiliö joko hajoaa tai pumpusta loppuu teho.

Pumppuja voidaan käyttää esimerkiksi sähkömoottorilla tai muilla liikkettä tuottavilla järjestelmillä. (Gautham, 2015, s. 20.)

Tässä opinnäytetyössä hydrauliseen voimantuottoon käytetään tunkkia, jossa suljettuun sylinteriin pumpataan käsikäyttöisellä mäntäpumpulla hydraulineestettä. Tämä neste suljetussa sylinterissä saa aikaan paineen männälle, joka liikkuu tämän paineen vaikutuksesta. Paine vapautetaan venttiilin avulla. Sen avaaminen päästää nesteen vapautumaan takaisin säiliöön. Paineen vapautuminen ja suljetun tilan avaaminen mahdollistaa nesteen työntämisen takaisin säiliöön työntämällä mäntä sylinteriin lähtöasentoon.

3 LÄHTÖKOHDAT

3.1 Tavoitteet ja vaatimukset

Tavoitteena on suunnitella ja toteuttaa hydraulinen puristin, joka tuotaisi työstettävään kappaleeseen riittävän voiman ja olisi valmistettavissa edullisemmin kuin kaupalliset laitteet. Valmistuksen tulisi onnistua helposti käsityökaluilla, jotta valmistus onnistuu sujuvasti ilman investointeja kalliimpiin työkaluihin. Käytettävät materiaalit tulee valita niin, että ne ovat helposti saatavilla paikallisista rautakaupoista. Puristimen tulisi olla monikäyttöinen ja siihen tulisi saada kiinnitys erilaisille puristusleuoille erikokoisia tai muotoisia työstettäviä kappaleita varten. Tällaisia olisivat esimerkiksi 5 cm:n ja 10 cm:n halkaisijalla olevat tasaiset leukapalat, jotka soveltuvat erikokoisille kappaleille.

Tuotteen tulisi olla helposti siirreltävässä eli joko alle 15 kg tai purettavissa pienempiin osiin. Työstöalueen tulisi olla säädettävä välillä 100–300 mm. Puristusvoimaa tulisi olla vähintään 5 tonnia. Tuotteen tulisi olla pöydälle asetettava ja jalassa tulisi olla myös kiinni pulttaus mahdollisuus. Rungon ei tulisi taipua puristimen käytön aiheuttamista voimista yli kahta millimetriä.

Tavoitteille ja vaatimuksille on asetettu painoarvot Ulrichin ja Eppingerin (2008, s. 61–63) mukaan. Tärkeimmiksi on listattu voima ja rungon kestävyys, jotka kulkevat käsikädessä. Tämä johtuu siitä, että prässille halutaan mahdollisimman paljon voimaa vaikkei sitä koskaan käytettäisikään maksimivoimilla. Rungon tulee kestää täysi voima sekä vähän enemmän varmuuskertoimena turvallisen käytön takaamiseksi. Materiaalien saatavuuden tulisi myös olla helppoa ja nopeaa nimenomaan yksityishenkilölle, joten sillä on myös korkea painoarvo. Siirreltävyys ei ole niin tärkeä ominaisuus, koska vaikka tuote olisi helposti siirreltävässä, se todennäköisesti laitetaan johonkin, jossa se pysyy paikallaan pitkiä aikoja kerralla. Painoarvot nähtävissä taulukossa 1.

Taulukko 1. Tavoitteet ja vaatimukset.

Tavoitteet/vaatimukset	Painoarvo 0–5
Voima	5
Valmistuksen helppous	3
Materiaalien saatavuus	4
Monikäyttöisyys	4
Siirreltävyys	2
Työalue	4
Rungon kestävyys	5

3.2 Esimerkkejä kaupallisista malleista

Tuotteen kehitysprojektissa tulee tutkia, millaisia muiden valmistajien valmiit kaupalliset tuotteet ovat, koska niistä saa usein ideoita ja mahdollisia parannuskohteita omaan suunnitteluun. Hydrauliprässi on hyvin yleinen ja monikäyttöinen laite, joten markkinoilla on todella paljon erilaisia tuotteita eri kokoluokissa. Jotkin tuotteet eroavat toisistaan suuresti ja toiset taas ovat lähes toistensa kopiota.

Osa tuotteista hyödyntää pulloputkia (kuva 2), toiset hieman kalliimmat taas hyödyntävät eri hydraulikka osista yhdisteltyjä järjestelmiä (kuva 1). Pulloputkia hyödyntävä järjestelmä on todella yksinkertainen ja edullinen toteuttaa, mutta siihen ei saa käyttöä helpottavia ominaisuuksia kuten paineilmatoimista pumppua, joka mahdollistaisi koneen käyttäjälle molempien käsien vapauden jalkapoljin ohjausta käytettäessä. Erillisistä komponenteista kasattu järjestelmä mahdollistaa sekä manuaalisen käytön että erillisellä ohjauksella toteutetun pumpun. Ammattikäytössä manuaalinen puristin on usein liian työläs, jos sitä käytetään lähes jatkuvasti, mutta yksityiskäytössä se on usein paljon parempi ratkaisu sen edullisuuden vuoksi.



Kuva 2. Tamforce 20T-prässi
(Puulo, n.d.-b).



Kuva 1. Meganex 75T-paineilma (IKH,
n.d.-a).

4 SUUNNITTELU

4.1 Komponenttien vertailu

Työn suunnitteluvaiheessa verrataan keskenään eri hydraulikkakomponenteista rakennettua hydraulista voimanlähdettä pullotunkkiin. Vertailun tavoitteena on löytää paremmin asetettuja tavoitteita vastaava järjestelmä. Vertailussa painotetaan erityisesti hintaa ja järjestelmällä tuotettavaa voimaa. Vertailussa otetaan huomioon myös komponenttien saatavuus.

Pullotunkkeja löytyy monilta jälleenmyyjiltä useissa eri hintaluokissa ja useita eri kokoisia. Tässä työssä keskitytään voimaltaan 5–20 tonnisiin edullisemman hintaluokan tunkkeihin, koska tavoitteena on valmistaa edullinen puristin. Puuilon valikoimasta löytyy esimerkiksi Tamforce-merkkisiä edullisia pullotunkkeja, joista mallit 8T ja 12T sopisivat hyvin työn tarkoitukseen. Näistä 12T-versio (kuva 4) on opinnäytetyön teko hetkellä listattu hintaan 36,99 €. Motonet puolestaan myy vastaavaa 12T MTX merkkistä pullotunkkia, josta löytyy vastaavat ominaisuudet hintaan 34,90 €. MTX-pullotunkissa pohjan rakenne on tasainen ja ulottuu laajemmalle alalle kuin Tamforce 12T-mallissa, mikä mahdollisesti helpottaisi kiinnitystä itse puristimeen (kuva 3). Molemmissa pullotunkeissa on sylinterin päässä ulos ja sisään ruuvattava jatko sylinerille, jota voi hyödyntää toisen pään kiinnitykseen. Edellä mainituista syistä suunniteltavassa puristimessa päädyttiin käyttämään MTX-merkkistä 12T-pullotunkkia.



Kuva 3. MTX-pullotunkki (Motonet, n.d.).



Kuva 4. Tamforce-pullotunkki 12T (Puuilo, n.d.-a).

Hydrauliikkakomponenteista kasattava järjestelmä vaatii pumpun, sylinterin, säiliön ja letkut. Koska suunniteltavalta tuotteelta haetaan käytössä tarkkuutta ja edullisuutta keskitytään pumpun osalta käsipumppuihin. Käsipumppuja löytyy myös erilaisia. Suuressa osassa on sisällytetty nestesäiliö. Käsipumppuja löytyy enimmäkseen alan liikkeistä ja suurin osa liikkeistä keskittyy ainoastaan yritysmyyntiin. Macea Machinery myy erilaisia pumppuja myös yksityisille ja heillä on valikoimassa useampaa kokoa olevia pumppuja, joiden edullisemmasta päästä löytyy pumppu (kuva 5) hintaan 149,00 €. Kyseisessä pumpussa on myös 600cc säiliö, joten säiliötä ei tarvitse erikseen. Mukana tulevan letkun pituus 120 cm riittäisi hyvin, jos komponentit asetellaan hyvin rungolle.



Kuva 5. Käsipumppu, säiliö ja letku (Macea Machinery n.d.-a).

