

Valteri Eero

**SÄILYTYSPUKKI KUORMA-AUTOJEN VAIHTEISTOILLE, MOOTTOREILLE JA
PERILLE**

SÄILTYSPUKKI KUORMA-AUTOJEN VAIHTEISTOILLE, MOOTTOREILLE JA PERILLE

Valtteri Eero
Opinnäytetyö
Kevät 2022
Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Konetekniikka, auto- ja työkonetekniikka

Tekijä: Valtteri Eero

Opinnäytetyön nimi: Säilytyspukki kuorma- autojen vaihteistoille, moottoreille ja perille

Opinnäytetyön englanninkielinen nimi: Storage stand for truck gearboxes, engines and differentials

Työn ohjaaja: Kimmo Rantapirkola

Työn valmistuslukukausi ja -vuosi: kevät 2022

Sivumäärä: 27 + 0 liitettä

Työssä suunniteltiin ja valmistettiin säilytyspukki kuorma-autojen moottoreille, vaihteistoille ja perille. Työn vaatimuksina oli, että pukki on eurolavan mitoissa ja sitä voidaan siirrellä trukilla ja nostaa varastohyllyyn. Pukissa tuli olla myös kiinnityslenkit kuormaliinoille, jotta siihen kiinnitettävää osaa voi kuljettaa esimerkiksi kuorma-autossa. Osien kiinnitys pukkiin toteutettiin tappisovitteella. Tavoitteena oli, että työ saadaan suunniteltua ja valmistettua kevään 2022 aikana ja luovutetaan tilaajalle keskuun 2022 alkuun mennessä.

3D-mallit suunniteltiin Solidworks-mallinnusohjelmaa käyttäen. Valmistusvaiheessa välineinä käytettiin MIG/MAG-hitsausta, pylväsporakonetta, vesileikkuria, kulmahiomakonetta, kulmasahaa ja jyrsinkonetta.

avainsanat: suunnittelu, kuorma-autot, teräsrakenteet, varastointi

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in engineering, Option of automotive and work machine technology

Author: Valtteri Eero

Title of thesis: Storage Stand for Truck Engines, Gearboxes and Differentials

Supervisor(s): Kimmo Rantapirkola

Term and year when the thesis was submitted: spring 2022

Number of pages: 27 + 0 appendices

The target of the work was to design and produce a storage stand for truck engines, gearboxes and differentials. The main dimensions of the stand shall not exceed the dimensions of a standard worklift pallet. The storage stand shall be possible to be moved with a pallet truck or a forklift and it shall be equipped with a fixing interface for load cloths to be used to fix the stand into a truck. The parts are assembled by utilizing mortised joints. The schedule target was to decide and produce the stand during the spring of 2022 and deliver it to the customer by the beginning of June 2022.

The design was done by utilizing the SolidWorks 3D software and its finite element analyzer machine. The production phase of the stand included typical engineering workshop methods such as MIG welding, drilling, water cutting, milling and machining.

Keywords: design, truck, steel structure

ALKULAUSE

Tämä opinnäytetyö on tehty Kone Pistemaa Oy:lle. Työssä suunnitellaan ja valmistetaan säilytyspukki kuorma-autojen vaihteistoille, moottoreille ja perille. Yrityksen yhteyshenkilönä toimi yrityksen toimitusjohtaja ja omistaja Janne Pistemaa ja ohjaavana opettajana lehtori Kimmo Rantapirkola.

31.5.2022

Valtteri Eero

SISÄLLYS

| | | |
|-----|--------------------------------------|----|
| 1 | JOHDANTO | 7 |
| 2 | VAATIMUKSET JA RAKENTEEN SUUNNITTELU | 8 |
| 2.1 | Vaatimukset | 8 |
| 2.2 | Kehikko | 8 |
| 2.3 | Kiinnikepalkit | 8 |
| 2.4 | Kiinnikkeet vaihteistolle | 9 |
| 2.5 | Kiinnikkeet moottorille | 10 |
| 2.6 | Kiinnikkeet perälle | 10 |
| 3 | SOLIDWORKS-MALLIT | 11 |
| 4 | 3D-SKANNAUS | 12 |
| 5 | LUJUUSLASKENTA | 15 |
| 5.1 | Solidworks-simulointi | 15 |
| 5.2 | Kuormitus äkkijarrutuksessa | 16 |
| 6 | SÄILYTYSPUKIN VALMISTUS | 19 |
| 6.1 | MIG/MAG-hitsaus | 19 |
| 6.2 | Kehikon valmistus | 19 |
| 6.3 | Kiinnikkeiden valmistus | 20 |
| 7 | KOKOONPANOVAIHE | 22 |
| 9 | YHTEENVETO | 26 |
| | LÄHTEET | 27 |

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehdään suunnittelutyönä Kone Pistemaa Oy:lle. Kone Pistemaa Oy on raskaaseen kalustoon erikoistunut korjaamo Oulussa. Työn aiheena on suunnitella ja valmistaa säilytyspukki kuorma- autojen moottoreille, vaihteistoille ja perille.

