

Toni Ritonen

Kuorman varmistaminen maantieliiken- teessä

Opinnäytetyö
Logistiikka

2020



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Toni Ritonen	Insinööri (AMK)	Joulukuu 2020
Opinnäytetyön nimi		44 sivua
Kuorman varmistaminen maantieliikenteessä		
Toimeksiantaja		
UPM Plywood Oy, Juha Vallittu		
Ohjaaja		
Lehtori Raimo Päivärinta		
Tiivistelmä		
<p>Tämä opinnäytetyö tehtiin toimeksiannosta UPM Plywood Oy:lle. Yritys valmistaa vaneria rakennus-, ajoneuvo- laivanrakennus- ja muille teollisuuden aloille, sekä viilua parketin valmistukseen. Opinnäytetyössäni tavoite oli kehittää vanerin maantiekuljetusten kuormanvarmistamisen yleistä ohjeistusta täyttämään nykyisiä vaatimuksia. Tähän sidonnaisena tutkimuksen kohteena oli nykyiset vaneripakkaukset. Näiden kestävyyttä ja käyttäytymistä kuorman varmistamisen vaatimusten näkökulmasta oli tarve tutkia standardin mukaisella koella.</p> <p>Opinnäytetyön tutkimusmenetelmänä käytettiin kvalitatiivista, eli laadullista tutkimusta sekä prosessuaalista eli toiminta tutkimusta. Teoria osuus sisältää kuorman varmistamisen lainsäädäntöä, kuljetusvälineiden määritelmiä, varmistamisen välineitä ja menetelmiä, sekä kuljetettavan pakkauksen. Lähdemateriaalina käytettiin alan julkaisuja ja kirjallisuutta. Työn empiirisessä osassa aineisto kerättiin havainnoimalla kallistustestin aikana, sekä kuvallisesta materiaalista jälkikäteen.</p> <p>Pakkausten testausmenetelmäksi valittiin SFS-EN 12195-1 standardin täyttävä kallistus-testi. Tällä tutkittiin erilaisten vanerin kuljetuspakkausten kestävyyttä ja käyttäytymistä. Suoritetun testin perusteella pakkaukset kestävät rikkoutumatta ja säilyttävät muotonsa määrätyissä rajoissa. Kehityskohteina nähdään aluspuiden liikkeen estäminen, sekä pakkausten jäykkyyden parantaminen kitkamateriaaleilla ja lisäämällä pakkausmateriaalia.</p> <p>Työn tuloksena voitiin määritellä ne keskeiset seikat, joita vanerin maantiekuljetusten varmistamisessa on lainsäädännön ja pakkauksen ominaisuuksien perusteella huomioitava. Kansallinen lainsäädäntö, sen kehitys ja tulkinta tekee ohjeistuksen muodostamisesta haastavaa. Koostettu julkinen ohjeistus sisältää ne vaatimukset, jotka täyttävät lain määräykset. Se ei ota kantaa käytettäviin sidonta- ja varmistustapoihin. Aihe kokonaisuutena vaatii koulutuksen kehittämistä kuormauksen ja kuorman varmistamisen parissa toimiville henkilöille.</p>		
Asiasanat		
maantiekuljetus, kuormaturvallisuus, kuorman varmistaminen, pakkaus, vaneri		

Author (authors)	Degree	Time
Toni Ritonen	Bachelor of Engineering	December 2020
Thesis title Cargo securing in road transportation		44 pages
Commissioned by UPM Plywood Oy, Juha Vallittu		
Supervisor Raimo Päivärinta		
<p>Abstract</p> <p>This thesis was made for an assignment by UPM Plywood Oy. The company manufactures plywood for construction, automotive-, shipbuilding and other industry as well as veneer for parquet manufacturing. The objective in my thesis was to improve the general instructions of the cargo securing of the road transports. Current plywood packings were also bound to this study. The need was to research the durability and behavior from the point of cargo securing with a standardized testing method.</p> <p>The theory includes legislation of the cargo securing, definitions of transport modes, cargo securing equipment and methods as well as the transport package. The source material was collected from area of work literature and publications. In the experiential part the material was gathered by observing the inclination test and by studying the filmed transcription afterwards.</p> <p>Research methods used for this thesis were qualitative research and process analysis. An inclination test compatible standard SFS-EN 12195-1 was chosen as a method for testing the packages. This was used to test the durability and behavior of the different transport packages for the plywood. Based on the results of the conducted test the packages will withstand and hold their form in the defined limits. The improvement objects that were noted are to stop the woodblocks from moving and the rigidity of the package by adding friction elements and packing material.</p> <p>The essential matters could be determined to be taken care of in the cargo securing in plywood road transport's and in the quality of packages. The national legislation, progress and interpretation of it make it challenging to compose the instructions. The composed public instructions consist of the requirements that fulfil the legislation regulations. It will not specify the exact methods to securing the cargo. The subject in the big picture needs a development of training for the personnel working with loading and cargo securing.</p>		
<p>Keywords</p> <p>road transport, transport safety, cargo securing, packing, plywood</p>		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	TUTKIMUS	6
2.1	Aiheen valinta ja rajaus	6
2.2	Tutkimuksen tarkoitus, tavoite ja tutkimusongelmat	7
2.3	Tutkimusmenetelmät ja teoreettinen viitekehys	8
2.4	Tutkimuksen toteutus	8
3	TUTKIMUSMENETELMÄT	9
3.1	Kvalitatiivinen tutkimus	9
3.2	Prosessuaalinen tutkimus	9
4	KUORMANVARMISTAMINEN MAANTIETELIIKENTEESSÄ	10
4.1	Standardit ja ohjeistukset	10
4.2	Kansallinen lainsäädäntö	11
4.3	Kuormauksen perusteita	12
5	PAKKAUS	14
5.1	Pakkauksen tehtävä	14
5.2	Materiaalit	16
5.3	Pakkaaminen	17
5.4	Suunnittelu ja testaus	18
6	KUORMAKORI	19
6.1	Kuormakoreja koskevat määräykset	19
6.2	Puoliperävaunu	22
6.3	Kontti	23
7	KUORMANVARMISTAMISEN VÄLINEET	24
7.1	Sidontavyö	24
7.2	Kettinki	26
7.3	Kuormapeite tai -verkko	26
7.4	Kitkapinnat	27

7.5	Välineet kuorman tukemiseen.....	28
8	KUORMANVARMISTAMINEN.....	28
8.1	Suorasidonta.....	29
8.2	Kuorman yli sidonta	30
8.3	Tuenta	31
9	TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN.....	32
9.1	Tutkimuksen suunnittelu	32
9.2	Tutkimuksen toteutus.....	34
10	TUTKIMUSTULOKSET	35
10.1	Kallistustestin tulokset	36
10.2	Kallistustestin tulosten analysointi	37
11	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	38
	LÄHTEET.....	42
	KUVALUETTELO	44

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia säädöksiä ja vaatimuksia kuormanvarmistamiselle maantieliikenteessä. SKAL:in toimialakatsauksen mukaan Suomen tavaraliikenteestä 86% kulkee maantiellä (SKAL toimialakatsaus 2019). Tiukasti kilpaillulla alalla kuljettajilta vaaditaan yhä enemmän. Hinta on suurin määrittävä tekijä asiakkaalle. Aikataulut ovat tiukkoja, välimatkat pitkiä ja tällöin joudutaan herkästi tinkimään jostain.