Työsylinteriä valittaessa tulee ottaa huomioon sylinterin iskunpituus ja nestetilavuus ääriasennossa, jotta varmistutaan säiliön tilavuuden riittävydestä. Sylinteri HHYG-20100K (kuva 6) täyttäisi vaatimukset iskun pituudesta 100 mm, ja valitun pumpun sisäinen nestesäiliökin olisi riittävä. Kyseisellä sylinterillä on hintaa 189,00 €.



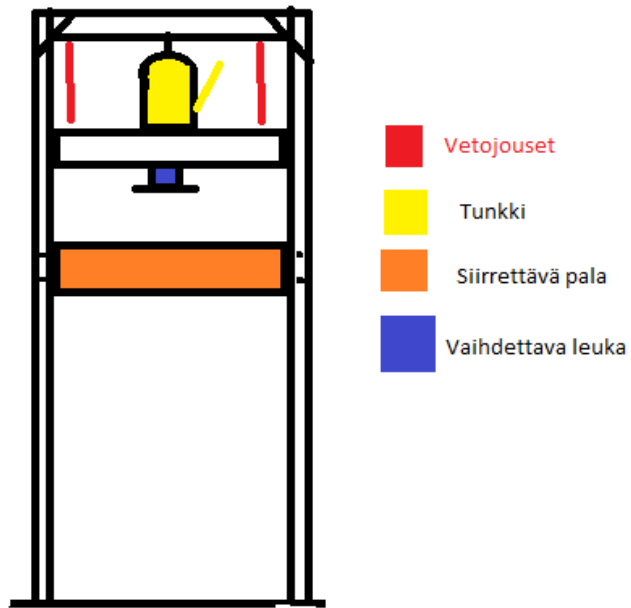
Kuva 6. 20T-sylinteri (Macea Machinery, n.d.-b.).

Vaikka erillisistä komponenteista rakentamalla saa paremman puristimen aikaiseksi, on osien kustannus kuitenkin liian suuri tähän projektiin. Osien yhteishinnaksi tulisi 338 €. Pullotunkkia hyödyntämällä saa lähes yhtä hyvän puristimen, joka maksaa vain 34,90 € eli n. kymmenesosan erilliskomponenttien yhteenlasketusta hinnasta.

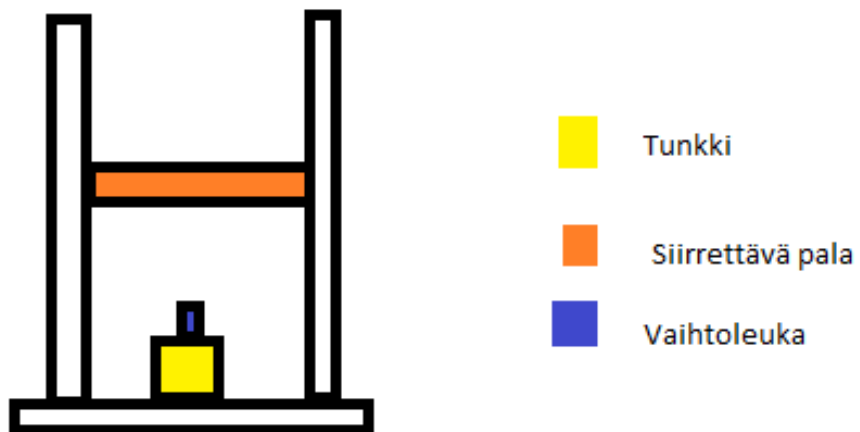
4.2 Puristimen rungon suunnittelu

Puristimen rungon tulisi kestää valitun kahdentoista tonnin voiman tuottavan pullotunkin käyttö helposti. Runko tullaan rakentamaan paikallisista kivijalkamyymälöistä saatavilla olevista teräsneliöputkesta ja lat-taraudasta. Tavoitteena on käyttää S355-laatuista terästä sen hyvän saatavuuden ja lujuuden vuoksi.

Puristin tulee käyttämään pullotunkkia, jossa on sisäinen hydraulines-säiliö. Se tulee asettaa rungolle pystyasennossa, jotta neste pääsee säiliöstä pumpulle sekä männältä takaisin säiliöön ongelmitta. Tunkin voisi asettaa rungon pohjalle (kuva 8), jolloin puristus tapahtuisi alhaalta ylöspäin. Tämä tosin on epämukava käyttää ja puristettava kap-pale saattaa estää tai häiritä tunkin kahvan käyttöä. Työstettävän kap-paleen yläpuolelle kiinnitetty pullotunkki (kuva 7) vaatii jonkinlaisen pa-lautusmekanismin, koska tunkissa ei ole mahdollisuutta käyttää pump-pua toiseen suuntaan. Puristimeen tulee siis suunnitella jonkinlainen pa-lautusmekanismi kuten (kuva 1) puristimessa olevat jouset.



Kuva 7. Pullotunkki yläpuolella.



Kuva 8. Pullotunkki alapuolella.

4.3 3D-mallinnus

3D-mallinnus aloitetaan rungon suunnittelusta. Päädyin valitsemaan rungon pystytolpiksi 40x40x3mm rakenneteräsputkea sen hyvän lujuuden ja maltillisen hinnan vuoksi. Koska pystytolppiin ei juurikaan kohdistu vääntäviä voimia, neliö profiili sopii hyvin. Pohjaksi on mallinnettu kiinni hitsattava pohjalevy, jolla ei juurikaan ole lujuudellista arvoa vaan sen avulla saadaan runko kiinnitettyä helposti esimerkiksi pöytään tekemällä siihen kiinnitysreiät sopiviin kohtiin. Välikappaleet on helppo liu'uttaa yläkautta paikalleen ja ne kiinnitetään ISO 898-1:2013 8.8 M16 standardi pultein pystypalkkien reikien avulla.

Välikappaleissa pyrin noudattamaan mahdollisimman pitkälle samaa rakennetta kaikissa kolmessa valmistamisen helpottamiseksi. Välikappaleiden pääpalkki valmistetaan 60x40x4mm teräsputkesta. Materiaali valikoitui sen hyvän saatavuuden ja edullisen hinnan ansiosta. Palkin profiili on myös juuri oikea tähän tuotteeseen, koska sen korkeammat sivut ja paksummat seinämät tuovat hyvää lujuutta välipalkeille. Korkeampi profiili myös auttaa pitämään liikkuvan palkin paremmin suorassa, jolloin tunkkiin ei kohdistu vääntöä epätoivottuihin suuntiin, vaan voima ohjautuu pystysuunnassa paremmin. Välipalkit ohjautuvat niiden päihin hitsaamalla kiinnitettyjen lattaraudan pätkien avulla pystypalkkien välissä. Välipalkit myös kiinnittyvät pystypalkkeihin näiden lattaraudan pätkien avulla pultein.

Tuotteen tekeväksi osaksi valikoitui pulloputki sen hinnan, hyvän kiinnityksen ja tarkoitukseen sopivan voiman vuoksi. Prässin palautukseen yläasentoon on suunnitelmana käyttää IKH merkkisiä vetojousia koossa 250x25x3 (IKH, n.d.-b) kuvan 7 mukaisesti. Välipalkeissa on myös reiät, joihin saa asetettua vaihdettavat leukapalat, sekä reiät jousien kiinnityskoukuille. Jousien kiinnitys toteutetaan nosto silmukoilla, jotka kiinnittyvät reikiin silmukoiden omalla m8 kierteellä (IKH, n.d.-c). Lopullinen 3D-malli on nähtävissä liitteessä 2.

5 LUJUUSLASKENTA

5.1 Perusteet ja materiaali

Lujuuslaskenta perustuu materiaalien ja rakenteiden ominaisuuksiin ja niiden ymmärtämiseen. Materiaalien ymmärrykseen kuuluu esimerkiksi kunkin materiaalin mekaanisten ominaisuuksien ymmärrys kuten paineensieto, lämpötila vaihtelujen ja väsymisen ymmärrys. Tässä työssä keskitytään tietokonelaskettuihin FEM-simulaatioihin, jotka mahdollistavat monimutkaistenkin rakenteiden analysoinnin. FEM-laskennassa rakenteet jaetaan pienempiin elementteihin, joista muodostuu verkko. Kun verkolle annetaan materiaalin parametrit, saadaan näiden perusteella laskettua tarkasti esimerkiksi materiaalin jännitykset ja venymiset (Saari, 2023).