Työ mallinnetaan Solidworks 3D -mallinnusohjelmalla ja säilytyspukkiin kiinnitettävien osien tarkat mitat käydään mittaamassa korjaamolla. Rakenteille tehdään tarvittavat lujuuslaskelmat ja valmiiden 3D-mallien tekemisen jälkeen hankitaan tarvittavat materiaalit, joista projektia aletaan valmistamaan. Projekti rakennetaan Oulun ammattikorkeakoulun laboratoriossa.

2 VAATIMUKSET JA RAKENTEEN SUUNNITTELU

2.1 Vaatimukset

Työn vaatimuksina on, että säilytyspukki on eurolavan mitoissa ja kiinnitys toteutetaan tappisovitteella. Vaihteisto, moottori tai perä tulee pystyä nostamaan trukilla tai nosturilla pukin päälle ja pukin pitää pystyä kantamaan noin 1 600 kg. Pukki tulee olla liikuteltavissa trukilla ja pumppukärryllä edestä ja sivuilta. Pukin laidoille tehdään myös kiinnikkeet, jotta pukki saadaan sidottua kuormaliinoilla kuljetuksen aikana. Pukin alaosaan tulee tehdä pellistä suoja, ettei osista valuva öljy mene maahan.

2.2 Kehikko

Kehikko tulee tehdä eurolavan kokoiseksi, eli 1 200 mm x 800 mm. Kehikkojen väliin tulee neliöpalkista leikatut 80 mm korkeat palat kulmiin ja keskelle, jotta pukin alle mahtuu trukin piikit tai pumppukärry. Kehikon alaosa tehdään 50 mm x 50 mm x 3 mm rhs-palkista ja yläosaan tulee 50 mm x 30 mm x 22 mm c-profiilipalkit pitkittäin ja poikittain. C-profiilipalkin käyttäminen mahdollistaa kiinnikkeiden liikuttamisen, joten samoja kiinnikkeitä voidaan käyttää eri osien kiinnittämiseen.

2.3 Kiinnikepalkit

Kiinnikepalkkeja tehdään yhteensä viisi kappaletta. Kiinnikepalkit ovat mitoiltaan 60 mm x 60 mm x 4 mm ja palkkeihin tehdään 10 mm:n reiät keskelle tappisovitetta varten. Kiinnikepalkkien pohjaan hitsataan 6 mm levy, johon tehdään 17 mm:n reikä pulttia varten. C- profiilipalkin sisällä on pultille neliön muotoinen vastakappale, jossa on 16 mm x 2 mm kierre. Tämä mahdollistaa kiinnikepalkkien liikuttamisen ja kiristämisen sopivalle paikalle tukevasti.

2.4 Kiinnikkeet vaihteistolle

Vaihteiston kiinnikkeiden suunnittelussa tulee huomioida, että vaihteisto istuu tukevasti pukilla ja on tasapainossa. Kiinnikkeitä tulee tehdä kaksi, etupäähän ja takapäähän vaihteistoa. Vaihteiston etupäähän tuleva kiinnike on sama kuin moottorin takakiinnike. Kiinnike tehdään 10 mm:n paksuisesta levystä, johon porataan neljä reikää kytkinkopan reikien mukaisesti. Vaihdelaatikon takapäähän kiinnikkeen palkki on sama palkki kuin perän kiinnikkeelle, mutta itse kiinnike on tappisovitteella kiinnitettävissä ja on vaihdettavissa helposti. Kuvassa 1 on näytetty vaihdelaatikko, joka säilytyspukkiin kiinnitetään.



