

Risto Nissinen

YKSIKAARIFEITON KEHITTÄMINEN

YKSIKAARIFEITON KEHITTÄMINEN

Risto Nissinen
Opinnäytetyö
Kevät 2023
Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Konetekniikka, auto ja työkonetekniikka

Tekijä: Risto Nissinen

Opinnäytetyön nimi: Yksikaaripeiton kehittäminen

Työn ohjaaja: Hannu Heikkilä

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2023

Sivumäärä: 31 + 0 liitettä

Tässä opinnäytetyössä kehitettiin yksikaarinen soralavakuormakorin kuormapeite KOME Oy:lle. Tuotteella tuli olla yksinkertainen rakenne ja mahdollisimman vähän kuormatilaa vievä koko. Sen tuli olla helposti muokattavissa käsiveivikäyttöisestä automaattiseksi ja modularisoitavissa.

Perehtyminen lain vaatimukseen kuorman varmistamisesta ja suojaamisesta sekä kuormakorin maksimileveydestä asetti työlle teknisiä rajoja. Kehitystyön tueksi tutustuttiin nykyisten käytössä olevien kuormapeittomallien toimintaan ja tutustumisen kautta havaittiin, että markkinoilta puuttuu yksinkertainen ja toimiva yksikaaripeitto. Suunnittelussa hyödynnettiin tilaajayrityksen valmiita malleja, joista muokkaamalla pystyttiin kustannustehokkaasti suunnittelemaan uusi kuormapeittomalli.

Tuotteen teknisiksi ominaisuuksiksi määritettiin yksikertainen rakenne, automatisoitavuus ja modularisoitavuus. Ominaisuuksien määrittämisessä tukeuduttiin suurilta osin kokemuseräisesti hankittuun tietoon ja arvioihin. Toteutuksessa oli tavoitteena yhdistää yrityksen olemassa olevien jäte- ja monikaaripeittojen hyvät ominaisuudet, kuten vähän tilaa vaativa rakenne.

Työhön sisällytettiin myös kokeellisia testejä, esimerkiksi mitattiin voiman tarvetta peiton rullautessa akselille ja jousen käyttäytymistä kierrettäessä. Näillä pyrittiin selvittämään jousivoiman tarvetta ja tarvittavaa jousilangan paksuutta sekä jousen ominaisuuksia. Testien tuloksena löydettiin oikean tyyppinen ja voimakkuuksinen jousi.

Suunnittelutyössä käytettiin enimmäkseen koulussa tutuksi tullutta SolidWorks 3D 2021 CAD -ohjelmistoa sekä myös tilaajayrityksen käyttämää Vertex 4G -ohjelmistoa.

Lopulta rakennettiin myös prototyypiversio, jotta pystyttiin varmistumaan mallin käytännön toimivuudesta. Prototyyppi rakennettiin helposti siirrettäväksi, mutta mahdollisimman hyvin ominaisuuksiltaan oikeaa lavaa muistuttavaksi. Prototyypiversiota pystytään hyödyntämään myös esittelyissä ja markkinoinnissa.

Asiasanat: kaari, kuormakori, soralava

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering, Option of Vehicle and Transportation Engineering

Author(s): Risto Nissinen
Title of thesis: Single arc cover development
Supervisor(s): Hannu Heikkilä
Term and year when the thesis was submitted: spring 2023
Number of pages: 31

In this thesis was developed a truck cover with single arc for Kome Ltd. The product had to have a simple structure and a size that took up as little load space as possible. It had to be easily modifiable from manual to automatic and it had to be modularizable too.

It was important to take a notice the requirements of the Road Traffic Act. In the design were used the ready-made models of the Kome Ltd. So it was possible to prepared the cost-effectively truck cover model.

The technical characteristics of the product were defined a simple structure, automation and modularization. The goal of the implementation was to combine the good features of the company's existing a waste ground blanket and multi-arch blanket.

Experimental tests were also included in the work, for example, the need for force was measured when the blanket was rolled onto the axis and the behavior of the spring when it was twisted. These were used to find out the need for spring force and the required thickness of the spring wire, as well as the properties of the spring. As a result of the tests were found the right type and strength spring. The design work mostly used the SolidWorks 3D 2021 CAD software and the Vertex 4G software.

In the end was built a prototype version which was in order to verify the practical functionality of the model. The prototype was built to be easily moved. It was to resemble as much as possible a real platform too. The prototype version can also be used in presentations and marketing.

Keywords: arc, load platform, gravel platform

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	KUORMAN VARMISTAMINEN.....	7
2.1	Lain vaatimus.....	7
2.2	Nykyisin käytössä olevia malleja.....	8
3	YKSIKAARIPEITON KEHITTÄMINEN	10
3.1	Osien 3D-mallinnus	10
3.2	Kokeellinen testaus.....	11
3.2.1	Peiton painon määrittäminen.....	11
3.2.2	Peittorullan kiristysvääntömomentti	11
3.2.3	Työvälineet.....	12
3.3	Jousien vertailu	13
3.3.1	Spiraalivääntöjousi.....	13
3.3.2	Vakiovoimajousi.....	14
3.3.3	Vääntökierrejousi.....	14
3.3.4	Jousen käyttäytymisestä.....	14
3.3.5	Jousivoiman laskenta	15
3.4	Prototyypin rakentaminen.....	15
3.4.1	Prototyypin telineen rakennus.....	15
3.5	Modularisoitu rakenne	19
3.6	Kokoonpanonosat.....	20
3.7	Kustannukset	26
4	TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	27
5	POHDINTA	29
	LÄHTEET.....	31