Tässä opinnäytetyössä toteutetun hydrauliprässin lähes koko rakenne on valmistettu S355-laatusesta teräksestä, jossa S viittaa sanoihin Structural steel eli rakenneteräs. Luku 355 ilmoittaa materiaalin myötörajan. Myötöraja tarkoittaa vetojännityksen suuruutta, kun materiaalissa tapahtuu pysyväksi jäävä muodonmuutos. Murtolujuus tarkoittaa suurinta voimaa, jonka materiaali kestää murtumatta. Iskusitkeys tarkoittaa materiaalin iskun kestoaa. Mitä suurempi se on, sitä enemmän materiaali voi esimerkiksi muuttaa muotoaan ennen murtumista. Taulukossa t viittaa lämpötilaan, jossa nämä materiaaliominaisuudet pitävät paikkansa. Monet materiaalit haurastuvat lämpötilan pienentyessä huomattavasti ja päinvastaisesti niistä tulee sitkeämpiä ja pehmeämpiä lämpötilan noustessa. (Hirvonen, 2021). Arvot tuotteessa käytetylle teräslaadulle on nähtävissä taulukossa 2.

Taulukko 2. S355-pääominaisuudet (BE-Group, 2022).

Myötölujuus	355 ReH N/mm ²
Murtolujuus	510–680 Rm N/mm ²
Iskusitkeys	40 KV °J
t	°C

5.2 Rakenteen kuvaus

Rakenne on suunniteltu toteutettavaksi rakenneteräsputkesta ja latta-raudasta. Rungon pystysuuntaiset palkit ovat 40x40x3mm S355J2H ne-liöputkea ja näiden pituus on 1000 mm. Pystypalkeissa on myös 16 mm reikiä 25 mm välein alapäästä noin puoleenväliin asti. Reikien tarkoituksena on kiinnittää välipalkit pystypalkkien väliin hyödyntäen m16 pultteja. Poikittaiset palat ovat 60x40x4mm S355J2H rakenneteräsputkea.

Voiman aiheuttava lähde tuotteessa on 12T MTX pulloputki, jonka ilmoitetaan tuottavan 12 tonnin voima. Tunkki on kiinnitetty yläpäädästä sen oman varren sisäistä kierrettä käyttäen yläpalkkiin. Se on kiinnitetty alapalkkiin neljällä m8x40-pultilla ja muttereilla tiiviisti välipalkkia vasten. Neljälle kiinnityspultille ei juurikaan kohdistu voimaa, koska ne ovat voiman suuntaisesti ja niiden tehtävä on vain pitää tunkki keskellä, jolloin tunkin oma runko vastaanottaa tunkin aiheuttaman voiman.

5.3 Kuormitusolosuhteet

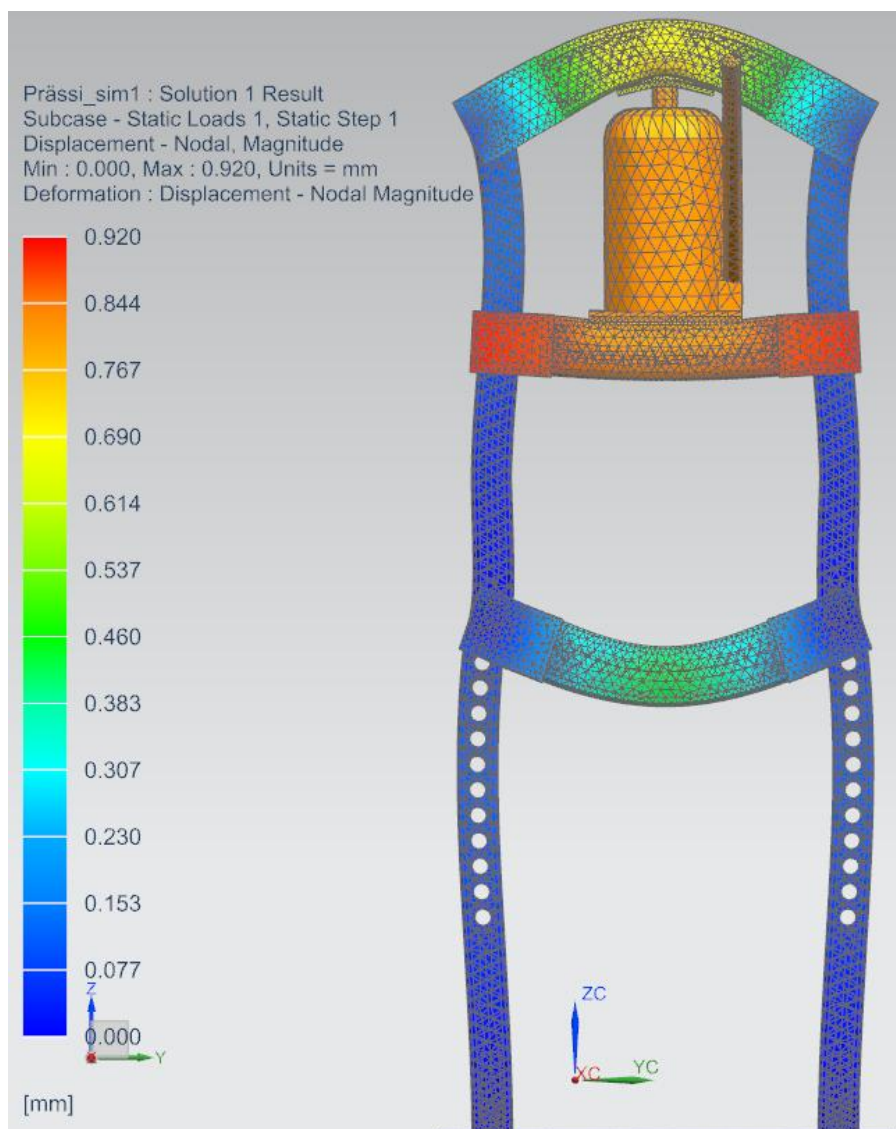
Tuotteen komponentteihin kohdistuu kuormaa, kun kokoonpanoa käytetään sen käyttötarkoitukseen eli puristamiseen. Tällöin muodostuu puristusvoima poikittaispalkkien välistä ylös ja alaspäin. Keskimäinen palkki on kiinnitetty ainoastaan tunkin pohjaan, jolloin se pääsee liikkumaan tunkin vaikutuksesta. Palkin liike on kuitenkin ohjattu ainoastaan pystysuuntaan ohjureiden avulla.

Palkin kuormittaminen muualta kuin keskeltä saattaa aiheuttaa epätoivottua kääntymistä palkissa. Palkin liikkumista ylös ja alas reunoilta eri tahtiin ei voi estää muutoin kuin liukupintojen ja palkin todella pienellä välöksellä. Liian pieni välys voi puolestaan johtaa palkin jumittumiseen pystypalkkien väliin. Myös palkin liika kääntyminen toisen puolen liikkueissa enemmän kuin toisen saattaa aiheuttaa jumiutumisen.

5.4 Laskentamenetelmät ja tulokset

Lujuuslaskenta suoritetaan simuloimalla koonpanoa NX12 FEM Nastran-toiminnoilla. Kaikille komponenteille on valittu materiaaliksi NX valmis teräsmateriaali, joka vastaa käyttöön tulevaa materiaalia. Voimat on asetettu ala- ja keskipalkin väliin työntämään keskipalkkia ylös ja alapalkkia alas. Pultit on kiinnitetty kannoista kokoonpanoon glue-toiminnolla, koska muutoin ne lentävät simuloinnissa pois paikoiltaan. Kokoonpanon pohja on ainut paikalleen koordinaatistoon kiinnitetty osa kokoonpanossa.