KUVA 1. Scanian vaihdelaatikko

2.5 Kiinnikkeet moottorille

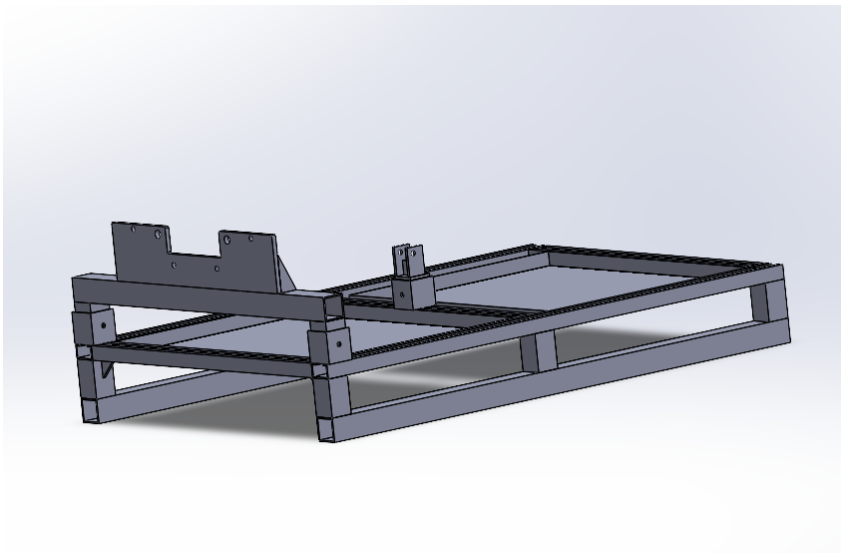
Moottorin kiinnikkeiden tekemisessä tulee ottaa huomioon öljypohja, joka on alempana kuin muut moottorin osat. Kiinnikkeistä tehdään tarpeeksi korkeat, jotta moottorin öljypohja on myös ilmassa. Moottorin etukiinnike tehdään 50 mm x 50 mm x 3 mm rhs-palkista. Kiinnikkeet tulee olla samanlaisessa kulmassa kuin moottorin omat kiinnikkeet. Viistetyn palkin päähän hitsataan 10 mm:n levystä pala, johon tehdään kiertet pulteille.

2.6 Kiinnikkeet perälle

Perän toisen pään kiinnike on sama kuin moottorilla ja vaihteistolla. Perä kiinnitetään kiinnikkeeseen 16 mm:n pulteilla. Takakiinnike tehdään 10 mm:n levystä, johon tehdään neljä reikää vääntölle. Kiinnitys toteutetaan samaan palkkiin kuin vaihdelaatikon takakiinnike.

3 SOLIDWORKS-MALLIT

Osat mallinnettiin Solidworks 3D-mallinnusohjelmalla. Säilytyspukin rungosta ja kiinnikkeistä tehtiin yksittäiset piirrokset ja mallinnetut osat yhdistettiin kokoonpanopiirustukseen. Solidworks-ohjelmaa käytettiin apuna myös rakenteen lujuuden laskemisessa. Rakenteen tulee kestää noin 1 600 kg:n paino ja varmuuskertoimella 2. Samalle kehikolle tehtiin mallit erikseen moottorin, vaihteiston ja perän kiinnikkeille. Kuvassa 2 on säilytyspukki vaihdelaatikon kiinnikkeillä.



KUVA 2. Säilytyspukki vaihdelaatikon kiinnikkeillä

4 3D-SKANNAUS

Alkuperäisenä ajatuksena oli, että pukkiin kiinnitettävä moottori ja vaihdelaatikko skannataan 3D-skannerilla, jotta osista saataisiin tarkat mallit Solidworksiin ja kiinnitettäviä osia voisi sovittaa solidworksilla mallinnettuihin kiinnikkeisiin virtuaalisesti. Skannaus tehtiin iphone-puhelimella, jolla on mahdollista tehdä 3D-skannauksia. Laadukkaamman skannerin käyttö olisi vaatinut osien puhdistuksen ja tarrojen kiinnittämisen muutaman senttimetrin välein. Tämä olisi kuitenkin ollut turhan työlästä tarkoitukseen nähden, koska moottori ja vaihteisto ovat isoja. Laadukkaamman skannerin käyttö olisi myös vaatinut enemmän opettelua ja aikaa, jota oli tässä tapauksessa rajallisesti.

Moottori ja vaihdelaatikko nostettiin nosturilla ilmaan, jotta skannerilla on pääsy joka puolelle (kuva 3). Skannausta kokeiltiin erilaisilla asetuksilla ja aluksi osat skannattiin noin 1 m:n etäisyydeltä, mutta tarkkuus ei ollut riittävä. Toisella yrityksellä skannaus tehtiin noin 30 cm:n etäisyydeltä kappaleista ja skannaus näytti kohtuullisen hyvältä. Skannaukset muutettiin Solidworksia varten mesh-tiedostoiksi, mutta mesh-verkko oli monesta kohtaa puutteellinen ja tarkkuus ei riittänyt esimerkiksi moottorinkiinnikkeiden reikien tarkan sijainnin määrittämiseen, joten ajatus 3D-skannaamisesta hylättiin ja osien mittaukset tehtiin rullamitalilla ja työntömitalla.