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä kehitettiin kuormansuojapeittomalli Haapajärven KOME Oy:lle, josta käytetään tässä työssä nimeä Kome. Vuonna 1964 perustettu KOME Oy on kuorma-autojen päälirakenteiden ja perävaunujen valmistaja, joka valmistaa pohjolan oloihin sopivia logistisia kuljetusratkaisuja. Tuotteiden rakenteissa on huomioitu sääolovaihtelut, pitkät ajosuoritteet ja suuren käyttöasteen vaatimat ominaisuudet. Tehtaat sijaitsevat Haapajärvellä, Iisalmessa, Rautalammilla ja Mikkelissä. Tuotteisiin kuuluvat mm. sora-, puu-, turvehake- ja erikoistuotteet. (1.)

Yksikaaripeiton kehitystarve sai alkunsa asiakkaiden toiveesta. Pyrittiin kehittämään kuormapeitto, joka vie kuormatilasta vähemmän tilaa. Ennen kehitystyön aloittamista etsittiin markkinoilta vastaavaa valmista tuotetta. Kuitenkaan yrityksen tarpeita vastaavaa ratkaisua ei löytynyt. Tästä syystä kehitystyö aloitettiin hyödyntäen yrityksen aiempia malleja.

Tavoitteena kaaripeiton suunnittelussa oli teknisesti yksinkertainen rakenne ja kilpailukykyinen hinta. Sen tuli lisätä mahdollisimman vähän kuormakorin äärimittoja, olla rakenteeltaan yksinkertainen ja modularisoitavissa. Yksinkertainen rakenne mahdollistaa huoltovapaan ja varmatoimisen ratkaisun sekä edullisen hinnan verrattuna nykyiseen monikaaripeittoon. Mahdollisimman vähän kuormakorin mittoja lisäävä koko auttaa lyhentämään lavan kokonaispituutta eikä aiheuta kuormaamiseen hankaluuksia, sillä yksikaaripeite ei myöskään vie tilaa lavan päältä. Modularisoinnilla mahdollistetaan tuotteen jälkiasennus Komen aiempiin lavaratkaisuihin. Tällöin asiakas pystyy päivittämään Kome-lavansa uusimpaan peittoratkaisuun.

Rakeneratkaisuihin vaikuttivat myös lain vaatimukset ja rajoitteet, kuten ajoneuvon maksimileveys. Uudenlaisessa rakenteessa oli haastavaa tuotteen kilpailukykyisen hinnan saavuttaminen. Tästä syystä yrityksen aiemmin kehittämiä ratkaisuja jätemaa- ja monikaaripeittomalleissa hyödynnettiin uuden kuormapeiton suunnittelussa.

2 KUORMAN VARMISTAMINEN

2.1 Lain vaatimus

Tieliikennelaki 10.8.2018/729 109§ määrää, että kuorma on varmistettava niin, että sen kuljettaminen on turvallista. Kuorman on pysyttävä kuormakorissa, eikä se saa vaikuttaa ajoneuvon liikenneturvallisuuteen. Jos on vaara, että kuorma pölyää tai varisee tielle ajoviiman vaikutuksesta, se on suojattava (5.). Kuvassa 1 (2.) on punaisella esitetty kuormakorin maksimileveyttä, joka on 2,55 metriä (6.). Työssä tämä piti huomioida peiton käyttöakselin maksimileveytenä.

Kippaavilla lavarakenteilla kuljetetaan pääsääntöisesti maa-aineksia, joissa hienojakoista ainesta on käytännössä aina jonkin verran mukana. Kuormapeiton käytöllä saadaan minimoitua mm. pölyhaitat. Peiton käyttömukavuus ja helppokäyttöisyys ovat tärkeitä ominaisuuksia, jotta kuorman peittäminen sopii kaikille aineistypeille. Tällöin muille tienkäyttäjille kuormasta aiheutuvat vahingot saadaan minimoitua.



KUVA 1 Kuormakorin maksimileveys on 2,55 metriä

2.2 Nykyisin käytössä olevia malleja

Nykyisin käytössä on monenlaisia ratkaisuja eri valmistajilla, mutta ei tilaajan vaatimuksia vastaavaa yhdellä käyttöakselilla suunniteltua yksikaaripeittoa. Valmis ratkaisu olisi voinut olla kustannustehokkaampi, sillä silloin kehitystyötä ei olisi tarvinnut tehdä juurikaan. Komen käytössä olevia kuormaapeittomalleja ovat tällä hetkellä jätemaapeitto ja monikaaripeitto.

Jätemaapeitto (kuva 2) on akselille toisesta päästä kiinnitetty ja rullattu pressu, jonka toisessa päässä on metallitanko. Tanko liukuu lavan ylälaitaa pitkin, kun pressua vedetään narua apuna käyttäen lavan yli kuorman suojaksi. Lavan takaosassa tanko kiinnitetään laidan ulkopuolisiin hahloihin. Rakenne on yksinkertainen ja edullinen, mutta käyttäjän kannalta työläämpi kuin modernit ratkaisut, sillä sitä ei voi motorisoida. Tämä ratkaisu ei vie lavan päältä tilaa juurikaan eikä jatka lavan ulkomittoja merkittävästi.