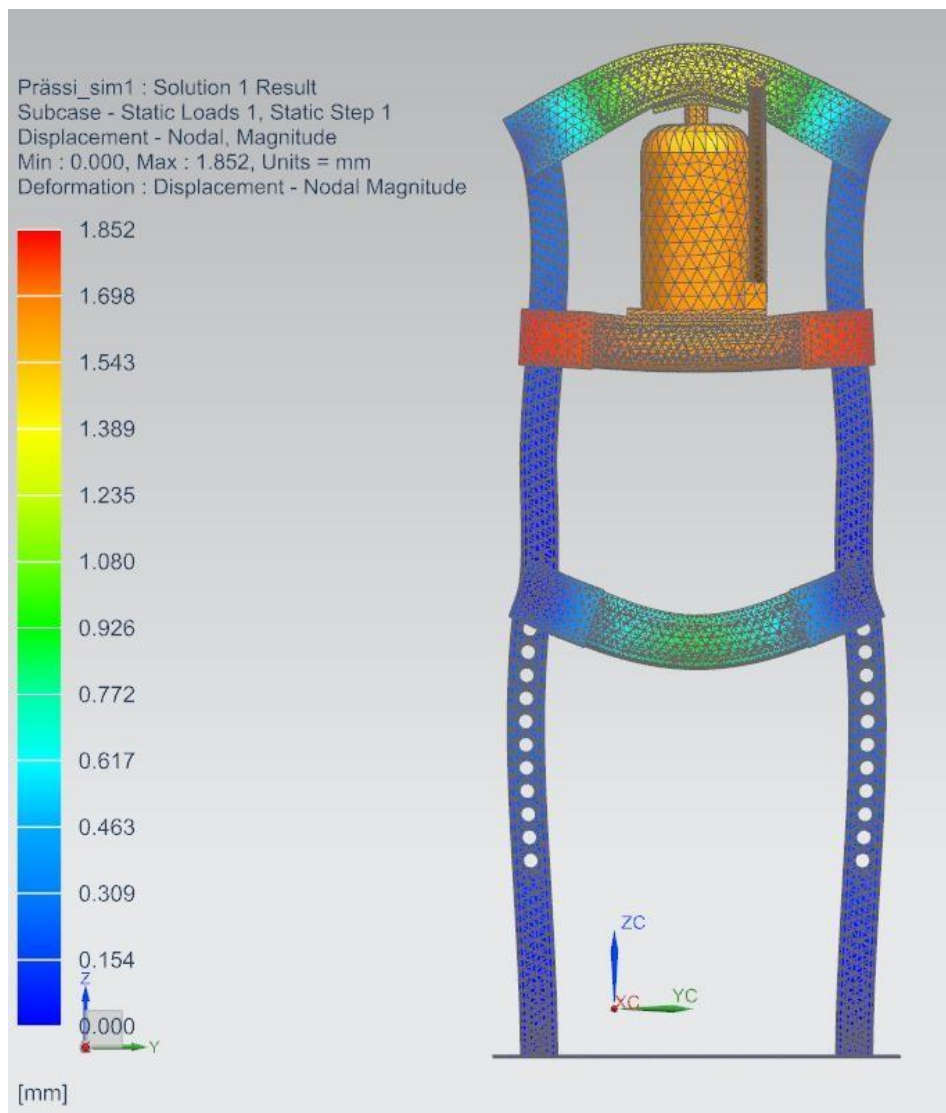
Kokoonpanon FEM-simulaatiosta (kuva 9) nähdään rakenteen lujittuneen hieman, kun välipalat on asennettu paikalleen. Maksimivääntymä on 0,92 millia, joka löytyy liikkuvasta palkista ja sen korvakkeista. Tämä johtuu siitä, että keskimäinen palkki on vapaa liikkumaan pystysuunnassa ja sen oma ja yläpalkin taipuma yhdistyvät. Ohjelmisto merkitsee sen liikkuneen eniten yhdistyneiden vääntymien ja liikkeen ansiosta. Kuvasta voi päätellä todellisten taipumien olevan 0,6 mm ja 0,7 mm väliltä. Rakenne pysyy siis ehjänä pulloituksen maksimitehoilla.



Kuva 9. Taipuma pullotunkin maksimivoimalla.

Tuotteen turvallisuuden takaamiseksi on hyvä tarkistaa myös, että kestääkö tuote maksimivoimaa suurempaa voimaa. Tällä tavalla saadaan selvitettyä, onko rakenteessa minkäänlaista varmuuskerrointa. Kaksinkertaisella voimalla (kuva 10) rakenne taipuu jo huomattavasti enemmän 1,852 mm, joka on edelleen 2 mm tavoitteen sisällä. Tässäkin tuloksessa voidaan huomata suurimmat siirtymät keskipalkissa, joka liikkuu vapaana pystysuunnassa. Todelliset vääntymät erityisesti yläpalkissa osuvat 1,3 mm ja -1,55 mm väliselle alueelle. Voidaan siis todeta,

että prässin rakenne kestää, vaikka siihen sijoitettaisiin tuplasti tehokkaampi tunkki.



Kuva 10. Tulos kaksinkertaisella voimalla.

5.5 Johtopäätökset

Lujuuslaskennan mukaan hydrauliprässi kestää käyttöä hyvin. Pientä epävarmuutta aiheuttaa kuitenkin se, onko laskenta suoritettu täysin oikein ja ovatko rajoitteet ja muut arvot kappaleille asetettu oikein. Epä-

varmuustekijänä ovat myös mahdolliset virheet itse käytetyissä materiaaleissa. Nämä mahdolliset virheet saattavat vaikuttaa tuotteen todelliseen keston. Virheen pitäisi kuitenkin olla todella suuri, jotta tuotteen rakenne pettäisi, sillä tuote kestää laskennassa myös kaksinkertaisen voiman.

Laskelmien perusteella rakenne kestää hyvin sen suunnitellun käytön ja ylittää alkuperäiset odotukset. Tuote voidaan siis luokitella oikein käytettynä turvalliseksi. Väärin käytettynä on kuitenkin mahdollista, että prässä rikkoutuu tai osat pääsevät vääntymään. Tällainen väärinkäyttö voi olla esimerkiksi puristettavan kappaleen asettelu liian sivuun palkkien keskipisteestä. Näiden mallien pohjalta tuotteen rakennus voidaan aloittaa. Rakennusvaiheessa on tärkeää seurata valmistuskuvissa komponenteille asetettuja arvoja tuotteen kestävyuden varmistamiseksi.

6 KUSTANNSLASKELMA

Yhtenä tärkeimmistä tavoitteista tuotteelle oli saada puristin toteutettua mahdollisimman edullisesti käyttäen materiaaleja, jotka ovat helposti saatavilla. Kustannukset tässä tapauksessa koostuvat materiaalien hinnoista. Materiaalien hinnat lasketaan materiaalien koko hinnasta eli vaikka putkea tarvitsisi vain metrin, mutta putki myydään kahden metrin pätkinä, tulee hinta koko kahden metrin putkesta. Tässä tapauksessa työlle tai käytetyille työkaluille ja tarvikkeille ei lasketa arvoa, koska jo pelkästään työn hinta todennäköisesti ylittäisi huomattavasti kaupallisen mallin arvon.

Tavoite kustannuksille on alittaa valmiin verrattavan kaupallisen tuotteen hinta. Tuotetta verrataan Tamforce 20T-prässiin (Kuva 2), joka on saatavilla 299,00 € hintaan (Puuilo, n.d.-b). Kyseinen prässi toimii vertailukohteena, koska se on edullisemmasta päästä ja voimallisesti vain hieman tehokkaampi kuin suunniteltu tuote. Kustannuksille asetettu tavoite toteutui, sillä valmiille tuotteelle tuli hintaa vain 189,43 €. Materiaalien hinnat näkyvät taulukossa 3 eriteltyinä. Taulukon hinnat on tarkastettu 8.4.2025.

Taulukko 3. Hinnasto.

Tuote	Kappalemäärä	Hinta/kpl	Kokonais-hinta
Tunkki	1	34,90 kpl	34,90
60x40x4 2 m teräspalkki	1	44,99 kpl	44,99
40x40x3 2 m teräspalkki	1	32,99 kpl	32,99
8x60x600 lattarauta	2	11,99 kpl	23,98
M16x70 pultit ja mutterit	8+8	5,99/kg	8,30
M8x40 pultit ja mutterit	4+4	5,99/kg	0,57
M8 nostosilmukka	4	2,80 kpl	11,20
Jouset	1	32,50 kpl	32,50
Yhteensä			189,43 €

7 TOTEUTUS JA TESTAUS

7.1 Toteutus

Toteutus aloitettiin materiaalien hankinnalla ja niiden leikkaamisella oikean mittaisiin paloihin. Tämän jälkeen paikoitettiin reiät ja alettiin poraamaan niitä aluksi pienellä terällä siirtyen suurempaan alkaen 4 mm terästä päättyen 16 mm terään. Reikien paikoitus riittävän tarkasti osoittautui odotettua haastavammaksi, minkä takia kaikki reiät eivät osuneet suoraan oikeille paikoille vaan vaativat hieman viilausta. Tarkimmat paikoitukset reille tarvittiin rungon pystyputkiin (kuva 11) välipalkkien hyvän kiinnityksen takaamiseksi näiden välissä. Rungon valmistus löytyy liitteestä 3.