Kuormanvarmistaminen on yhä asia, johon suhtaudutaan osittain jopa välinpitämättömästi. Sitomattoman kuorman kuljettaja ottaa tietoisien riskien, joka saattaa huonona päivänä realisoitua katastrofaalisesti. Syitä voidaan hakea asenteista, kiireestä, tietämättömyydestä ja osaamisen puutteesta. Vastuu kuorman sitomisesta on viime kädessä kuljettajalla. Kysymys sisältää kuitenkin eettisiä ongelmia ja tulkinnallisuutta.

Toimeksiantaja opinnäytetyölleni oli UPM Plywood Oy:lle, joka on osa UPM-Kymmene Oyj yhtiötä. UPM Plywood:in vaneriliiketoiminta on yksi yhtiön kuudesta liiketoiminta-alueesta. Sen toimialana on koivu- ja havuvanerien ja viilun valmistus. Näitä vanereita käytetään rakentamisessa, kuljetusvälineiden lattioissa, nesteytetyn kaasun kuljetukseen tarkoitetuissa laivoissa. Tehtaita UPM Plywood:illa on kolmessa maassa yhteensä kahdeksan näiden työllistäessä 2400 henkeä. Noin 90 prosenttia vanerin viennistä menee Eurooppaa. (Varis, 2017, 146). Vaneria kuljetetaan kotimaassa rautateillä ja maantiekuljetuksina satamiin, varastoihin ja kotimaisille myymäläketjuille. Päämarkkina-alueelle Eurooppaan kuljetukset kulkevat trailereilla niin Baltian kautta maanteillä, kuin lautoilla suuriin satamiin ja intermodaalisella kuljetuksella Etelä-Eurooppaan. Merikuljetuksissa valtameren yli vaneri kulkee konteissa.

2 TUTKIMUS

2.1 Aiheen valinta ja rajaus

Työni aihe tuli yrityksen UPM Plywood:in logistiikan osastolta. Opinnäytetyötä etsittäessä toimeksiantaja kertoi, että nykyinen ohjeistus kuormanvarmistamisesta vanerin maantiekuljetuksissa vaatii päivitystä. Muiden kuljetusmuotojen

osalta kirjallinen ohjeistus on tarvittaessa haettavissa yhteisestä tietokannasta.

Työskentelen itse tehdasyksikön lähettämössä, jossa vastaan lähtevien toimitusten lähetyksestä. Työn keskeisenä osana on varmistaa lähtevien toimitusten sisältö, niiden kuormaus sekä turvallisuus. Toimintaohjeet ovat paljolti ajan ja ihmisten muovaamia ja mahdollisesti osin puutteellisia.

Aloituskeskustelussa aihetta rajattiin käsittämään kuorman varmistamista maantiekuljetuksissa. Lähtökohtana on tutkimuksen ja siitä kerätyn aineiston pohjalta päivittää ohjeistus mitä kuormauksessa ja sen varmistamisessa on vähintään huomioitava. Tätä oli lisäksi tarkoitus tukea käytännön tutkimuksella, jossa kuljetuspakkaukselle suunnitellaan ja tehdään perustestaus sen soveltuvuuden varmistamiseksi.

2.2 Tutkimuksen tarkoitus, tavoite ja tutkimusongelmat

Tutkimuksen tarkoituksena oli kartoittaa niitä määräyksiä, säädöksiä ja muita vaikuttavia tekijöitä, jotka tulee huomioida vanerin kuormauksessa ja kuorman varmistamisessa. Tutkimuksesta saadun aineiston avulla oli tarkoitus koostaa toimeksiantajalle yleisohjeistus kuormanvarmistamisesta. Ohjeistukseen perehtymällä tulisi ymmärtää perustekijät, jotka maantiellä kuljetettaessa olosuhteina ja tekijöinä vaikuttavat kuormaan. Ohjeistuksella voidaan myös tuoda esille kuljetus- ja huolintayrityksille mihin seikkoihin toimituksen kuljettaja sitoutuu kuormauksen osalta ottaessaan tavarankuljetettavakseen.

Opinnäytetyön pääkysymykseksi muodostui:

- Millaisia asioita on huomioitava vanerin kuormauksessa ja kuorman varmistamisessa?

Toimeksiantajan tarve oli myös määrittää testitapahtuma, jota voidaan tulevaisuudessa toistaa tarvittaessa pakkausten testaamiseen. Pääkysymyksestä johdettiin kaksi jatkokysymystä tarkisteltavaksi omaksi kokonaisuudeksi:

- Millaisella testillä pakkauksen kestävyyttä voidaan tutkia?
- Kuinka vaneripakkaus kestää standardin SFS EN 12195-1:2010 määrittelemät kiihtyvyysoimat?

Selvittämällä ensin tutkimuksella vastaukset jatkokysymyksiin voidaan vastata itse työn pääkysymykseen. Jotta kuorma voidaan sitoa oikein, tulee pakkauksen ensinnäkin olla siihen soveltuva.

2.3 Tutkimusmenetelmät ja teoreettinen viitekehys

Tutkimuksessa tullaan käyttämään kvalitatiivista eli laadullista tutkimusmenetelmää sekä prosessuaalista eli toiminnallista tutkimusmenetelmää. Työssä laadullisen tutkimuksen kohteena on vanerin pakkaus. Laadullisessa tutkimuksessa käytetään osallistuvaa havainnointia menetelmänä. Laadullisen tutkimuksen tulokset huomioidaan lisänä työn toiminta tutkimuksena tehtävässä osassa ohjeistuksen päivityksessä.

Opinnäytetyöni aluksi tutustutaan aiheen teoriaan. Tuomi & Sarajärvi (2018, 18.) toteavat laadullisessa tutkimuksessa teorian merkityksen olevan selviö ja sen tarpeen välttämättömäksi tämän vuoksi. Työni teoreettinen viitekehys rajataan käsittämään, kuorman varmistamisen lainsäädäntöä ja käytäntöjä, vaneriteollisuuden maantiekuljetuksissa käytettävää kalustoa, vanerin kuljetuspakkausta ja sen varmistamista kuljetusvälineeseen.