KUVA 2. Jätemaapeitto

Monikaaripeitto (kuva 3) koostuu pressusta ja noin metrin jännevälein kiinnitetyistä kaarista, jotka ylettyvät lavan laidalta toiselle. Kaaret on kiinnitetty vaijeriin, joka kulkee vaijerirullia pitkin lavan sivulla. Vaijeria liikutellaan ratasketjun välityksellä. Käyttövoimana voi olla käsiveivi, hydraulinen moottori tai sähkömoottori.

Tässä peitetyypissä kuormakori saadaan melko tiiviiksi ja näin ollen kuorman jäähtyminen esim. asfalttikuljetuksissa vähenee. Rakenne on monimutkaisempi ja siten kalliimpi kuin jätemaapeitossa, mutta käyttöergonomia on selvästi parempi. Monikaaripeitto on rakenteeltaan painavampi kuin jätemaapeitto.

Ongelmana monikaaripeiton käytössä on, että se joko vie tilaa lavan päältä (kuva 3) tai lisää lavarakenteen kokonaispituutta. Peiton ollessa lavan päällä peiton kaariin osumista täytyy varoa esim. pyöräkuormaajalla kuormatessa. Peittorakenteen sijoituessa lavan ulkopuolelle se lisää kuormakorin pituutta ja hankaloittaa muiden komponenttien sijoittelua. Auki olevan peiton kaarien väliin jäävä pressu muodostaa pussin, johon kertyy vähäisellä käytöllä kuormattuja materiaaleja. Tämä aiheuttaa kuormitusta vaijereihin ja voi hankaloittaa peiton käyttöä.



KUVA 3. Auki oleva kaaripeitto

3 YKSIKAARIFEITON KEHITTÄMINEN

Yksikaarifeiton suunnitteluun lähdettiin asiakkaiden toiveiden pohjalta. Sen toteutuksessa oli tavoitteena yhdistää yrityksen tuotannossa olevien jätemaa- ja monikaarifeittojen hyvät ominaisuudet mm. vähän tilaa vaativa rakenne. Peiton rakenteessa hyödynnettiin pääsääntöisesti muunneltua monikaarifeiton rakennetta. Kaaria asennettiin pressuun yksi ja se kiinnitettiin vaijeriin sekä pressuun monikaarifeiton ensimmäisen kaaren tapaan. Käyttöakselin pressun kiinnityksessä hyödynnettiin jätemaapeiton kiinnitystä.

3.1 Osien 3D-mallinnus

Työssä käytettiin Vertex 4G -ohjelmistoja ja Solidworks-ohjelmaa (4.). Vertex on suomalainen suunnitteluohjelma (7.), joka tilaajayrityksellä on käytössä. Toinen käytössä ollut ohjelma, Solidworks, oli tuttu opinnoista. Tilaajayrityksellä oli valmiit mallit jätemaapeitosta ja monikaarifeitosta. Näitä yhdistelemällä saatiin mallinnettua raakaversio kehitettävästä yksikaarifeitosta.

Yksikaarifeiton tarkempirakenne ja kuvat 4 ja 5, on tarkoitettu vain tilaajan käyttöön.

KUVA 4. Peittorullan akselin rakenne

KUVA 5. Jousen yksinkertainen mallinnus

3.2 Kokeellinen testaus

3.2.1 Peiton painon määrittäminen

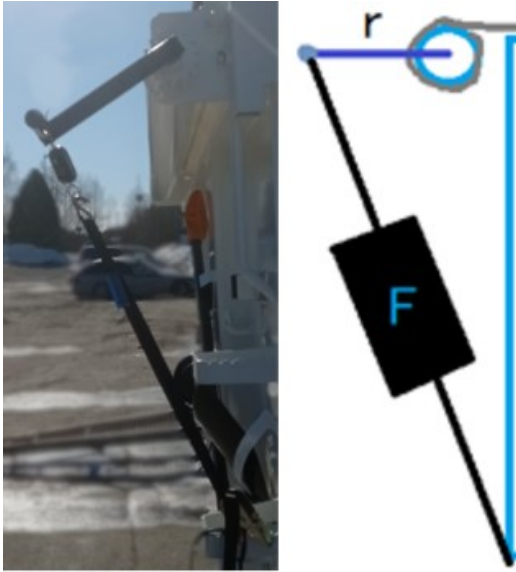
Peiton pressun painoksi valmistaja kertoi 680 grammaa neliometrille. Peiton leveys vaihtelee 2450 - 2600 millimetrin välillä riippuen onko rakenne modularisoitavissa. Pituudet peitolla vaihtelevat 6000 - 7400 millimetrin välillä. Tällöin peiton laskennallinen maksimipaino olisi 13 083 grammaa (taulukko 1). Peiton massan luomaan momenttiin vaikuttaa lisäksi muuttuva peittorullan säde. Peiton kiertyessä rullalle putken päälle sen halkaisija kasvaa kierros kierrokselta ja näin myös vääntömomentti kasvaa hieman. Lisäksi huomioitiin peittorullaputken ja peiton kiinnikkeiden massat, jotka olivat yhteensä 2 354 grammaa. Tätä painoa käytettiin apuna määrittämään riittävän tehokas kiristysjousi peittorullan akselille.