Kuva 11. Rungon pystyputket.

Välipalkeissa tärkein mitta on itse palkin pituus, jotta ne liukuvat hyvin, mutta eivät ole myöskään liian lyhyitä. Liian pitkänä välipalkit eivät liiku sulavasti pystypalkkien välissä vaan jumittuvat. Liian lyhyenä ne pääsevät kääntymään pystypalkkien välissä, jolloin ne saattavat mennä voiman vaikutuksesta vinoon ja aiheuttaa epätasaisen voiman puristettavaan kappaleeseen. Mahdollisesti liika kääntyminen saattaa aiheuttaa myös tunkin rikkoutumisen sekä lommoja pystypalkkeihin aiheuttaen mahdollisen jumittumistilanteen. Palkkien päissä olevat ohjureiden tulee myös olla tiiviisti palkkia vasten hitsattuna liiallisten välysten välttämiseksi. Välipalkkien valmistuskuvat ovat liitteissä 4–6.

Kokoonpanovaiheessa seurataan liitteen 1 kokoonpanokuvaa prässistä. Osa reistä ei osunut aivan kohdalleen niiden tarkan paikoituksen ongelmallisuuden takia käytössä olleilla työkaluilla, mutta pienillä viilauksilla pultit sai menemään hyvin paikalleen. Prosessia voisi kehittää paremmilla työkaluilla, joilla saisi paikoitettua reiät paremmin kuten esimerkiksi CNC-ohjatulla työstökoneella manuaalitoimisten laitteiden sijaan. Toinen helpompi vaihtoehto olisi suurentaa reikien halkaisijaa esimerkiksi 0.5 mm, jolloin niiden halkaisija olisi 16.5 mm. Tällöin reikien paikoitus ei olisi aivan yhtä tarkkaa, mutta reiät saattavat laitteen käytön myötä kulua nopeammin.

7.2 Testaus

Testausvaiheessa lähes valmis prässä (liitteessä 7) toimi tarkoituksen mukaisesti. Kappaleita sai puristettua vaivattomasti ylä- ja alapalkin välissä. Testauksessa ei ollut käytössä vielä mitään erikseen vaihdettavia leukapaloja, jotka kiinnittyvät palkkien vaakapinnoilla oleviin 16 mm reikiin. Näiden vaihtoleukojen avulla prässistä saisi vielä huomattavasti paremman ja erilaisille kappaleille voidaan käyttää erilaisia leukoja. Liitteessä 8 on nähtävillä prässin testaus, jossa puristettiin rautaputki kasaan. Putken kasaan painuminen nähtävissä kuvassa 12.



Kuva 12. Kasaan painettu putki.

Kokoonpanovaiheessa käytetyt pultit kuusiokannalla olivat huono valinta. Kyseiset pultit ovat 24 mm kuusiokannalla ja reikien väli on 25 mm, jonka vuoksi pultteja ei pysty kiristämään. Tämä on nähtävillä kuvassa 13. Tämä ongelma on korjattavissa vaihtamalla pultit kuusiokolo-kantaisiin pultteihin, joiden kanta on pyöreä, jolloin kannan kulmat eivät osu viereiseen pulttiin estäen kiristyksen.



Kuva 13. Liian lähellä toisiaan olevat pultinkannat.

8 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa kaupallisia malleja edullisempi sekä yksinkertaisilla työkaluilla valmistettava hydrauliprässi. Muita tavoitteita prässille olivat hyvä teho, kestävyys, siirreltävyys sekä monikäyttöisyys. Tuotteen suunnittelu aloitettiin vertailemalla keskenään erilaisia kaupallisia prässejä sekä hydrauliiikkakomponentteja. Vertailun perusteella valittiin tuotteessa käytetty hydrauliikkajärjestelmä eli pullotunkki, sillä se vastaa parhaiten asetettuja tavoitteita erityisesti edullisuutensa puolesta. Valitun tunkin ympärille suunniteltiin prässin rungon hahmotelma ja sen toimintaperiaate.

Mallinnusvaihe aloitettiin käytettävien materiaalien valinnalla. Materiaalit valittiin paikallisten kivijalkamyymälöiden valikoimista niiden hyvän saatavuuden vuoksi. Materiaalien valinnassa otettiin huomioon materiaaliominaisuudet, materiaalin mitat sekä hinta. 3D-mallinnuksessa hyödynnettiin materiaalien valmiita mittoja, jotta tuotteen valmistus olisi mahdollisimman yksinkertaista. Mallinnetun kokoonpanon kestävyys myös selvitettiin lujuuslaskelmien avulla.

Toteutusvaiheessa hydrauliprässi valmistettiin ja sen toimivuutta testattiin. Prässin valmistus oli tavoitteen mukaisesti yksinkertaista ja edullista. Valmistuksessa suurimmat haasteet syntyivät reikien paikoituksesta. Reikiä tulisi parannella tekemällä niistä hieman suuremmat tai valmistamalla ne tarkemmilla työkaluilla. Pienikin virhe reikien paikoituksessa estää pultin asennuksen paikoilleen, kun reiät ovat näin tarkasti pulttien kokoiset. Kuusiokantapultit tulisi myös vaihtaa vastaaviin kuusiokolokantapultteihin, jotta välipalkkien kiinnitys olisi tukevampi. Lisäksi prässäiin voisi valmistaa irrotettavat puristusleuat, jotka kiinnitettäisiin välipalkeissa valmiiksi oleviin reikiin. Nämä parantaisivat prässin käyttökokemusta sekä mahdollistaisivat erimallisten kappaleiden puristamisen. Tällä hetkellä prässillä pystyy työstämään ainoastaan kahden palkin väliin mahtuvia suorapintaisia kappaleita. Testausvaiheessa prässi todettiin kuitenkin hyvin toimivaksi ja se täytti asetut odotukset.

LÄHTEET

- BE-Group. (2022). *tera "srakentajan-ka "sikirja-2022 (suomeksi). Tuotteet*. Noudettu 30.1.2025 osoitteesta <https://www.begroup.fi/storage/7DB3796702447E70B205EFD1BB8794A57E2D6F88D788218192C80D2C065D1235/ecef07bfe4bf4bd78bdb138645044262/pdf/media/73f63c39aa8f42ef8d3c533f42686772/Taulukot%202022.pdf>
- Gautham P. D. (2015). *Hydraulic Engineering: Fundamental Concepts* (1. painos) Momentum Press.
- Hirvonen O. (2021). *Materiaalit-kurssi [kurssimateriaali]*. Vaasan ammattikorkeakoulu.
- IKH. (n.d.-a). *HYDRAULIPRÄSSI 75TON PAINEILMA/POLJIN MEGANEX*. Noudettu 3.2.2025 osoitteesta <https://www.ikh.fi/fi/hydrauliprassi-75ton-paineilma-poljin-meganex-meg79>
- IKH. (n.d.-b). *VETOJOUSI RST 250X25X3,0 2KPL*. Noudettu 23.5.2025 osoitteesta <https://www.ikh.fi/fi/vetojousi-rst-250x25x3-0-2kpl-vj2502530>
- IKH. (n.d.-c). *NOSTOSILMUKKA RUUVI M8 DIN580 2KPL 0,14TON*. Noudettu 26.5.2025 osoitteesta https://www.ikh.fi/fi/nostosilmukka-ruuvi-m8-din580-2kpl-0-14ton-v1671a?gad_source=1&gad_campaignid=20319705053&gbraid=0AAAAAD9MXb8XqeMIA-HoT-taYmcyvBUr-C&gclid=Cj0KCQjwotDBBhCQARIsAG5pinOKooku-YUHK9IrGmDMRdDSvzeFeqkzpc-wkO08hvvk99EkJ5ACYf5UaAsvcEALw_wcB
- Ulrich, K. T. & Eppinger, S. D. (2008). *Product Design and Development* (4. painos). McGraw-Hill.
- Macea Machinery. (n.d.-a). *Hydraulinen käsipumppu 600 cc max 50 t*. Noudettu 27.1.2025 osoitteesta <https://www.maceamachinery.fi/tuote/hydraulinen-kasipumppu-600-cc-max-50-t/>

Macea Machinery. (n.d.-b). *Reikämäntäsylinteri 100 mm / 20 t, TLP*.