KUVA 3. Moottorin skannaus

Moottori nostettiin ilmaan kattonosturilla ja nostamiseen tarkoitettulla ketjulla. Ketjun toinen pää kiinnitettiin moottorin yläosassa olevaan nostokorvakkoon ja moottorin takaosaan kytkinkotelon pultin reikiin pyöritettiin kaksi nostosilmukkapulttia, joihin saatiin kiinnitettyä nostokoukut. Vaihdelaatikkoon kiinnitettiin kuormaliinat ja se nostettiin ilmaan trukilla (kuva 4).



KUVA 4. Vaihdelaatikon skannaus

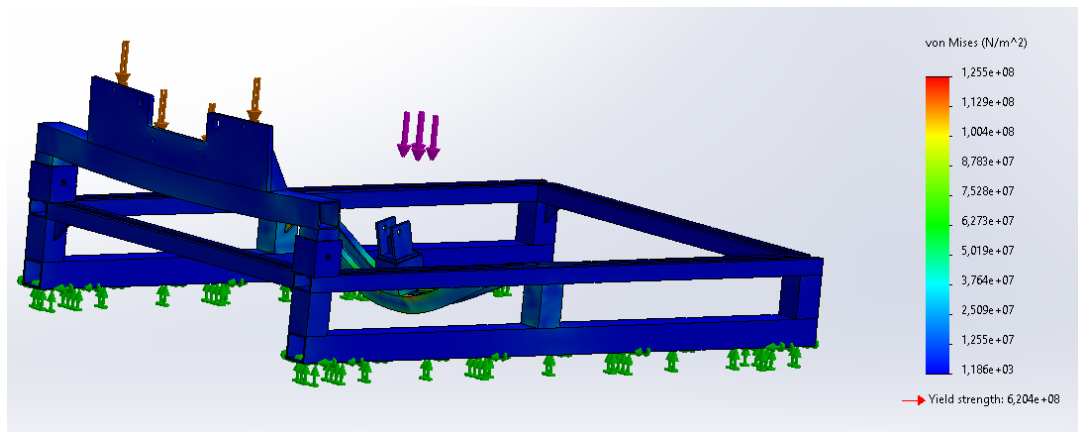
5 LUJUUSLASKENTA

Rakenteen kestävyys varmistetaan tekemällä tarvittavat lujuuslaskelmat. Lujuuslaskelmat tehtiin solidworks-ohjelmiston elementtimenetelmää käyttäen. Rakennetta rasitetaan virtuaalisesti ohjelmalla muuttamalla kiinnitettävien osien paino newtoneiksi ja jakamalla rasitus paikkoihin, joihin se kohdistuu.

5.1 Solidworks simulointi

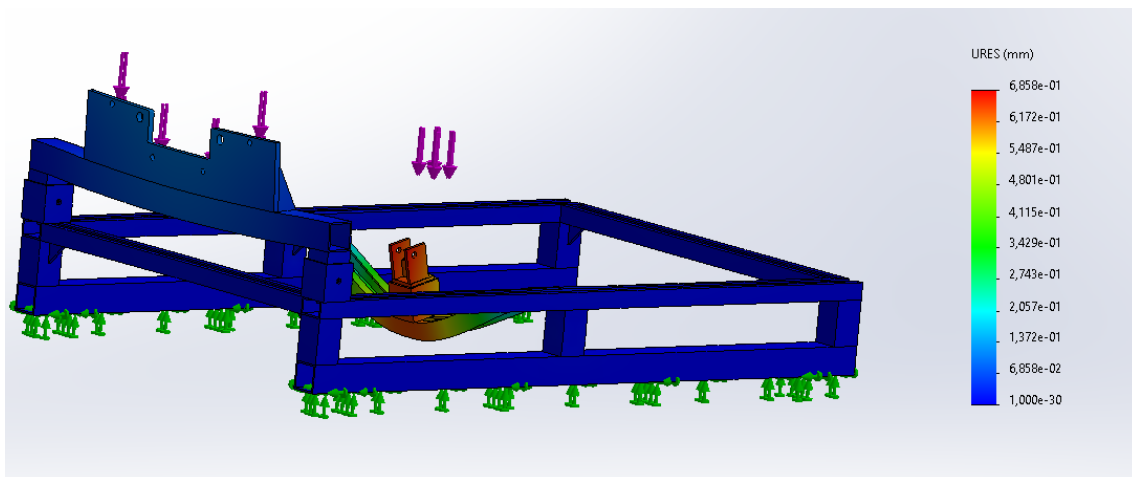
Solidworks mallinnusohjelman yksi ominaisuus on, että sillä voidaan tarkastella esimerkiksi rakenteiden jännityksiä ja siirtymiä elementtimenetelmää hyväksikäyttäen sekä verrata niitä eri materiaaleilla. Tässä tapauksessa merkittävät tarkasteltavat kohteet ovat materiaalin taipuma ja myötölujuus.