TAULUKKO 1. Suojapeitteen pressun painon muutos

paino	680 g/m ²		
lev	2,6 m	m ²	grammaa
pituus	6 m	15,60	10 608
	6,3 m	16,38	11 138
	6,5 m	16,90	11 492
	6,8 m	17,68	12 022
	7 m	18,20	12 376
	7,1 m	18,46	12 553
	7,25 m	18,85	12 818
	7,4 m	19,24	13 083

3.2.2 Peittorullan kiristysvääntömomentti

Peiton rullalle kelaamiseen tarvittavan voiman arvioitiin olevan noin 150 Newton metriä rullan akselilta mitattuna. Se haluttiin kuitenkin testata kokeellisesti. Testiin käytettiin peittorullan veiviä, vetovoimavaakaa ja jätemaapeitollista kasettiperävaunua. Veiviä r vedettiin vetovoimavaakalla F kiinnipäin ja vaakasta katsottiin vetovoima kiloina (kuva 6).



KUVA 6. Vääntömomentti on varsi kertaa voima $M=r \cdot F$

3.2.3 Työvälineet

Vetovoimavaaka eli koukkuvaaka (kuva 7) mittaa koukussa roikkuvan massan suuruutta. Tässä soveltavassa mittauksessa se mallintaa peittorullan veivin käyttäjän tarvitsemaa voimaa. Mittauksessa veivi toimi vipuvartena (Kuva 8). Sidontaliinassa olevalla kiristimellä vedettiin veiviä alaspäin (kuva 9).



KUVA 7. Koukkuvaaka



KUVA 8. Käsiveivi



KUVA 9. Sidontaliina

3.3 Jousien vertailu

Jousien vertailutiedot ja kuvat 10-12, on tarkoitettu vain tilaajan käyttöön.

3.3.1 Spiraalivääntäjousi

KUVA 10. Spiraalivääntäjousi

3.3.2 Vakiovoimajousi

KUVA 11. Vakiovoimajousi

3.3.3 Vääntökierrejousi

KUVA 12. Vääntökierrejousi

3.3.4 Jousen käyttäytymistesti

Sopivan jousen löytäminen vaati lukuisia testauksia. Testausta helpottamaan rakennettiin jousen testausteline (kuva 13). Tällä pystyttiin varmistamaan jousen oikeanlainen toiminta ja laskemaan helpommin jousen vaatimat ominaisuudet. Jousen valmistajan arvot olivat viitteellisiä minimejä. Teoreettisen jousivoiman arvio oli peiton sekä muiden pyörivien massojen yhteenlaskettu summa. Tämä huomattiin käytännöntesteissä alimitoitetuksi arvioksi. Tarkemmat tiedot testaustelineestä ja kuvat 14 ja 15, ovat tarkoitettu vain tilaajan käyttöön.

KUVA 13. Jousen kiertymän testausteline

KUVA 14. Jousen testaustelineen jäykiste

KUVA 15. Testissä vääntynyt jousi

3.3.5 Jousivoiman laskenta

Jousen maksimivoima laskettiin teoriassa riittäväksi nykyiseen malliin sekä tulevaisuudessa jatko kehitettyyn malliin. Laskelmat ja kuvat 16 ja 17, ovat tarkoitettu vain tilaajan käyttöön.

KUVA 16. Kuvan tarkempi kuvaus on tarkoitettu vain tilaajan käyttöön.

KUVA 17. Kuvan tarkempi kuvaus on tarkoitettu vain tilaajan käyttöön.

3.4 Prototyypin rakentaminen

3D-mallinnus ei aina takaa käytännön toimivuutta, esim. jousien toiminta täytyi testata käytännössä. Siksi oli rakennettava prototyyppi eli testimalli. Testimalli päädyttiin rakentamaan kahden siirrettävän päädyn väliin, koska kelmollista soralavaa ei löytynyt tähän käyttöön.

3.4.1 Prototyypin telineen rakennus

Testausrakenteesta (kuva 18) tehtiin liikuteltava, koska tuotantotiloissa ei löytynyt paikkaa kiinteän telineen sijoittamiselle. Telineen rungossa hyödynnettiin käytöstä poistuneita A-tukia ja muita tuotannon ylijäämärautoja. Rakenteet koottiin itse hitsaamalla tilaajayrityksen työkaluilla.



KUVA 18. Päätytelineet valmistumassa

Prototyypipeiton leveydeksi valittiin 2450 mm perustuen tulevaisuudessa modularisoitavaan rakenteeseen. Peiton tuli olla lavan sisämittaa leveämpi, mutta sopia myös päätykiinnikkeiden sisään (kuva 19). Myöskään käyttöakseli, jonka päissä vaijerirullat ovat kiinni, ei saanut ylittää tieliikenteessä sallittua maksimileveyttä 2550 mm.



KUVA 19. Modulaarirakenteen peiton maksimi leveys

Päätytelineet asennettiin lavan hitsausjigiin (kuva 20) puristimilla sekä hitsaamalla, jotta testausrakenteesta saatiin mahdollisimman jäykkä. Tällöin vaijerit saatiin kirittyä riittävän tiukalle ja näin mallinnettua todellista lavarakennetta tarkemmin.



KUVA 20. Prototyypirakenteen kokoonpano

Kuormapeiton käyttövoima välitetään käyttöakselille ajosuuntaan nähden lavan vasemmasta etureunasta. Tarkemmat tiedot prototyypin rakenteesta ja kuvat 21 ja 22, ovat tarkoitettu vain tilaajan käyttöön.