Lähdemateriaali teoriaosuudessa koostuu alan kirjallisuudesta, asiantuntijoiden kokoamista julkaisuista ja internet-lähteistä. Lisäksi oman työuran aikana kerätty kenttäkokemus lastaajana ja lähettäjänä antaa jonkinlaista näkemystä asiaan.

2.4 Tutkimuksen toteutus

Tutkimuksen empiirinen osa koostuu kahdesta osasta. Ensimmäisessä osassa suoritetaan testi vanerin erityyppisille pakkauksille. Kokeilla pyritään selvittämään, onko pakkaus sellainen, että se täyttää sille asetettuja vaatimuksia ja se voidaan kuormata, sekä varmistaa turvallisesti.

Tutkimuksen toisessa osassa koostetaan toimeksiantajalle ohjeistus yrityksen sisäiseen ja ulkoiseen jakeluun kuormauksesta ja kuorman varmistamisesta maantiekuljetusten osalta. Apuna tähän käytetään empiirisestä tutkimuksesta saatuja tuloksia ja lainsäädännön asettamia määräyksiä.

3 TUTKIMUSMENETELMÄT

3.1 Kvalitatiivinen tutkimus

Kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimusmenetelmä on soveltuva, kun halutaan tutkia asian tai ilmiön ominaisuuksia, laatua ja merkityksiä useasta näkökulmasta. Kysely, haastattelu, havainnointi tai aiheesta olevan dokumentaation tutkiminen ovat yleisimpiä laadullisen tutkimuksen aineistonkeruumenetelmiä. Tutkittavan ongelman ja tutkimukseen käytettävien voimavarojen mukaan voidaan menetelmiä käyttää yhdistellen tai rinnan toistensa kanssa. (Vilkkä 2006, 38; Tuomi & Sarajärvi 2018, 71.)

Havainnointi

Havainnointi on jaettu neljään eri havainnoin muotoon, jotka ovat tarkkaileva havainnointi, osallistuva havainnointi, aktivoiva osallistuva havainnointi, kokeamalla oppiminen ja piilohavainnointi.

Havainnointia tehdään tarkkaan ennalta strukturoidun suunnitelman mukaan tai vapaasti tutkittavan kohteen ehdoilla. Teknisten ja fysikaalisten ilmiöiden tutkintaan soveltuu hyvin ennalta tarkkaan suunniteltu jäsenneily havainnointi. Ennen tutkimuskohteen taustatietojen keruuta ja havaintoja on tehtävä ongelmanasettelu jäsenneilyn havainnoinnin suorittamiseksi.

Pääsääntöisesti havainnointitavat on jaoteltu sen mukaan, missä suhteessa tutkija toimii, ja on osallisena tutkittavansa toiminnassa. Kohdistetussa havainnoinnissa tutkijalla on tutkimuskohteen suhteen jokin tietty mielenkiinto sen ominaisuuteen, toimintaan tai tapahtumaan. Teoreettinen viitekehys voi myös suunnata havainnointia johonkin tiettyyn suuntaan. (Vilkkä 2006, 38–43.)

3.2 Prosessuaalinen tutkimus

Prosessuaalista eli toiminnallista tutkimusmenetelmää voidaan käyttää, kun opinnäytetyön tavoitteena on jokin tuotos. Se voi olla esimerkiksi kirjallinen dokumentti, kansio, opas tai internet-sivu, joka sisältää kohderyhmälle ohjeistuksen, suunnitelman tai kehitysohjelman. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 9, 40.)

Tärkeää on määrittää kohderyhmä, jota työ koskee. Kohderyhmä määrittelee sen sisällön ja näkökulman mitä laaditussa tuotoksessa käsitellään. Kohderyhmän rajaamisessa käytetään ominaisuuksia yleisesti kuten ikä, koulutus, asema, henkilöstötaso tai toimeksiannon tavoitteet. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 9, 40.)

4 KUORMANVARMISTAMINEN MAANTIELIIKENTEESSÄ

4.1 Standardit ja ohjeistukset

Logistiikan ja kuljetusten nopea kehitys on asettanut tarpeen yhtenäistää säädöksiä. Maantiellä tapahtuvien tavarakuljetusten osallisuus liikenneonnettomuuksissa on kasvanut. Euroopan komissio asetti tavoitteekseen kuolemaan johtavien liikenneonnettomuuksien lukumäärän laskemisen lähelle nollaa vuoteen 2050 mennessä. Tavoitteen saavuttamisen vuoksi Euroopan parlamentti ja neuvosto asetti direktiivin 2014/47/EU, jolla annetaan määräykset unionin sisäisen rahtiliikenteen tarkastuksista, joilla voidaan todeta kuljetuksen olevan teknisesti kunnossa ja turvallinen. Kuormanvarmistaminen nähdään direktiivissä keskeisenä tekijänä tavaraliikenteen turvallistamisessa maantiellä. Direktiivin pohjalta on luotu standardeja, joissa määritellään maantiekuljetusten osalta vaatimukset kalustolle ja kuormanvarmistamiseen unionin alueella. (Step by step guide to comply with EUMOS 405093 2018, 4.)

Asiantuntijoista koottu tutkimusryhmä on Euroopan liikkumisen ja liikenteen-osaston perustamana koonnut suuntaviivoja parhaiksi toimintatavoiksi kuorman varmistamisesta tieliikenteessä. Raportin ohjeistus ei ole määräävää tekstiä lakien tavoin, vaan sen tarkoituksena on toimia yleisoppaana kaikille alalla toimiville ja tarjota yhdenmukainen ohjeistus kuorman varmistamiseen maantieliikenteessä. (Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviivat 2014, 3.)

Kansainvälisiä sopimuksia ja säädöksiä kuorman varmistamisesta ei ole. Edellä mainitun raportin ajatuksena on yhtenäistää ja selkeyttää käytäntöjä. Raportissa esitetään kahta pääasiallista sidontamenetelmää käytettäväksi noudattaen standardin SFS-EN 12195-1 ohjeita tai kansainvälisen merenkulun IMO/ILO/UNECE CTU-koodin määräyksiä koskien Itämeren merialueita. (Tavaraliikenneyrittäjä 2019, 331.)

4.2 Kansallinen lainsäädäntö

Tarkemmin kuorman varmistamisesta määrätään kansallisissa laeissa. Suomen tieliikennelaki sisältää kansalliset määräykset. Tieliikennelaki uusiutui kesäkuun 1. päivä 2020 ja kumosi vanhan asetuksen 1257/92 ajoneuvojen käytöstä tiellä. Syvällisemmin kuorman sijoittelusta, sen varmistamisesta ja välineistä annetaan säädökset liikenneministeriön päätöksessä ajoneuvojen kuormakoreista, kuormaamisesta ja kuorman kiinnittämisestä 940/1985.