Simulaatiossa rakenteelle täytyy määritellä kohta, josta se kiinnittyy (fixtures), käytetty materiaali ja rasittavien voimien suunta sekä suuruus. Kappaleeseen valitaan kohta, johon voimat kohdistuvat ja sen jälkeen ohjelmalla voidaan tehdä simulaatio. Simulaatiosta näkee väreinä rakenteen kohdat, jotka ovat suurimmassa rasituksessa ja rasitusta voi verrata materiaalin myötölujuuteen. Kuvan 5 oikealla puolella olevasta taulukosta nähdään rakenteeseen kohdistuva paine. Luvut on ilmoitettu kymmenpotenssina, joten maksimi jännitys on $1,255 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ eli 125,5 MPa. Taulukon alapuolelta nähdään materiaalin myötölujuus yield strength, joka on 620 MPa. Analyysin mukaisesti jännitykset pysyvät selvästi myötörajan alapuolella, lisäksi korkeimmat jännitykset esiintyvät hyvin paikallisesti. Rakenteen mitoitus on riittävä kantamaan sille arvioidut kuormitukset.



KUVA 5. Vaihdelaatikon kiinnikkeiden myötölujuus

Myös taipuma on ilmoitettu simulaatiossa kymmenpotenssina. Solidworksin simulaatio havainnollistaa kuvassa 6 rakenteen taipumaa visuaalisesti ylikorostamalla. Suurin taipuma kohdistuu rakenteen punaisella värillä olevaan kohtaan, jossa taipuma on noin 0,7 mm. Alle 1 mm:n taipuma on erittäin pieni ja tähän rakenteen kohtaan kohdistuva kuormitus on maltillinen.

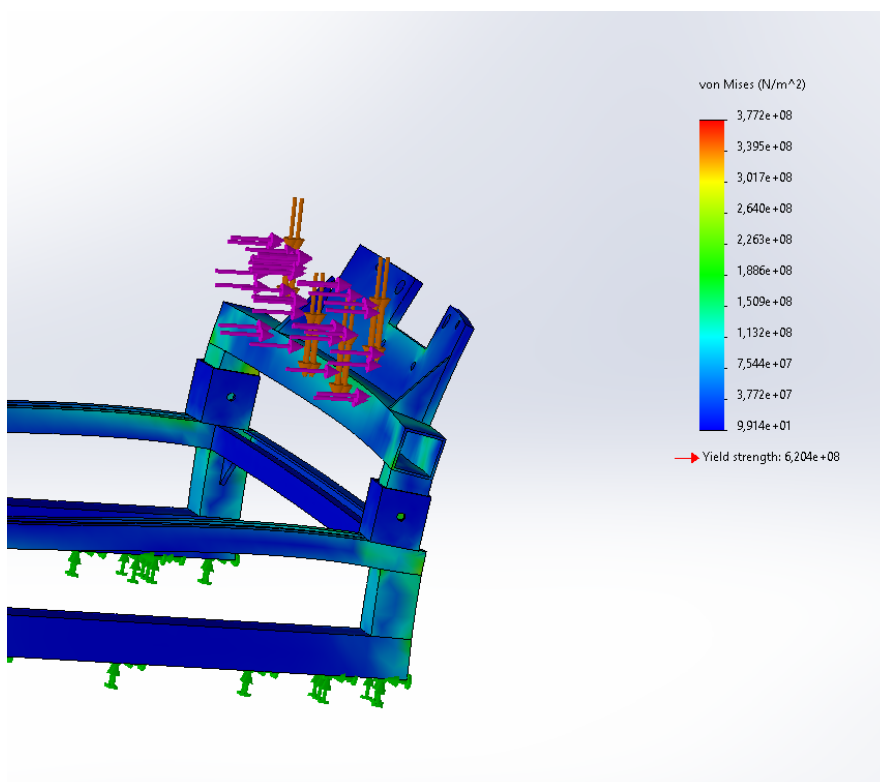


KUVA 6. Vaihdelaatikon kiinnikkeiden taipuma

5.2 Kuormitus äkkijarrutuksessa

Säilytyspukkia tullaan kuljettamaan kuorma-auton kyydissä ja sen kestävydestä tulee varmistua myös poikkeustilanteissa, kuten äkkijarrutuksen sattuessa. Moottori on painavin osa, joka pukkiin