KUVA 21. Käyttöakselin vasen pää

KUVA 22. Käyttöakselin oikea pää

Pressu kiinnitetään alumiinilistalla ja vetoniiteillä peittorullan akselille. Näin pressu saadaan kiinni laajalta alueelta. Tarkemmat tiedot kiinnityksestä ja kuva 23, ovat tarkoitettu vain tilaajan käyttöön.

KUVA 23. Pressun niittikiinnitys

Testausversion kaariputki kiinnitettiin vaijeriin kuvan 24. mukaisesti. Kiinnikkeenä käytettiin monikaaripeiton pääkaaren kiinnikettä, jotta kaari pysyisi mahdollisimman pystysuorassa, kun siihen tässä versiossa kohdistuu sekä kuormapeiton veto- että vastustusvoimat.



KUVA 24. Kaaren kiinnitys vaijeriin

Yksikaaripeiton tarkempi rakenne kuvaus ja kuvat 25 sekä 26 on tarkoitettu vain tilaajan käyttöön.

KUVA 25. Kuvan tarkempi kuvaus on tarkoitettu vain tilaajan käyttöön.

KUVA 26. Kuvan tarkempi kuvaus on tarkoitettu vain tilaajan käyttöön.

Testimallin käyttövoimana oli lihasvoima. Käsiveivi kiinnitettiin suoraan käyttöakseliin (kuva 27) ja näin saatiin rakennettua yksinkertainen ja helppo rakenne. Tällöin ei myöskään testeissä tarvinnut huomioida mahdollisia voimansiirron vastusvoimia, joita esim. ketjuratasvälityksessä syntyy.



KUVA 27. Proton käsiveivi

Protoversiossa näki käytännössä hyvin, kuinka vähän tilaa vievä tämä ratkaisu todellakin on (kuva 28). Tavallinen monikaaripeitto vie tilaa lavan etureunasta noin 40 cm, kun yksikaarinen toteutus vain noin 15 cm. Tämä rakenne ei myöskään kerää pölyä ja kuormauksessa pressun päälle putoavat kivet eivät jää pressun väliin niin kuin monikaaripeitossa on mahdollista.



KUVA 28. Yksikaaripeitto auki

3.5 Modularisoitu rakenne

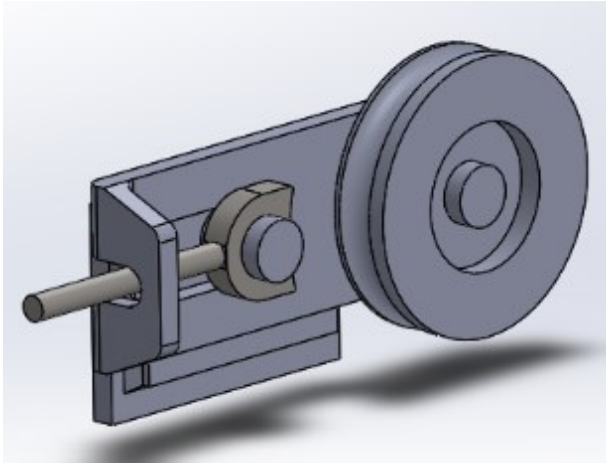
Työssä tutkittiin myös alustavasti, voisiko yksikaaripeittorakenteen modularisoida (kuvat 29A ja 29B) eli tehdä siitä kokonaisuus, jonka voisi jälkiasentaa Kome Oy:n nykyisiin tuotteisiin. Mallin muokkaaminen modulaariseksi 3D-mallinnuksella oli kohtuullisen helppoa, kun sitä oli pohdittu jo suunnittelun alkuvaiheessa. Rakenteen moduloitiratkaisuja oli joko hitsattava tai koottava kiinnitys. Hitsattavassa kiinnityksessä yksikaaripeittorullan etuosan kokonaisrakenne kiinnitettäisiin hitsaamalla etusermiin. Koottavassa ratkaisussa (kuva 30) lavan etuosan kokonaisrakenne kiinnitetyisi sermin kiinnikeputken ja lavan vastakappaleen väliin tulevalla holkilla. Takaosan vaijeripyörät (kuva 31) kiinnitettäisiin hitsaamalla, ja ne olisivat pysyvät rakenteet, vaikka etuosarakenne ja vaijerit poistettaisiin.

Yksikaaripeiton tarkemmat rakennekuvat on tarkoitettu vain tilaajan käyttöön.

KUVA 29A. Koottava modulaarirakenne lavan edestä katsottuna

KUVA 29B. Koottava modulaarirakenne koristesuojalla

KUVA 30. Koottava modulaarirakenne kiinnitys

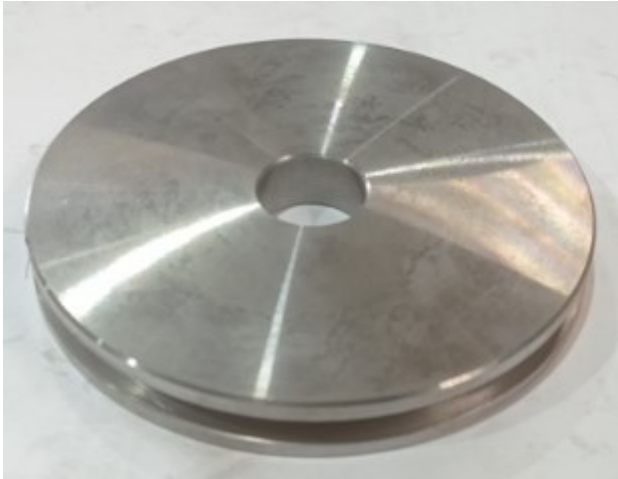


KUVA 31. Vajerin takakiristin

3.6 Kokoonpanonosat

Yksikaaripeittoon käytettiin pääsääntöisesti monikaaripeiton osia. Jätemaapeitosta otettiin mallia vähän tilaa vievään kiinnitykseen päätysermin yhteyteen sekä peiton mittoihin. Lisäksi käytettiin uusia vain tähän projektiin suunniteltuja osia, kuten peittorullan joustia.