Kuormaus ja kuorman varmistaminen

Tieliikennelaki sisältää määritelmiä kuorman laadusta ja kuormaamisesta:

”Ajoneuvo ja raitiovaunu on kuormattava siten, ettei kuorma voi vaarantaa henkilöä, vahingoittaa omaisuutta, laahata maata, pudota tielle, pölytä häiritsevästi tai aiheuttaa muuta siihen verrattavaa haittaa eikä synnyttää tarpeetonta melua.” (Tieliikennelaki 6 §).

Tieliikennelain yleissäädös sanoo kuormauksesta, että mitään ajoneuvon valmistajan määrittelemiä massoja ei saa ylittää ajettaessa. Tämän lisäksi kuorman on sijoitettava ajoneuvon korin tai kuormatilan ääri rajojen sisäpuolelle. (Tieliikennelaki 107 §.)

Kuorman muodosta ja sen sijoittamisesta laki antaa ohjeeksi seuraavaa:

”Kuormasta on tehtävä mahdollisimman matala yhtenäinen kokonaisuus. Kuorman painopisteen tulee olla mahdollisimman alhaalla ja lähellä ajoneuvon pituussuuntaista keskiviivaa.” (Tieliikennelaki 108 §.)

Tieliikennelaissa määrätään, että missään normaalissa ajotilanteessa kuorma ei saa siirtyä niin, että se haittaa liikenneturvallisuutta. Laki antaa tämän varmistamiseksi määräyksen käyttää keinona joko sitomista, tuentaa, lukitsemista tai peittämistä. Lain mukaan määriteltäessä varmistuksen lujuutta voidaan kitkavoima huomioida, mutta se edellyttää, että kuorma on sidottu tai tuettu niin, että pystysuora liike on estetty. (Tieliikennelaki 109 §.)

Liikenneministeriön päätöksessä ajoneuvojen kuormakoreista, kuormaamisesta ja kuorman kiinnittämisestä 940/1982 säädetään asetuksia kuormakorista, kuormankiinnityspisteistä ja kuormansidonnän välineistä sekä sitomisesta kuorman eteenpäin liikkumisen estämiseksi.

Vastuut kuormauksesta ja varmistamisesta

Tieliikennelaisissa kuorman laadusta ja sen varmistamisesta on vastuu sen kuljettajalla. Laki määrittelee kuljettajalle vastuun huolehtia, että kuormaus täyttää säädökset ja määräykset ennen matkan alkua, jos se on toteutettavissa kohtuullisilla toimenpiteillä. Lisäksi matkan aikana on myös varmistettava kuorma täyttää samat säädökset ja määräykset. Kuljetuksen suorittajalla on vastuu asianmukaisesta kalustosta ja välineistä kuorman sitomiseen. Hän vastaa siitä, että kuormaajalla on oikeat tarvittavat tiedot ajoneuvosta, johon kuormaus suoritetaan. Kuljetettavasta tavarasta on lähettäjän sekä toimeksiantajan annettava tarpeelliset ja olennaiset tiedot tavarasta, ja he vastaavat myös niiden oikeellisuudesta. (Tieliikennelaki 114 §.)

Vastuut kuorman sijoittamisesta ja sidonnasta eivät kohdistu pelkästään kuljettajalle, vaan myös muille aktiivisesti osallistuneille. *”Kuorman sijoittamisen ja kiinnittämisen ajoneuvoon, konttiin tai muuhun kuormatilaan suorittanut, samoin kuin asemansa vuoksi kuorman sijoittamisesta ja kiinnittämisestä ohjeita antanut vastaa siitä, että kuorma on oikein sijoitettu ja kiinnitetty ja muutoinkin täyttää kuljettamista koskevat vaatimukset.”* (Tieliikennelaki 114 §.)

4.3 Kuormauksen perusteita

Kuorma ei saa liikkua aiheuttaen vaaraa muille liikenteenkäyttäjille. Tämän vuoksi kuorman tulee kuljetuksen aikana olla sidottu, tuettu, lukittu tai peitetty ja sen liikkuminen kuljetustilassa on estetty. (Tavaraliikenneyrittäjä 2019, 328.)

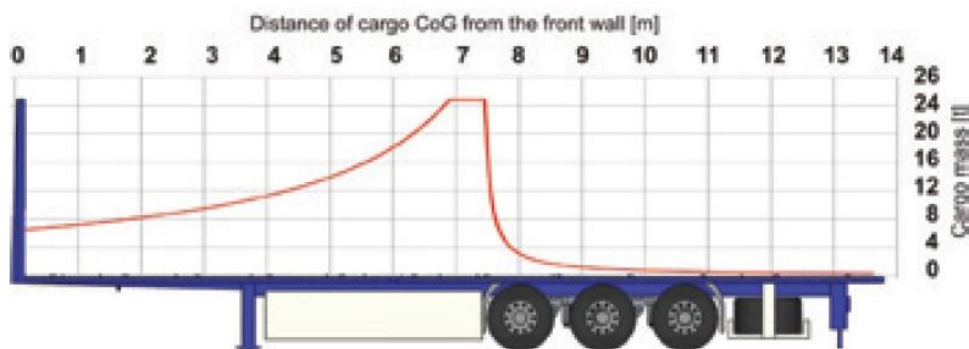
Asetuksessa ajoneuvojen käytöstä tiellä kuormanvarmistamisessa on huomioidava, että kuorma ei saa liikkua kuljetuksen aikana voimien vaikutuksen alla, jotka eteenpäin suuntautuessaan vastaavat kiihtyvyyttä 10 m/s^2 , sekä sivulle ja taaksepäin suuntautuessaan kiihtyvyyttä 5 m/s^2 . Eurooppalaisessa standardissa eteenpäin suuntautuvan liikkeen osalta määritelty kiihtyvyyttä vastaava

voima on 8 m/s^2 . (Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviivat 2014, 13).

Painojakauma

Kuorman koko on oltava sellainen, että se ei ylitä suurinta sallittua kokonaisuudessa tai ajoneuvolle määriteltyä akselipainoa. Sen on oltava mitoiltaan sallittu. Lastin painopisteen tulisi olla mahdollisimman matalalla ja jakautua akselimassoille siten, että ajoneuvon ohjautuvuus ja jarrutusteho eivät heikenny. (Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviivat 2014, 14.)

Kevyen osakuorman ollessa kyseessä on huomioitava, että kuljetusvälineellä saattaa olla kuormajakaumapiste, joka määrittelee lastin sijainnin kuormatilassa. Väärin sijoitettu kuorma voi ylikuormittaa vetävän akseliston, vaikka kokonaisuudessa ei ylitä. Kuvassa 1 tämä on esitetty maantiekuljetuksissa usein käytetyn puoliperävaunun kuvaajalla. (Raise the Curtain for Correct Load Securing 2019, 25.)