kiinnitetään ja painaa noin 1 600 kg. Rakenteeseen kohdistuva kuormitus laskettiin soveltamalla dynamiikan peruslakia $F=ma$ (1, s. 91). Kuorma-autossa kuljetettava kuorma tulee pysyä paikallaan 8 m/s^2 hidastuvuudella eteenpäin ja 5 m/s^2 hidastuvuudella sivuille päin, joten laskennat tehtiin 8 m/s^2 hidastuvuudella (2, s. 8). Kertomalla moottorin massa hidastuvuudella saadaan vastaukseksi voima 12 800 N. Vastaukseksi saatu voimaa sovellettiin solidworks-simulaatioon, jonka mukaan rakenne ja kiinnikkeet kestävät tämän suuruisen rasituksen. Laskuissa huomioitiin myös painovoiman aiheuttama rasitus rakenteelle. Jännitykset pysyvät analyysin mukaan myötörajan alapuolella ja kyseinen äkkijarrutustilanne, jossa telineeseen kohdistuisi 8 m/s^2 kiihtyvyys on harvinainen (kuva 7).



KUVA 7. Äkkijarrutustilanteen kuormitus

C- profiilipalkin ja rhs- palkin pulttiliitoksen kestävyys varmistettiin laskemalla. Sopivan pultin valinta tehtiin vertailemalla erikokoisten pulttien kestävyttä. Laskuissa käytettiin kaavoja 1, 2 ja 3. Kaavassa R_m tarkoittaa pultin materiaalin murtolujuutta, A_s kierteettömän osan poikkipinta-alaa, u kitkakerrointa ja R_e materiaalin myötörajaa. Kaavassa F_{ek} lasketaan pulttiliitoksen kireys ja koska pulttiliitos lasketaan kitkaliitoksena siinä oletetaan kaiken kuormituksen siirtyvän liitettävien

kappaleiden välillä kitkan välityksellä. Kitkaliitos kestää m16 pultilla noin 7,5 kN:n voiman (4, s. 289). Moottori kiinnitetään neljällä pultilla pukkiin, joten pulttiliitokset kykenevät siirtämään noin 30 kN:n voiman. Jarrutustilanteessa 8 m/s² hidastuvuudella ja moottorin ollessa pukissa, kiinnikkeisiin kohdistuu 12 800 N:n voima sivuttaissuunnassa. Tämän perusteella sopivaksi pulteiksi valittiin 8.8 lujuusluokan M16 pultit ja tällöin laskelmien mukainen varmuusluku olisi hieman yli kaksi.

KAAVA 1. Myötöraja (4, s. 289).

$$R_e = 0.8 \times R_m = 640 \text{ MPa}$$

$$R_m = 800 \text{ MPa}$$

KAAVA 2. Pulttiliitoksen kireys (4, s. 289).

$$F_{ek} = 0.75 \times R_e \times A_s = 75.4 \text{ kN} \approx 75 \text{ kN}$$

$$A_s = 157 \text{ mm}^2$$

KAAVA 3. Kitkaliitos (4, s. 289).

$$F = F_{ek} \times \mu = 7.536 \text{ kN} \approx 7,5 \text{ kN}$$

$$\mu = 0.1$$

6 SÄILYTYSPUKIN VALMISTUS

Suunnittelun ja 3D-mallien tekemisen jälkeen alkaa projektin valmistusvaihe. Valmistus aloitetaan kehkosta, joka tehdään c-profiilipalkista ja neliöputkesta hitsaamalla. Palkit hitsataan yhteen MIG-hitsauskoneella. Hitsauksen yhteydessä tulee ottaa erityisesti huomioon, että rakennelma pysyy suorassa. Palkit tulee kiinnittää ruuvipuristimella toisiinsa sekä pöytään ennen hitsaamista. Kehkosta otetaan ristimitta ennen hitsauksen aloittamista suoruden varmistamiseksi. Hitsaaminen aloitetaan hitsaamalla kevyesti jokainen osa toisiinsa kiinni, jotta rakennelmaa pystyy vielä oikomaan tarvittaessa.

6.1 MIG/MAG-hitsaus

MIG/MAG-hitsauksessa valokaari saadaan syntymään virtalähteen avulla hitsattavan kappaleen ja hitsauspistoolista tulevan langan välille. Valokaari saa hitsattavan metallin ja hitsauslangan sulamaan yhteen muodostaen hitsisulan. Lankaa ja suojakaasua syötetään hitsauspistoolin kautta koko hitsauksen ajan. (3.)