Vaijeripyöräksi valikoitui monikaaripeitossa käytetty akselin pyörä (kuva 32). Tarkemmat tiedot pyörän mitasta on tarkoitettu vain tilaajan käyttöön.



KUVA 32. Vaijeripyörä

Ketjuratas on käsikäyttöiseen malliin sopiva ja myöskin monikaaripeiton osia (kuva 33).



KUVA 33. Ketjuratas

Aluslevyjä käytettiin sopivien etäisyyksien rakentamiseen vaijeripyörän, ketjurattaan ja kannatinlaakerin väliin. Tuotantomallissa levyt voi korvata putken pätkillä tms. (kuva 34).



KUVA 34. Aluslevy

Kannatinlaakeriksi valikoitui soikea laakeriyksikkö monikaaripeitosta (kuva 35).



KUVA 35. Kannatinlaakeri

Laakeriyksikön kiinnityslevy oli monikaaripeitosta muokattuna, niin että laakeriyksikkö sopi asennettavaksi sisäänpäin. Kannatinlevystä leikattiin pois kuvassa 36 punaisella viivoituksella näkyvä pala. Tällä muutoksella ja asennustyyliä saatiin peiton kokonaisleveyttä pienennettyä ratkaisulla 50 mm, niin että kokonaisleveys jäi alle 2550 mm.



KUVA 36. Kannatinlaakerin kiinnityslevy

Käyttöakseliksi valittiin normaalia jäykempi akseli (kuva 37). Akselille kohdistuu kuitenkin enemmän kuormitusta lisääntyneen painon sekä jousen aiheuttaman voiman vaikutuksesta. Ohuemalla akselilla saavutettava painon säästö vähentäisi rasituskestävyyttä ajan myötä sekä saattaisi aiheuttaa muodon muutoksia.



KUVA 37. Käyttöakseli

Vaijerin kiristin on perusmallisesta monikaaripeitosta (kuva 38).



KUVA 38. Vaijerin kiristin

Jousen tarkemmat tiedot ja kuva 39 on tarkoitettu vain tilaajan käyttöön.

KUVA 39. Kuvan tarkempi kuvaus on tarkoitettu vain tilaajan käyttöön.

Pressu kiinnitetään peittorullan akseliputken ja alumiinilistan väliin vetoniiteillä. Tällöin saadaan aikaan lujempi ja laajempi kiinnityspinta-ala verrattaessa pelkillä niiteillä kiinnitettävään pressuun (kuva 40). Tarkemmat tiedot ja kuvat 40 sekä 41 on tarkoitettu vain tilaajan käyttöön.

KUVA 40. Peittorullan akseliputki

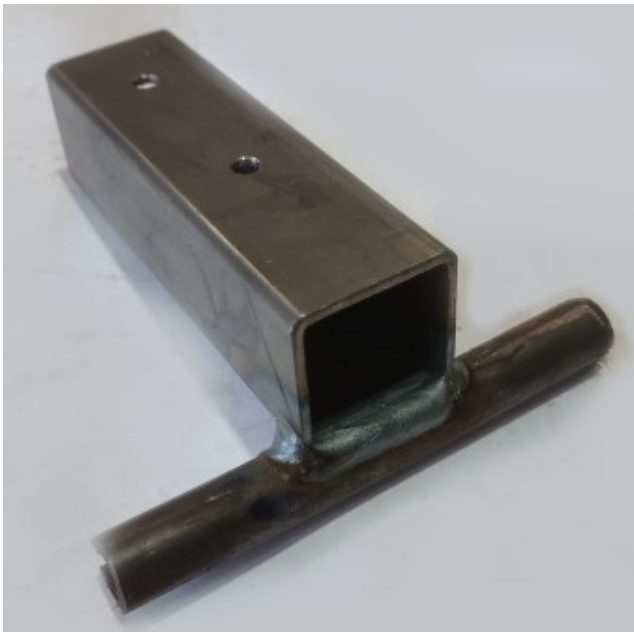
KUVA 41. Urakuulalaakeri

Yksikaaripeiton kaareksi valittiin perusmonikaaripeiton kaari ja etummaisena kaaren vaijerikiinnikkeet (kuva 42).



KUVA 42. Pressun kaari

Pressun kaari kiinnitetään monikaaripeiton ensimmäisen kaaren vaijerikiinnikkeellä vaijeriin (kuva 43). Kiinnike eroaa muista kaarien kiinnikkeistä pidemmällä vaijeriputkella.



KUVA 43. Kaariputken vaijerikiinnike

Kokoonpanoon tarvittiin erilaisia pientarvikkeita kuten pultteja, muttereita ja vetoniittejä (kuva 46).



KUVA 46. Pientarvikkeet

3.7 Kustannukset

Alusta alkaen tavoitteena oli toteuttaa yksikaaripeitto niin, että sen kustannukset olisivat kilpailukykyiset monikaaripeittoon verrattuna.