Kuva 1. Kolmiakselisen puoliperävaunun painojakauma (IRU, 2014)

Liukuminen

Kappale liukuu nopeuden muutoksesta tai kääntymisestä, kun aiheutuva massavoima on suurempi kuin liukumista estävä voima. Tämä voima muodostuu kitkasta sekä tukivoimista. Tukivoimat muodostuvat sidoksista tai käytetyistä tuennoista. Kahden vastakkaisen kappaleen pintojen välinen liikettä vastustava voima ilmoitetaan kitkakertoimella, jota merkitään yksiköllä μ . Taulukossa 1 on esitetty yleisimpien materiaaliparien kitkakertoimia, joita voidaan laskennassa käyttää.

Taulukko 1. Kitkakertoimia yleisimmillä materiaaleilla

Materiaaliparit	Kitkakerroin μ
Puu - puu	0,3
Puu - metalli	0,3
Puu - betoni	0,4
Metalli - metalli	0,3
Metalli - betoni	0,3
Sahatavara - vaneri	0,45
Sahatavara - kutistekalvo	0,3
Höylätty puu - vaneri	0,3
Kumi (liukuestematto)	0,6

Pinnoilla oleva kosteus ja lika pienentävät kitkakerrointa. Erityisesti öljyt ja rasvat on puhtaudessa otettava huomioon. Jos pinnoilla on lunta ja jäätä käytetään kertoimena aina 0,2 μ . (Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviivat 2014, 89; Kuormansidonnin käsikirja 2004, 17.)

5 PAKKAUS

Tässä osiossa tarkastellaan pakkausta tutkimuksen kohteena olevan vanerilevyjen pakkauksen näkökulmasta. Vaneria toimitetaan lukuisissa mitoissa ja erikokoisissa pakkauksissa asiakkaan vaatimusten mukaan. Pakkaus sisältää itse tuotteen pakkaustyyppin ohjeen mukaan vähintään aluspuut ja käärintämuovia tai muovivanteet sekä kulmasuojat. Lisäksi levyjen alla voi olla erikseen vanerista ja puutavarasta rakennettu kertakäyttöpohja sekä voimapaperi. Konttiin kuormattava tuote on myös vuorattu mahdollisesti vanerilla sivuiltaan suojaamaan levyjä käsittelyltä. Kombinaatioita on lukuisia, koska materiaalit vaihtelevat tuotteen, asiakkaan, kuljetusmuodon ja asiakkaan tarpeiden mukaan.

5.1 Pakkauksen tehtävä

Pakkauksen ensisijainen tehtävä on suojata sen sisältämä tuote ulkoisilta rasituksilta. Puutteellisesti pakatun lastin vahingoista ja sen aiheuttamasta hävikistä sitä kuljettava osapuoli ei ole korvausvastuussa. Se täytyy olla suunniteltu kestäväksi niitä voimia ja rasituksia, joita siihen kohdistuu kuormauksen,

kuorman varmistamisen ja kuljetuksen aikana. (Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviivat 2014, 26.)

Varastoinnin ja kuljetuksen aikana pakkaus joutuu alttiiksi mekaanisille, fyysisille ja mahdollisesti myös kemiallisille sekä biologisille rasituksille. Kuljetuksen ja varastoinnin aikana pakkausta siirretään ja käsitellään mahdollisesti useita kertoja, jolloin sen tulee kestää hankausta, äkillisiä iskuja sekä kuljetusvälineestä riippuen erilaista tärinää ja liikevoimia. Kuljetuksen aikana olosuhteet voivat vaihdella paljonkin ilmanlämpötilan sekä kosteuden osalta. (Jävi-Kääriäinen & Ollila 2007, 11.)

Pakkauksella myös viestitään tuotteesta, luodaan mielikuvia asiakkaille käyttötarkoituksesta, laadusta, edistetään brändiä ja tuotetta, sekä tähdätään asiakkaan haluun hankkia tuote uudelleen. On kyseessä kuluttajatuote tai business-to-business-tuote, niin laadukas ja siisti pakkaus luo mielikuvan sen sisältävän tuotteen sekä valmistajan laatutasosta. (Jävi-Kääriäinen & Ollila 2007, 24.)

Pakkaukset voidaan jakaa kolmeen ryhmään: primääri-, sekundääri- ja tertiäripakkauksiin. Primääripakkaus tarkoittaa osaa heti tuotteen ympärillä. Sekundääripakkaus on pienempi yksikkö, joka koostuu useista primääripakkauksista. Tertiäripakkauksesta puhuttaessa kyse on kuljetuspakkauksesta. (Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviivat 2014, 26.)

Kuormanvarmistamismenetelmä valitaan kuljetuspakkauksen mukaan. Pakkauksen tulee olla riittävän jäykkä kestämaan niitä voimia, joita siihen kuljetuksen aikana kohdistuu kuormayksikössä varmistettuna. Kuljetuspakkauksen jäykkyys on useiden tekijöiden summa, johon voi vaikuttaa sen sisälle pakattu tuote. Kuljetuspakkauksen jäykistäminen voidaan toteuttaa erilaisilla materiaaleilla ja menetelmillä. Pakkauksen sisältöä voidaan estää liikkumasta erilaisin kitkaa ja tukea lisäävillä sekä sitovilla materiaaleilla kuten aaltopahvi, teräs- tai muovivanteet ja erilaiset muovikalvot, joita voidaan kiristää tai kutistaa tuotteen ympärille. (Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviivat 2014, 26.)

5.2 Materiaalit

Muovikalvot

Erilaisia muovikalvoja voidaan käyttää kuljetuspakkauksen jäykistämiseksi tai pientavaroiden sitomiseksi lavoille ja rullakoihin. Peruseriaate muovikalvoa käytettäessä on, että se kiristyy pakattavan tuotteen ympärille venyttämällä tai kutistamalla lämmön vaikutuksesta. (Jävi-Kääriäinen & Ollila 2007, 213–214.)

Vanteet

Vanne on monikäyttöinen ja edullinen tapa, jota käyttämällä voidaan jäykistää pakkausta, varmistaa pakattava tuote lavaan tai sitoa useampia pieniä pakkauksia yhteen. Vanteet voidaan laittaa joko käsin tai automaattisesti pakattavan kappaleen ympäri sitomaan se vaakaa- tai pystytasossa tai molempia. Vanteiden käyttö perustuu kitkaan, joka kasvaa, kun vanne kiristää tuotetta kasaan. Oikea kiristysvoimakkuus on tärkeä, jotta pakkaus ei jää löysäksi. Kiristettäessä on huomioitava, että vanne saattaa vahingoittaa tuotteen reunoja, jolloin on käytettävä kulmasuojia. (Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviivat 2014, 28.)