Noudettu 27.1.2025 osoitteesta

<https://www.maceamachinery.fi/tuote/reikamantasyylinteri-100-mm-20-t-tlp/#tab-description>

Motonet. (n.d.). *MTX Automotive pulloputketti 12,0 tn*. Noudettu

27.1.2025 osoitteesta

<https://www.motonet.fi/tuote/mtx-automotive-pulloputketti-120-tn?product=70-00529>

Puuiilo. (n.d.-a). *Tamforce pulloputketti 12T*. Noudettu 27.1.2025 osoitteesta

<https://www.puuiilo.fi/tamforce-pulloputketti-12t>

Puuiilo. (n.d.-b). *Tamforce hydrauliprässi 20T*. Noudettu 27.1.2025 osoitteesta

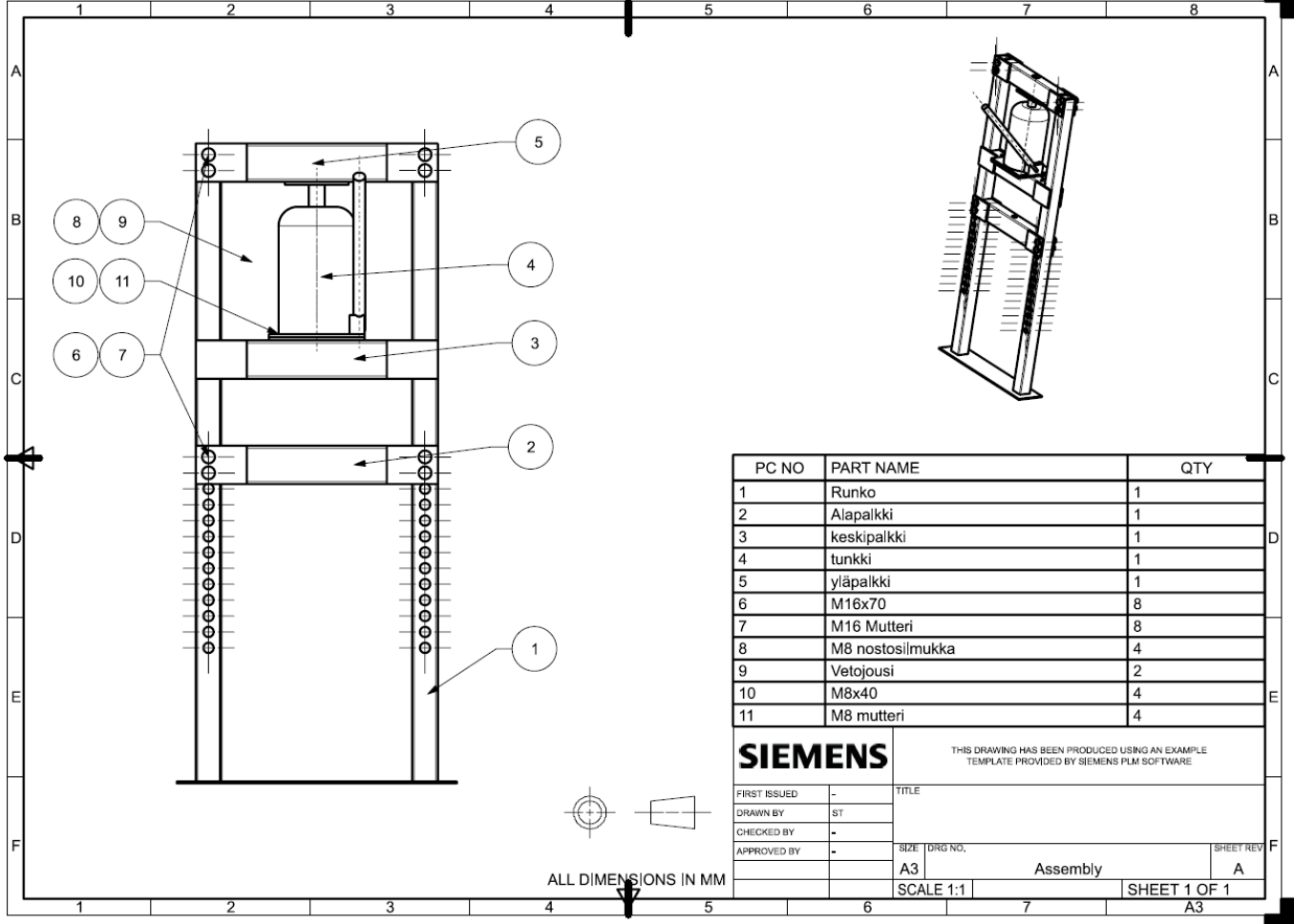
<https://www.puuiilo.fi/tamforce-hydrauliprässi-20t>

Saari P. (2023). *Palkkielementit*. Simulointi koneensuunnittelussa kurssi. Vaasan ammattikorkeakoulu.

Watton J. (2009). *Fundamentals of Fluid Power Control* (1. painos). Cambridge University Press.

LIITEET

Liite 1 Kokoonpanopiirustus.

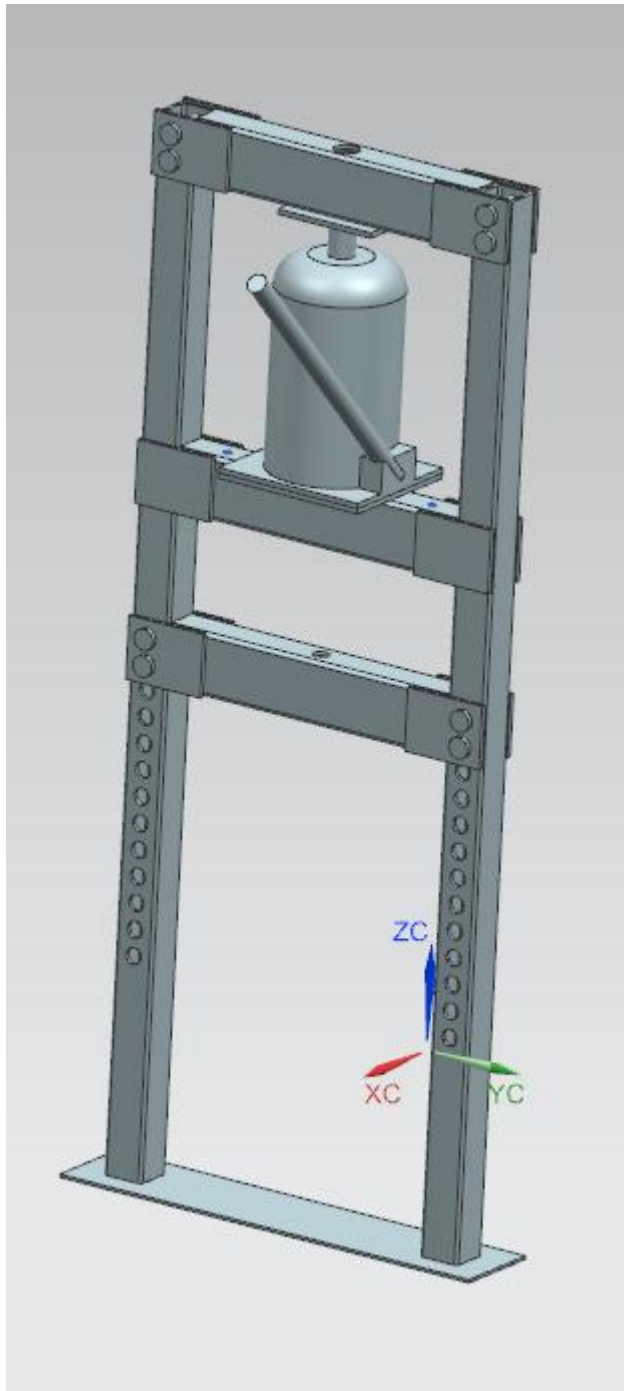


PC NO	PART NAME	QTY
1	Runko	1
2	Alapalkki	1
3	keskipalkki	1
4	tunkki	1
5	yläpalkki	1
6	M16x70	8
7	M16 Mutteri	8
8	M8 nostosilmukka	4
9	Vetojousi	2
10	M8x40	4
11	M8 mutteri	4