MIG/MAG hitsausmenetelmät eroavat toisistaan pelkästään käytettävässä suojakaasussa. MIG-hitsauksessa käytettävä suojakaasu on inerttiä, eli suojakaasu ei ota osaa hitsausprosessiin. MAG-hitsauksessa käytettävä suojakaasu on puolestaan hitsausprosessiin osallistuvaa suojakaasua. (3.)

6.2 Kehikon valmistus

Kehikon valmistus aloitettiin leikkaamalla kulmasahalla palkit tarvittaviin mittoihin. Leikattujen osien reunat pyöristeltiin kevyesti ja niitä alettiin mallailemaan paikoilleensa.

6.3 Kiinnikkeiden valmistus

Kiinnikkeiden valmistus aloitettiin leikkaamalla kiinnikkeet kulmasahalla tarvittaviin mittoihin ja tekemällä niihin 10 mm:n reiät pylväsporakoneella tappisovitteita varten. C-profiilin sisälle tuleva vastinkappale-aihiot ajettiin jyrsinkoneessa 2 mm matalammaksi kuin c-profiilipalkin korkeus (kuva 9).



KUVA 9. Vastinkappaleen jyrsintä.

Vastinkappaleen ollessa 2 mm matalampi kuin c-profiilipalkin korkeus, kappale liukuu palkin sisällä kevyesti, mutta sovitus ei kuitenkaan ole liian väljä. Tämän jälkeen vastinkappale aihioista leikattiin kulmasahalla 46 mm x 60 mm kokoisia palasia 10 kappaletta. Tämän jälkeen kappaleista otettiin vielä toiselta sivulta jyrsinkoneessa 2,1 mm pois, joten leveydeksi jäi 43,9 mm.

Vastinkappeleiden työstön jälkeen niihin tehtiin pylväsporakoneella keskelle 14 mm reikä, jonka jälkeen reikiin tehtiin M16x2 pultille kierre. Kappaleiden reunat pyöristeltiin lopuksi nauhahiomakoneella (kuva 10).



KUVA 10. kierteiden tekeminen

7 KOKOONPANOVAIHE

Kun osat on leikattu mittoihinsa ja tarvittavat reiät ja kierteet on tehty, aletaan palkkeja ja kiinnikeitä hitsaamaan. Hitsaus aloitettiin hitsaamalla muutamalla pisteellä osat toisiinsa kiinni välillä mittailten, että palkit pysyvät suorassa. Kun kaikki palkit oli hitsattu muutamilla pisteillä kiinni ja mitat varmistettu, hitsattiin kaikkiin lopulliset saumat. Lopuksi öljykaukalona toimivat kantatut pellit hitsattiin kehikkoon kiinni (kuva 11).



KUVA 11. Kehikko

Kehikon hitsauksen jälkeen hitsattiin kytkinkopan kiinnikkeen palkit muutamalla pisteellä toisiinsa kiinni. Kytinkoppaa vasten tuleva 10 mm levy leikattiin vesileikkurilla ja siihen tehtiin neljä 10,5 mm:n reikää kytkinkopan reikien mukaisesti (kuva 12). Kiinnikkeen keskeltä leikattiin vielä myöhemmin 55 mm syvä ja 170mm pitkä kappale pois ja siihen tehtiin samalla kaksi 17 mm reikää, jotta perä istuisi myös kiinnikkeeseen.



KUVA 12. kytkinkopan kiinnike

Kun kehikko ja kytkinkopan kiinnike saatiin hitsattua, pystyi pukkiin jo sovittaa vaihdelaatikkoa, perää ja moottoria, jonka jälkeen saadaan muiden kiinnikkeiden mitat tarkasti. Aluksi pukkiin sovitettiin korjaamalla vaihdelaatikkoa ja tarkastettiin vaihdelaatikon takakiinnikkeeseen tarvittavat mitat. Sen jälkeen kun mitat oli otettu, leikattiin kiinnikkeen korvakot vesileikkurilla 6 mm:n levyistä ja hitsattiin vaihdelaatikon taka-osan kiinnike valmiiksi.

Perän takakiinnike leikattiin myös vesileikkurilla 10 mm levyistä ja siihen tehtiin neljä 12 mm reikää, joista se kiinnitetään perän vääntiöön. Tämän jälkeen kiinnikkeeseen leikattiin kaksi kolmiota, jotka tukevat kiinnikettä. Leikatut osat hitsattiin lopuksi kiinni.