Vanteet valmistetaan joko teräksestä tai muovista. Teräsvanteita on käytetty usein puutavaran, pallettien, sekä suurten ja raskaiden tuotteiden sidontaan, jotka vaativat lujuutta. Teräsvannetta käytettäessä on suojattava kappaleen reunoja esimerkiksi kulmatuilla tai -suojilla, jotka estävät vanteen pureutumisen pakkaukseen. Muoviset vanteet ovat materiaaliltaan, joko PP-, PET- tai PE-muovia. Kevyempään sitomiseen kuten pahvilaatikoihin käytetään yleensä PP-muovisia vanteita, kun PET- ja PE-muovisia käytetään korvaamaan teräsvannetta lujuutta vaativissa kohteissa. Vanteita käytettäessä on pidempiaikaisessa varastoinnissa huomioitava, että pakkaus saattaa löystyä muovivanteen mahdollisen venymisen vuoksi tai pakatun tuotteen kutistuessa, esimerkiksi puutavaranipun kohdalla. Molemmat materiaalit ovat kierrätettäviä. Teräsvanteet kierrätetään normaalisti metallina ja muovivanteet voidaan polttaa energijätteenä. Muovivanteiden sitkeyden vuoksi ne on ensin silputtava, että ne eivät takerru polttolaitoksen kuljettimiin. (Jävi-Kääriäinen & Ollila 2007, 203.)

5.3 Pakkaaminen

Kuormausyksiköiden muodonmuutoksia pyritään estämään pakkaamalla tuotteet tiiviisti yhteen. Menetelmät peruseriaatteeltaan ovat joko muotoon perustuvia tai voimaan perustuvia. (Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviivat 2014, 28.)

Voimaan perustuva pakkaus

Voimaan perustuvassa pakkauksessa käytetään yleensä muovivannetta tai kalvoa lisäämään pakkauksen jäykkyyttä. Kuljetuksen aikana esiintyvät hitausvoimat voivat saada kuorman liukumaan alustan päällä tai sen pienen sisäisen kitkan vuoksi muuttamaan muotoa. Lisäapuna voidaan käyttää kitkaa lisääviä materiaaleja kuorman ja lavan välissä. (Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviivat 2014, 28.)

Kiristemenetelmässä kuorman ympärille venytetään ohut muovikalvo, jonka aikaansaama voima pitää pakkauksen kasassa. Tarvittava jännitys pysyy muovissa yllä sen ominaisuudesta tarttua itseensä. Ajan myötä muovi venyy ja jännitys heikkenee. Muovi kääritään kuorman ympäri joko koneellisesti tai käsin rullaamalla. Raaka-aine kiristekalvoille on PE-LD-muovit ja sen seokset. (Jävi-Kääriäinen & Ollila 2007, 203.)

Kiristekalvomenetelmä soveltuu kaikenlaisten kuljetusyksiköiden jäykistämiseen. Huomioitavia seikkoja toimivan käärintäladun saamiseksi on kuitenkin monia kalvon laadusta käytettävään muovikalvon määrään ja kerroksiin. Kiristekalvo on asennettava koneellisesti, jotta tarvittava jäykkyys saadaan. Menetelmällä ei ympäri kääritystä muovikalvosta huolimatta saada täyttä suojaa sääolosuhteita vastaan. (Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviivat 2014, 27.)

Vaneria pakataan automaattisilla pakkauslinjoilla kiristekalvoa käyttäen. Pinnan alle asetetaan irralliset aluspuut ja mahdollinen voimapaperilla pinnoitettu ohutlevy. Tämän jälkeen kulkee kuljettimella kehän läpi, joka pyörittää kalvoa pituuden ja leveyden suuntaisesti kaikille kuudelle sivulle useamman kerroksen. Pinnoitetuilla vanereilla käytetään myös molempia menetelmiä yhdessä,

jolla saadaan pakkausta jäykistettyä. Lisäksi muovikalvo suojaa likaantumiselta ja kosteudelta. (Varis 2017, 97.)

5.4 Suunnittelu ja testaus

Pakkauksen kehitystyössä ja suunnittelussa testaus on olennainen osa kehitystä, jonka avulla valitaan sopivimmat materiaalit, sekä varmistetaan pakkauksen täyttävän sille asetetut tavoitteet ja vaatimukset. Testaus on yleensä kallis ja aikaa vievä prosessi, joten testiä tai tutkimusta kannattaa suunnitella etukäteen. Testauksen tarkoituksena on tuottaa tarpeellista tietoa ja antaa myös tuotekehitykselle informaatiota tulevaisuuden jatkokäyttöön. Testaus voidaan tehdä myös tuotannon laaduntarkkailun näkökulmasta auditoimalla satunnaisesti tai tietyin aikavälein. (Jävi-Kääriäinen & Ollila 2007, 292.)

Pakkausten testaamisen tulee vastata tarvetta. Toistettavuuden kannalta testitapahtuma tulee dokumentoida tarkasti ja kattavasti tai vaihtoehtoisesti valita jokin standardoitu testausmenetelmä. Oikein valittu testimenetelmä antaa edellytykset saadun informaation jatkokäyttöön tehokkaasti. Tulosten oikea tulkinta on myös olennaista. (Jävi-Kääriäinen & Ollila 2007, 293.)

Kuljetuspakkauksen testimenetelmät

Erilaisilla tyyppikokeilla voidaan todentaa kuljetuspakkauksen jäykkyyttä. Kuljetuksen aikana kaikki yksiköt muuttavat normaalisti jonkin verran muotoaan. Tämän vuoksi eri pakkausstandardeissa on hyväksytty muodonmuutos ja menetelmä erilaisten muutosten määrittämiseen kuvattu tarkasti. Lastausalustan suuntainen muodonmuutos määritellään prosenttiosuutena pakkauksen korkeuden suhteen. Hyväksyttävä toleranssi venymälle, joka palautuu jännityksen helpottaessa, on 10 %. Pakkauksen pysyvän muutoksen sallittava enimmäismuutos on oltava enintään 5 % ja alle 60 mm. (Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviivat 2014, 30.)

Kuljetuspakkauksen jäykkyyden todentamiseen tarkoitettuja testimenetelmiä on kolme testiä. Mittaustapamenetelmissä on joko staattinen tai dynaaminen.

Kallistuskoe käyttää staattista mittaustapaa todentamaan pakkauksen jäykkyyttä. Testaus suoritetaan kallistamalla kuljetuspakkausta alustalla vastamaan kuljetuksenaikaisia voimia. Määritellyjä standardin SFS-EN 12195-1 mukaisia hitausvoimia vastaavat kulmat ovat 26,6° (0,5 g) ja 38,7° (0,8 g). (Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviivat 2014, 30.)