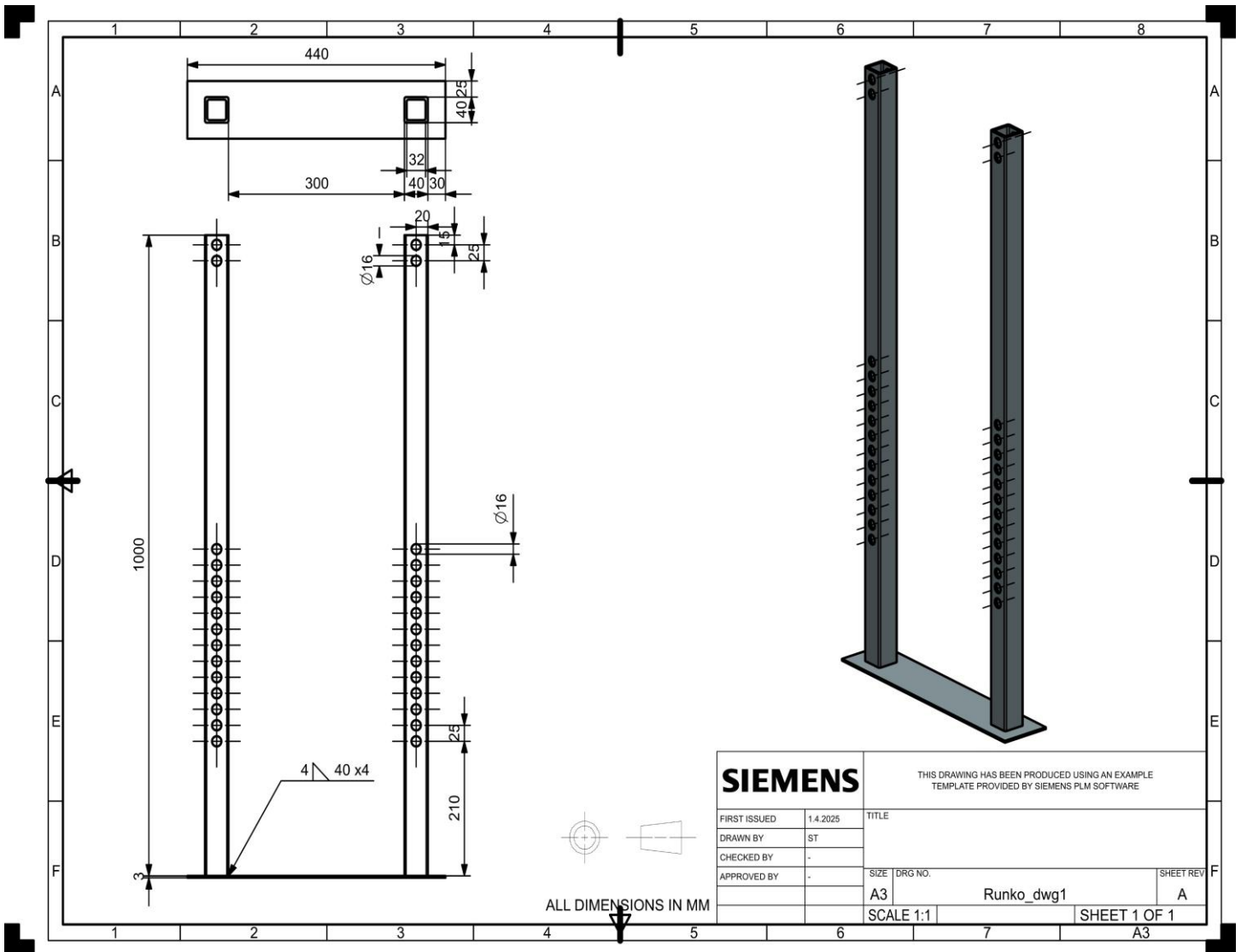
SIEMENS		THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE TEMPLATE PROVIDED BY SIEMENS PLM SOFTWARE	
FIRST ISSUED	-	TITLE	
DRAWN BY	ST		
CHECKED BY	-		
APPROVED BY	-	SIZE	DRG NO.
		A3	Assembly
		SCALE 1:1	SHEET REV
			A
			SHEET 1 OF 1
			A3

ALL DIMENSIONS IN MM

Liite 2 Kokoonpanon 3D-malli.

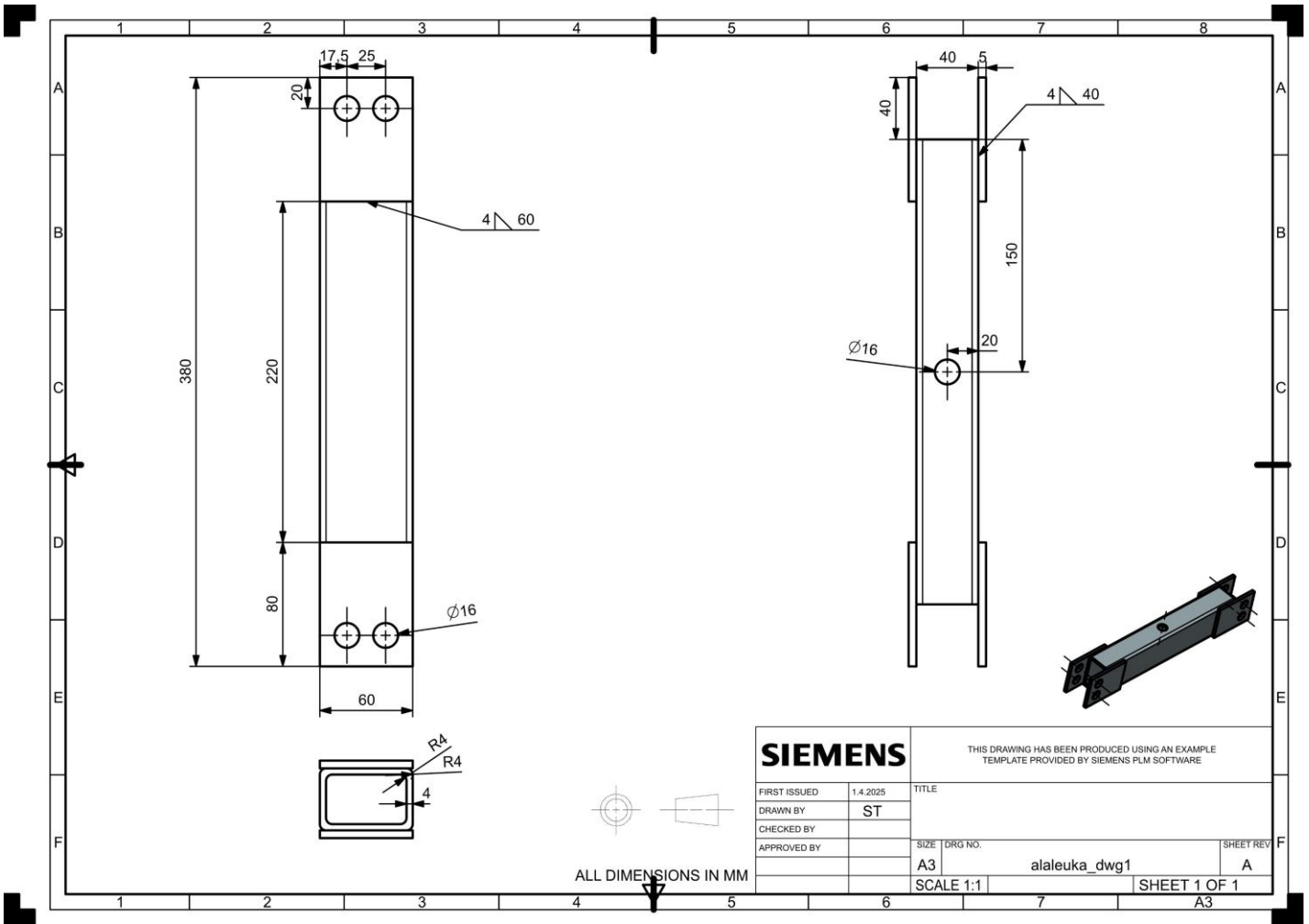


Liite 3 Rungon valmistuspiirustus.