Viimeisenä pukkiin sovitettiin moottoria ja tuli ilmi, että moottorin korvakot tulevat pukin reunan yli noin 10 cm, eikä kiinnikkeitä voida tehdä alkuperäisen suunnitelman mukaan u-profiili palkista (kuva 13).



KUVA 13. Moottorin korvakko

50 mm x 50 mm x 3 mm u-profiilipalkki ei kestäisi moottorin painoa, jos siihen hitsataan noin 20 asteen kulma, joten 50 mm x 50 mm x 3 mm rhs-palkkia täytyi hankkia vielä lisää, jotta kiinnikkeet saataisiin tehtyä ulommaksi. Rhs-palkista leikattiin sopivan pituiset kappaleet 20 asteen kulmaan ja hitsattiin kiinni. Palkin toiseen päähän täytyi vielä tehdä noin 45 asteen kulma, johon 10 mm levy hitsattiin kiinni. 10 mm levyyn tehtiin kolme 12 mm kierrettä moottorin korvakon reikien mukaisesti, jotta kiinnikkeet saadaan pulteilla korvakkoon kiinni (kuva 14).



KUVA 14. Korjattu moottorin kiinnike

9 YHTEENVETO

Työssä suunniteltiin ja valmistettiin säilytyspukki Scanian kuorma-autojen moottoreille, vaihteistoille ja perille. Vaatimuksina laitteelle oli, että siihen pystyy kiinnittämään mainitut osat, pukki kestää niiden painon ja osat ovat tasapainossa. Pukin mitat tuli olla eurolavaa vastaavat ja kiinnitys tapahtuisi tappisovitteella. Kuljetusta varten tuli myös tehdä kiinnityslenkkien paikat kuormaliinoille ja pukki tuli olla liikuteltavissa trukilla tai pumppukärryllä.

Vaatimukset projektille täyttyivät kuormaliinojen kiinnityslenkkejä lukuunottamatta, koska aika alkoi käydä vähiin. Projektin alussa tehty aikataulusuunnitelma ei ollut täysin realistinen ja suunnittelutyöhön ja piirustuksien tekoon kului oletettua enemmän aikaa. Monessa vaiheessa tuli lisää asioita, joita tulisi selvittää ennen kuin pukkia alkaa tekemään ja se vei oman aikansa. Alkuperäinen suunnitelma moottorin, vaihteiston ja perän 3D-skannauksesta ei onnistunut suunnitellusti ja skannausten käyttö solidworksissa vaati opettelua ja aikaa. Pukin valmistuksessa kului myös oletettua enemmän aikaa ja suunnitelmassa olisi tullut ottaa huomioon mahdollisiin muutoksiin menevä aika.

Viimeisenä tehtyihin moottorin etukiinnikkeisiin jäi parantamisen varaa. Oikean puolen kiinnikkeeseen olisi pitänyt tehdä syvennys, että kiinnike mahtuu suorassa paikalleen niin kuin vasemmallakin puolella. Vaihteisto ja perä istui kiinnikkeisiin hyvin. Jatkokehittelynä pukkiin voisi tehdä myös uudemman mallin vaihdelaatikolle takakiinnikkeen, koska tehty takakiinnike sopii vain vanhemman mallin vaihdelaatikolle.

LÄHTEET

1. Mäkelä, Mikko, Soininen, Lauri, Tuomola, Seppo & Öistämö, Juhani 2018. Tekniikan kaavasto. Matematiikan, fysiikan, kemian ja lujuusopin peruskaavoja sekä SI-järjestelmä. Tampere: Tammertekniikka / Amk-Kustannus Oy.
2. Traficom liikenne ja viestintävirasto. Uusi tieliikennelaki ja rekkojen käytösäännöt 10/2021. Hakupäivä 9.5.2022 <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Uusi%20tieliikennelaki%20ja%20rekkokojen%20k%C3%A4ytt%C3%B6s%C3%A4%C3%A4nn%C3%B6t.pdf>.
3. Kemppi 2022. MIG/MAG-hitsaus. hakupäivä 16.12.2021 <https://www.kemppi.com/fi-FI/tuki/hitsausaapinen/mig-maghitsaus/>.
4. Blom, Seppo, Lahtinen, Pekka, Nuutio, Erkki, Pekkola, Kari, Pyy, Seppo, Rautiainen, Hannu, Sampo, Arto, Seppänen, Pekka & Suosara, Eero 1999. Koneen elimet ja mekanismit. Helsinki: Edita Prima Oy.