Lavalla kuljetettavan pakkauksen jäykkyyden ja turvallisuuden arvioimiseksi on direktiivin 2014/47/EU pohjalta kehitetty EUMOS 40509 -standardin mittaustapa. Sillä voidaan simuloida kuljetuksissa tapahtuvia vaakasuoria kiihtyvyyden ja hidastavuuden voimia. Testissä pakkaus asetetaan alustalle, jota kiihdytetään tavoitearvoon ja sen jälkeen jarrutetaan pysähdyksiin. Testijakso on alle sekunnin mittainen, jona aikana testattavan pakkauksen heilahdusta voidaan havainnoida ja mitata. (Step by step guide to comply with EUMOS 405093 2018, 6–7.)

Kolmannessa standardin SFS-EN 12642 määrittelemässä dynaamisessa mittaustavassa kuljetuspakkaus on sijoitettuna ajoneuvoon, jolla ajetaan reittiä vasemmalle ja oikealle kääntyillen. Syntyvän voiman tulee vastata sivuttaiselle liikkeelle määriteltyä 0,5 g:tä. Eteenpäin syntyvän hitausvoiman 0,8 g saavuttamiseksi tehdään ajoneuvolla voimakas äkkijarrutus. (Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviivat 2014, 30.)

6 KUORMAKORI

6.1 Kuormakoreja koskevat määräykset

Sen lisäksi että kuorma on varmistettu hyvin ja turvallisesti, on sitä kuljettavan kuljetusvälineen myös oltava määräysten mukainen. Liikenne- ja viestintäministeriön asetuksessa 1248/2002 säädetään autojen ja perävaunujen rakenteesta ja vaatimuksista. Liikenneministeriön antamassa asetuksessa 940/82 säädetään tarkemmin kuormakorien rakenteesta, kiinnityksestä ja vaatimuksista yli 3,5 tonnin ajoneuvoissa. (Karhunen, Pouri & Santala 2007, 48.)

Liikenneministeriön päätöksessä tarkoitetaan kuormakorilla ajoneuvoon kiinteästi asennettua tai helposti irrotettavaa avonaista kuormalavaa tai umpinaista koria, säiliötä tai konttia taikka muuta vastaavanlaista koria, johon kuljetettava tavara sijoitetaan. (Liikenneministeriön päätös 1982/940 2 §.)

Eurooppalaiset standardit sisältävät myös vaatimuksia ajoneuvon rakenteisiin sekä sidontapisteisiin ajoneuvoissa, rahdinkuljetusyksiköissä sekä vaihtokoroissa. Käytettäviä standardeja ovat SFS-EN 12640, SFS-EN 283 ja SFS-EN 12642, joka sisältää määritelmät L ja XL erilaisille rahdinkuljetusyksiköiden lujuuksille. Näissä kaikissa on lujuusvaatimukset annettu etupäädylle, sivuseinille sekä takalaidoille. (International Guidelines on Safe Load Securing for Road Transport 2014, 12.)

Etuseinä

Etuseinälle on määritelty vähimmäismitat, jotka sen tulee täyttää. Kyseessä ollessa kiinteä kuormakori on sen oltava vähintään yhtä leveä kuin kuormatilan ja korkeuden oltava vähintään ohjaamon verran. Puoliperävaunun etuseinän vähimmäiskorkeus on 1,6 metriä lattiapinnasta mitattuna. Vaihtokuormakorilla sama mitta on 1,0 metriä. (Liikenneministeriön päätös 1982/940 4 §.)

Standardin SFS-EN 12642 L mukaan rakennetun etuseinän lujuus on 40 % hyötykuormasta, kun kuorma on lastattu tasaisesti sitä vasten. Ajoneuvoissa, joissa hyötykuorma on yli 12,5 tonnia, vaatimus on rajattu 5 tonniin. Tällöin suurin paino, jonka etuseinä voi menosuuntaan tukea huomioiden kitkakerroin, voidaan lukea erillisestä taulukosta. Muita varmistusmenetelmiä on käytettävä, jos taulukossa ilmoitettu massa ylittyy.

SFS-EN 12642 XL -standardin vaatimusten mukaan valmistetun ajoneuvon etuseinälle lujuudelle voidaan laskea 50 % ajoneuvon hyötykuormasta, joka siihen voidaan tukea menosuuntaan, kun kiihtyvyyden on oltava 0,8 g:tä. Etuseinää vasten voidaan tukea 100 % hyötykuormasta, jos kitkakerroin on yli 0,3 μ . Jos ajoneuvossa ei ole etuseinää tai kuormaa ei ole tuettu sitä vasten, on koko kuorma sidottava niin ettei se pääse liikkumaan eteenpäin. (International Guidelines on Safe Load Securing for Road Transport 2014, 13-14.)

Sivuseinät

Kuormatilan sivuseinät voivat olla kovakylkiset tai pehmeät verhokapellit.

Standardilla SFS-EN 12642 XL lujuus on luokiteltu siten, että seinä kestää voiman, joka vastaa 40 prosenttia hyötykuormasta. Kuorma tulee olla tällöin tuettuna seinää vasten koko pituudelta ja maksimissaan 75 prosentin korkeudelle koko seinän korkeudesta kummallakin seinätyypillä. Määrittelyyn 0,5 g:n sivuttaiskiihtyvyyden seinä tukee koko hyötykuormalle kitkakertoimen ollessa vähintään 0,1 μ . Standardilla SFS-EN 12642 L vastaava lujuus on 30 prosenttia hyötykuormasta, kun kuorma on tuettu koko pituudelle ja korkeudelle. Huomattavaa on, että tämä koskee vain kovakylkistä kuormatilaa. Verhokapelli lasketaan ainoastaan sään suojaeksi kyseisellä standardilla ja tällöin kuorma on varmistettava sivuttaisliikkeen estämiseksi muilla keinoin. (International Guidelines on Safe Load Securing for Road Transport 2014, 13.)

Takaseinä ja -ovet

Takaseinälle ja oville on myös määritelty lujuus vastaavasti. Standardilla SFS-EN 12642 XL rakennetun ajoneuvon takalaita kestää voiman, kun kuorma on tasaisesti tuettu sitä vasten, joka on 30 prosenttia hyötykuormasta. Maksimi-hyötykuorma saavutetaan, kun kitkakerroin on vähintään 0,2 μ . EN 12642 L -standardilla vastaava lujuus on 25 prosenttia kun kuorma on tuettu koko leveydeltä ja korkeudelta. Yli 12,5 tonnin ajoneuvoissa vaatimus lujuudelle on kuitenkin rajattu 3,1 tonniin. Tällöin maksimikuorman paino määritellään kitkakertoimen suhteen. Jos takaseinä ei ole vakaa tai kuormaa ei ole tuettu välittömästi sitä vasten, tulee kuorman liike taaksepäin estää varmistamalla se joko tukemalla tai sitomalla. (International Guidelines on Safe Load Securing for Road Transport 2014, 14.)