Vaikka tarkkoja lukuja ei markkinateknisistä syistä voida julkaista, niin voidaan todeta pois jääneiden osien olleen kalliimpia kuin lisättyjen osien. Monikaaripeitossa kustannuksia lisäävät useammat kaaret kiinnikkeineen ja peittoon tehtävät kaaritaskut. Yksikaaripeitossa on uusia osia kuten jousi, peitorullan putki ja laakerit, mutta näiden kustannukset jäivät edullisemmaksi kuin pois jääneet osat.

Prototyypin hintaa ei voida verrata suoraan tuotantoon tulevaan, sillä tilausmäärät laskevat osien hintoja. Tarkemmat tiedot kustannuksista on tarkoitettu vain tilaajan käyttöön.

4 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tavoitteena oli tehdä toimiva ja rakenteeltaan yksinkertainen yksikaaripeitto, joka veisi tilaa mahdollisimman vähän ja olisi kustannuksiltaan kilpailukykyinen verrattuna monikaaripeittomalliin. Näissä tavoitteissa onnistuttiin sekä 3D-mallin että prototyypin muodossa.

Suunnittelun perustana oli Komen olemassa olevien mallien hyödyntäminen yksikaaripeiton rakentamisessa. Jätemaapeiton osista käytettiin pressua, kannatinlaakeria ja sen kiinnityslevyä. Yksikaaripeitto muistutti eniten monikaaripeittoa ja siksipä enemmistö hyödynnettävistä osista olikin sen rakenteesta. Monikaaripeiton osista käytettiin kaariputkea, etummaista kaaren vaijerikiinnikettä, vaijeripyöriä, vaijerin kiristimiä, vaijeria ja käyttövoiman siirtävää hammasratasta. Osien yhdisteleminen onnistui ongelmitta, paitsi kannatinlaakerin kiinnityslevyn akselin aukkoa piti suurentaa. Aukon suurennusta tarvittiin, koska kannatinlaakeri täytyi sijoittaa tässä rakenteessa toisinpäin kuin alkuperäisessä rakenteessa, jotta leveys ei kasvanut maksimimitan yli.

Prototyyppi rakennettiin siirrettäväksi kahden käytöstä poistetun A-tuen väliin, niin että tukien etäisyyttä pystyttiin muuttamaan. Sen avulla pystyttiin löytämään toimiva rakenneratkaisu ja sopiva jousen vahvuus. Prototyypin avulla pystyttiin testaamaan peiton toimivuus käytännössä ja saatiin luotettava tulos yksikaaripeittomallin toimivuudesta. Prototyypimalli mallinsi oikeaa käytössä olevaa lavaa, mutta myöhemmässä vaiheessa testaus oikealla lavalla mahdollistaisi mahdollisen viimeistelyn todelliseen käyttöön.

Modularisoiturakenne 3D-mallinnettiin Solid works -ohjelmalla. Se todettiin teoriatasolla toimivaksi, mutta käytännön mallia siitä ei rakennettu. Ainoana osamuutoksena suunniteltuun prototyypin rakenteeseen tuli kannatinlaakerin levyn vahvistaminen yläreunan kanttauksella ja sen kiinnitys holkkiputkeen. Holkkiputki kiinnitetään modulaarirakenteessa etusermiin ja näin peittorakenne on mahdollista kiinnittää jälkiasenteisesti etusermillä varustettuihin Kome-lavoihin. Tuloksena saatiin onnistuneet mallinnukset, josta tilaajayrityksen on mahdollista jatkaa käytännön toteutukseen. Modularisoiturakenne tuo yksikaaripeittomallin käyttöön merkittävän lisäarvon.

Tarkemmat tiedot valitusta jousesta on tarkoitettu vain tilaajan käyttöön.

Yksikaaripeittorakenteella saatiin vähän tilaa vievä, tavallista kaaripeittoa kevyempi sekä innovatiivinen suojapeittoratkaisu, jossa yhdistettiin jätemaa- ja monikaaripeiton parhaita ominaisuuksia. Maa-ainekuormakorien hyötytilavuudet kasvavat jatkuvasti ajoneuvon äärimittojen puitteissa. Tästä syystä jokainen lisätty sentti lavan kuormatilaan kasvattamatta ajoneuvon kokoa on edistysaskel. Monikaaripeitto lisää asennustavasta riippuen kuormakorin hyödytöntä mitta kymmeniä senttejä. Yksikaaripeitolla pystytään rakentamaan suuremmalla hyötytilavuudella oleva lavarakaisu samoihin mittoihin. Kuormatilan kasvava tilavuus on jopa yli kuution. Kuormatilan kasvattaminen eteenpäin lisää hyötykuorman tilavuutta. Lisäksi se helpottaa akselimassojen ja lavan painopisteen sijoittamista optimiin kohtaan.

5 POHDINTA

KOME Oy on tunnettu ennakkoluulottomista ja monipuolisista rakenneratkaisuista pohjolan oloihin sopivissa logistisissa ratkaisuissaan. Tämän opinnäytetyön kaaripeitto on hyvä esimerkki yrityksen halusta kehittää uusia ratkaisuja ja erottua joukosta edukseen.