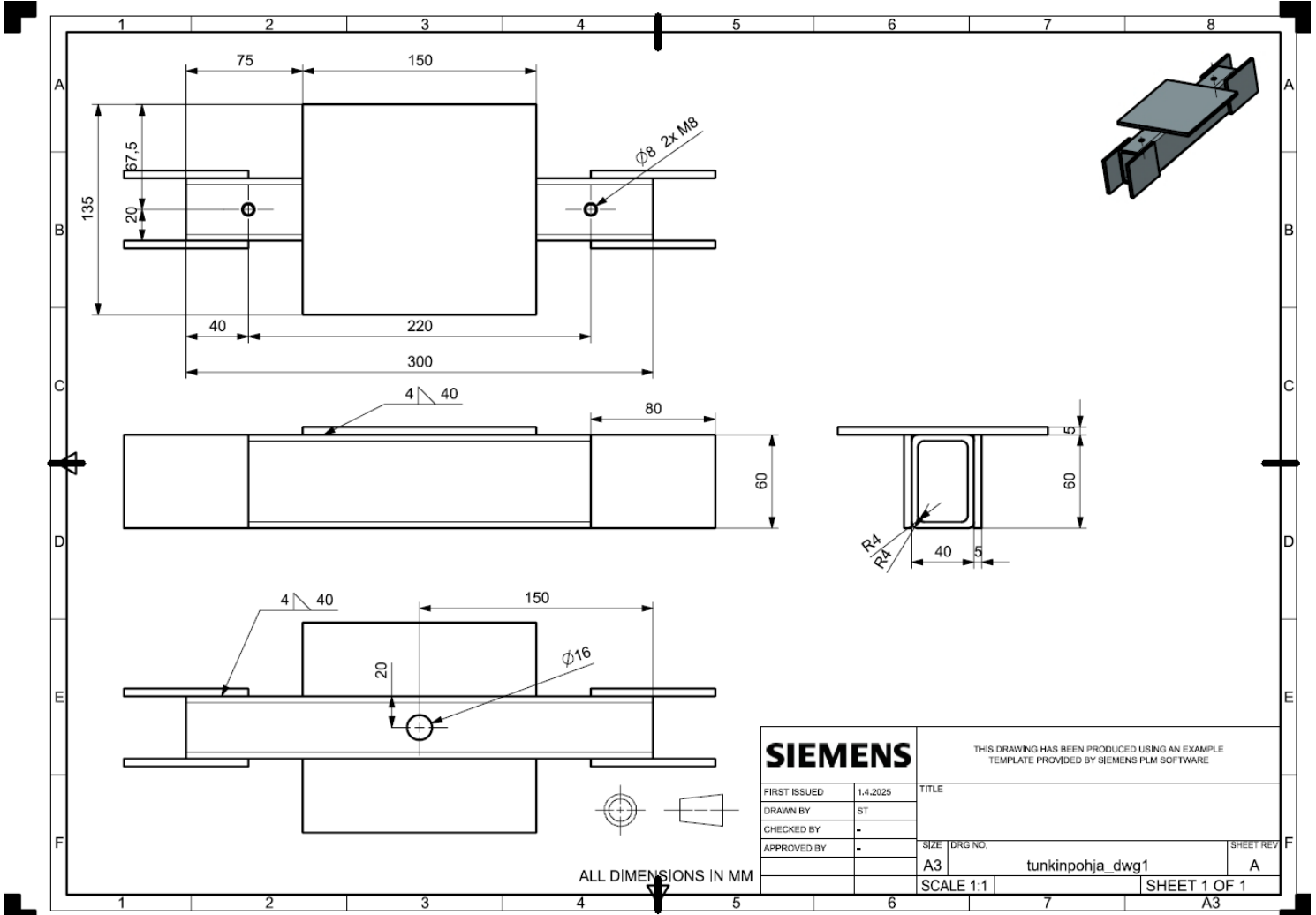


SIEMENS		THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE TEMPLATE PROVIDED BY SIEMENS PLM SOFTWARE	
FIRST ISSUED	1.4.2025	TITLE	
DRAWN BY	ST		
CHECKED BY	-		
APPROVED BY	-	SIZE	DRG NO.
		A3	Runko_dwg1
		SCALE 1:1	SHEET 1 OF 1
			SHEET REV A

Liite 4 Alapalkin valmistuspiirustus.

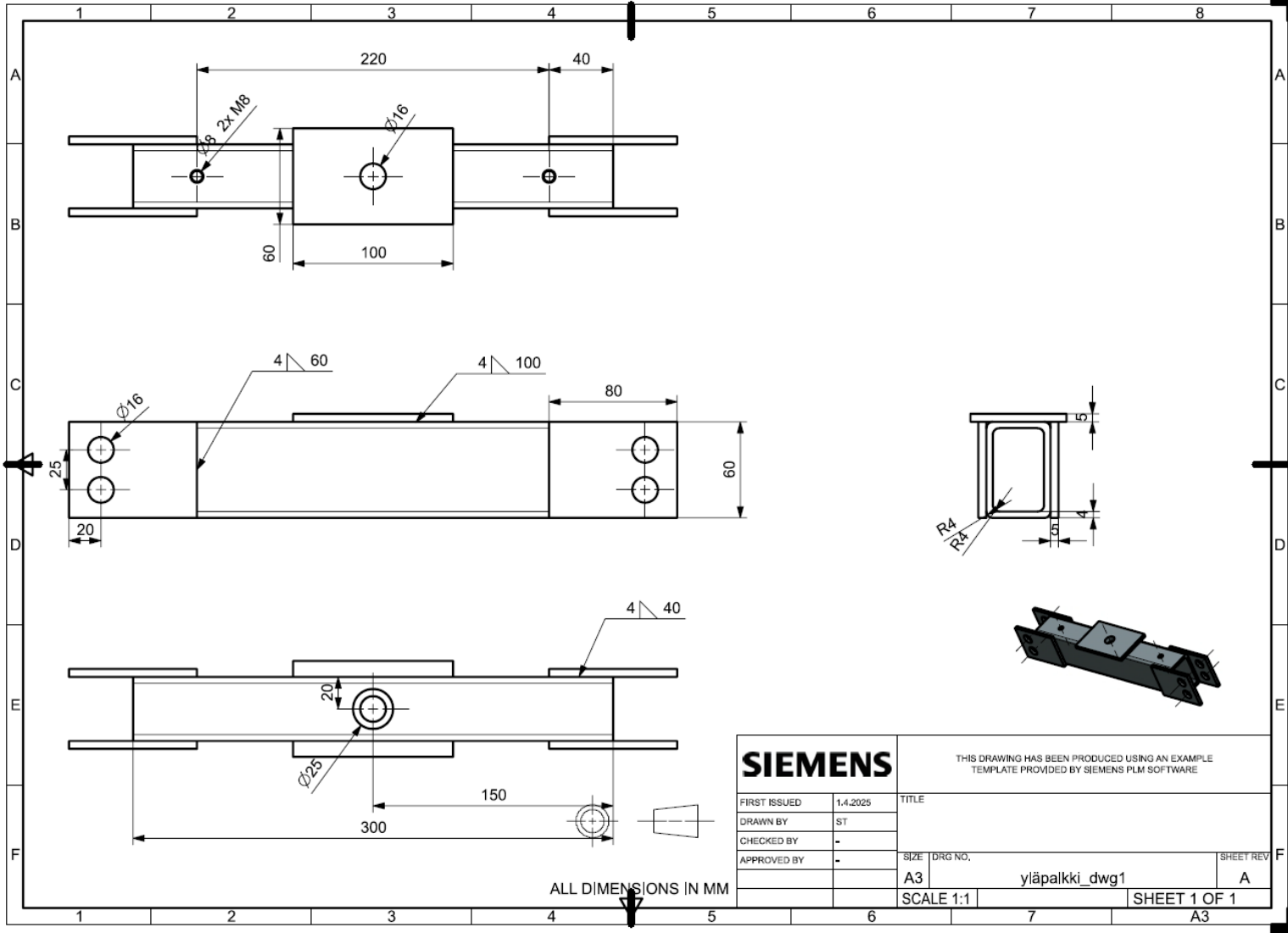


Liite 5 Välipalkin valmistuspiirustus.



SIEMENS		THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE TEMPLATE PROVIDED BY SIEMENS PLM SOFTWARE	
FIRST ISSUED	1.4.2025	TITLE	
DRAWN BY	ST		
CHECKED BY	-		
APPROVED BY	-	SIZE	DRG NO.
		A3	tunkinpohja_dwg1
		SCALE 1:1	SHEET 1 OF 1
			A

Liite 6 Yläpalkin valmistuspiirustus.



SIEMENS		THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE TEMPLATE PROVIDED BY SIEMENS PLM SOFTWARE	
FIRST ISSUED	1.4.2025	TITLE	
DRAWN BY	ST		
CHECKED BY	-		
APPROVED BY	-	SIZE	DRG NO.
		A3	yläpalkki_dwg1
		SCALE 1:1	SHEET REV
			A
		SHEET 1 OF 1	
		A3	

Liite 7 Lähes valmis prässi.



Liite 8 Prässin testaus.