Yksikaaripeitto kuulostaa alussa helposti ratkaistavalta ongelmalta, vaikkei se sitä olekaan. Sopivan jousen löytäminen osoittautui ennakoitua haastavammaksi. Erityyppisiä jousia kokeiltiin, mutta vain yhdentyypinen jousi osoittautui rakenteeltaan toimivaksi ratkaisuksi. Sopivan jousivoiman löytäminen vaati useita testauksia, joiden jälkeen sopiva kuitenkin löytyi. Kun käytännön työssä hankitun kokemuksen tuo suunnittelupöydälle ja yhdistää insinööriopinnoissa opittuun teoriaan vain resurssit ovat innovatiivisten ratkaisujen hidasteena. Vaikka välillä opintojen venyessä tuntui, että hukkaa aikaa, käytännön osaamisen arvo on työelämässä mittaamaton.

Yksikaaripeitossa saatiin yhdistymään asiakkaiden toive huomaamattomasta ja tyylikkäästä ulkoasusta sekä mahdollisimman vähäinen lisätilan tarve kuormatilan mittoihin. Tuote on myös moduralisoitu niin, että sen voi jälkiasentaa hyvin vähäisellä muutostyöllä KOME Oy:n nykyisiin sorala-
vatuotteisiin.

Jousen testaukseen olisi heti alussa kannattanut rakentaa erillinen testiteline, jossa olisi ollut mahdollista testata jousivoimia esim. vetovaa`an avulla. Näin olisi voitu ottaa seuraava jousi huomattavasti vahvempana, eikä olisi tarvinnut edetä niin hitaasti.

Kehitettyä peittoratkaisua ei ole vielä testattu käytännön olosuhteissa, joten voidaan vain arvioida miten esim. kastunut hiekkapöly tai jäänyt kondenssivesi vaikuttavat peittoratkaisun toimintaan. Käytännön testaamisen voisi järjestää siten, että asentaisi yksikaaripeiton jonkin paikallisen sora-autoilijan lavoihin. Näin saataisiin myös käyttäjän näkemys aiheesta. Normaaliin sorakasettiyhdistelmän työpäivään kuuluu noin 5-10 kuormaa. Tällöin peiton käyttökertoja tulisi viikossa 20-50. Jousen käyttöikä ei varsinaisesti otettu huomioon jousen valinnassa, sillä käyttökerrat vaihtelivat erinähteistä riippuen 5000-30 000 kerran välillä. Jo 5000 käyttökerran aika olisi käytännössä 500 päivää. Vuodessa voisi arvioida olevan 250 työpäivää, joten jousi kestäisi jokapäiväistä 10 toiston

käyttöä 2 vuotta. Käytännössä läheskään jokaista kuormaa ei peitetä, joten laskennassa voisi käyttää lukua: 1/20 kuormasta peitetään. Tästä saadaan teoreettinen kestoikä niin sanotusti ikuiseksi, siinä ei oteta huomioon muuttuvia tekijöitä kuten ympäristön vaikutuksia.

Kaaripeiton pressumateriaalia voisi myös ohentaa, jotta se rullautuisi paremmin ja kevenisi. Pressulta ei kuitenkaan vaadita kuorman sidonta- tai varmistamisominaisuuksia, vaan pääsääntöisesti ajoviiman aiheuttaman kuorman pölyn estämistä. Myös peiton kaaren neliöprofiilin muuttamista esim. L-profiiliksi voisi testata. L-profiili lujuus riittänee pressun aiheuttaman väännön ja vedon voittamiseen.

Peittorullan putken halkaisijan kasvattamista mietittiin pariinkin otteeseen työn aikana, mutta sitä ei lisätty johtuen jouseen kohdistuvan vääntömomentin kasvusta. Todennäköisesti halkaisijaltaan suuremmaksi vaihdettu putki olisi vaatinut vieläkin vahvemman jousen. Lisätila toisi jouselle enemmän pelivaraa mahdollisten epäpuhtauksien ja kondenssiveden suhteen.

Protosta olisi saatu todenmukaisempi rakentamalla se lava-aihioon suoraan, mutta tämä ei ollut mahdollista käytössä olleilla resursseilla. Kuitenkin siirrettäviin telineisiin rakennetusta mallista pystyttiin huomaamaan kehityskohteet ja lopulta rakentamaan toimiva kokonaisuus. Tuotteen kehitystä jatketaan yrityksen toimesta käytännön testein.

LÄHTEET

1. KOME Oy 2022 Yrityksen historia. Hakupäivä 25.12.2022. <https://kome.fi/yritys/> .
2. Koneviesti 2019 Kome Smart Rock -lavan kuva. Hakupäivä 5.5.2023
<https://www.koneviesti.fi/yritykset-ja-tapahtumat/01d0ad48-34e7-508f-8044-dcba60d134df> .
3. Motonet 2023 Vaijeri 8mm kuva. Hakupäivä 17.4.2023
<https://www.motonet.fi/fi/tuote/882508/Vetovaijeri-80-mm-1-m> .
4. Solid Works 3D CAD 2021 3D-mallinnusohjelman kotisivut. Hakupäivä 16.4.2023
<https://www.solidworks.com/product/solidworks-3d-cad> .
5. Tieliikennelaki 10.8.2018/729 109§ Kuormanvarmistaminen. Hakupäivä 21.12.2022.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2018/20180729> .
6. Valtioneuvoston asetus 230/2002 25§ Muut päämitat. Hakupäivä 6.4.2023.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2002/20020230> .
7. Vertex system 2023 3D-mallinnusohjelman kotisivut. Hakupäivä 16.4.2023
<https://vertex.fi/yritys/> .