Sidontapisteet

Varmistukseen käytettävä sidontaväline kiinnitetään ajoneuvossa olevaan sidontapisteeseen. Varmistuskohdassa voi ajoneuvossa olla lenkki, koukku, kisko tai rataslukkotyypinen kiristin. Myös ajoneuvon korirakenne lasketaan sidontapisteeksi. (Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviivat 2014, 21.)

Liikenneministeriön päätös 1982/940 määrää, että kuormakorissa tulee olla kuormalle kiinnityspisteet. Poikkeuksena säiliöt, eläinkuljetusten ja maa-ainekuljetusten kuormakorit ja ISO-standardin kontit. Myös puutavarakuljetukseen tarkoitetut ajoneuvot pankoilla ja tiettyyn tarkoitukseen valmistetut kuormakorit, joissa kuljettava kuorma ei tarvitse sitomista eivät vaadi kiinnityspisteitä. (Liikenneministeriön päätös 1982/940 7 §.)

Taulukossa 2 on esitelty kiinnityspisteiden nimellislujuuksien vähimmäismäärät. Nimellislujuuksien summan on oltava umpinaisessa kuormakorissa vähintään puolet kuormakorin kantavuudesta ja muissa samansuuruinen. (Liikenneministeriön päätös 1982/940 4 §.)

Taulukko 2. Kiinnityspisteiden nimellislujuuksien vähimmäismäärät

Ajoneuvon tai kuormakorin kantavuus	Lattiarakenteessa oleva kiinnityspiste	Umpinaisen kuormakorin seinärakenteessa oleva kiinnityspiste
alle 3,5 t	5 kN	2,5 kN
3,5–6,0 t	10 kN	5,0 kN
yli 6,0 t	20 kN	5,0 kN

Liikenneministeriön päätöksessä 1982/940 määritellään, että vähimmäismäärä kiinnityspisteille ajoneuvossa tai kuormakorissa on kuusi kappaletta. Kiinnityspisteet tulee olla sijoitettuna symmetrisesti kuormatilan vastakkaisille reunoille enintään 1,2 metrin etäisyydellä toisistaan. Etu- ja takapäättyä lähimät saavat olla enintään 0,25 metrin etäisyydellä ulkoreunasta. Standardissa SFS-EN 12640 kiinnityspisteiden etäisyys ulkoreunasta koko kuormakorin matkalla saa olla enintään 0,25 metriä. Umpinaisessa kuormakorissa kiinnityspisteet seinällä saavat olla enintään 1,0 metrin korkeudella lattiapinnasta mitattuna ja niiden välinen etäisyys enintään 0,6 metriä. (Liikenneministeriön päätös 1982/940 9 §; International Guidelines on Safe Load Securing for Road Transport 2014, 15.)

6.2 Puoliperävaunu

Puoliperävaunu on yleinen ulkomaankuljetuksissa käytettävä kuormaussyk-sikkö. Niiden mitoitus ja rakennevaatimukset ovat yleiseurooppalaiseen tielikenteeseen soveltuvia. Ulkomitat ovat maksimissaan 13,6 metriä pituutta ja

2,55 metriä leveyttä. Korkeus vaihtelee perävaunun tyyppin mukaan ollen 2,6–3,0 metrin välillä. (Tavaraliikenneyrityksiä 2019, 346.)

Puoliperävaunun rakenne voi olla kovakylkinen niin sanottu kaappitraileri, jossa sivuseinät ovat kiinteät, jolloin kuormaus tapahtuu takaovista tai koko sivun mittaisena aukeavana ovena. Yleisemmässä vaihtoehdossa perävaunun kyljet ovat koko matkalta aukeavana peitteenä, josta käytetään myös nimeä verhokapelli. Molemmilla sivuilla on kolme avattavaa pystytolppaa, jotka kannattelevat kattorakennetta ja seiniä. Näiden välissä voidaan myös käyttää lautoja tai alumiiniprofiilia kuorman tuennan apuna, sekä vahvistamassa ja jäykistämässä seinärakennetta.

Täysperävaunu

Vetoauton ja puoliperävaunun yhdistelmästä käytetään usein nimeä täysperävaunu. Vetoautona toimii yleensä N3-luokan yli 12 tonnin kuorma-auto, joka on varustettu vetolukolla. Kuorma-auto on varustettu kuormatilalla. Tämänlaisen yhdistelmän maksimipituus on 23 metriä. Vuoden 2019 tammikuusta saakka on Suomen maantiellä voinut liikennöidä niin kutsutulla HCT-yhdistelmällä (High Capacity Transport). Yhdistelmässä vetoautona käytettävän kuorma-auton perässä voidaan vetää esimerkiksi kahta 13,6 metrin puoliperävaunua. Yhdistelmän maksimipituus on 34,5 metriä, josta kuormatilojen sisäpituuksien yhteenlaskettu summa saa olla 29,24 metriä. (Tavaraliikenneyrityksiä 2019, 284; Liikenneministeriön tiedote 2019.)

6.3 Kontti

Kansainvälisen rahdinkuljetuksen tunnetuin suuryksikkö on kontti. Kontti soveltuu myös intermodaalikuljetuksiin, jolloin sitä voidaan kuljettaa myös rautateillä ja maantiellä. Se on teräs- tai alumiinirakenteinen lastiysikkö, jota pääasiassa käytetään meriliikenteessä. Kontin rakenteesta, lujuudesta ja kantavuudesta määritellään ISO 1496-1:2013 -standardissa, joka sisältää ISO 668:2020 -standardin määritelmät kontin sisä- ja ulkomitoista, kokonaismassoista, tartuntakohdista ja testauksesta. Kontin mitat ilmoitetaan brittiläisen mittajärjestelmän mukaan jaloissa (ft), jolloin konttien pituudet ovat 10, 20, 30

ja 40 jalkaa. Erilaisia konttityyppejä on käyttötarkoituksen mukaan useita. (Tavaraliikenneyrittäjä 2019, 344, 356.)

Lujuuden osalta kestävyys on määritetty päädyille, oville ja sivuseinille erikseen. Päädyn ja ovien on kestettävä sisäistä kuormitusta, joka vastaa 40 prosenttia tasaisesti jakautuneesta kuorman enimmäispainosta. Sivuseinien osalta vastaava vaatimus on 60 prosenttia. (International Guidelines on Safe Load Securing for Road Transport 2014, 16.)

7 KUORMANVARMISTAMISEN VÄLINEET

Kuormaus ja siinä käytettävät sidontavälineet kannattaa suunnitella jo etukäteen. Jos kyseessä on osakuorma, voidaan etukäteen suunnittelemalla huomioida mahdollinen purkujärjestys. Välineitä valittaessa täytyy ottaa huomioon kuorman paino, koko ja muoto. Välineitä tulee olla riittävästi ja niiden tulee soveltua kestävyydeltään ja mitoiltaan kuorman asettamiin tarpeisiin. (Kuormansidonnan käsikirja 2004, 19.)

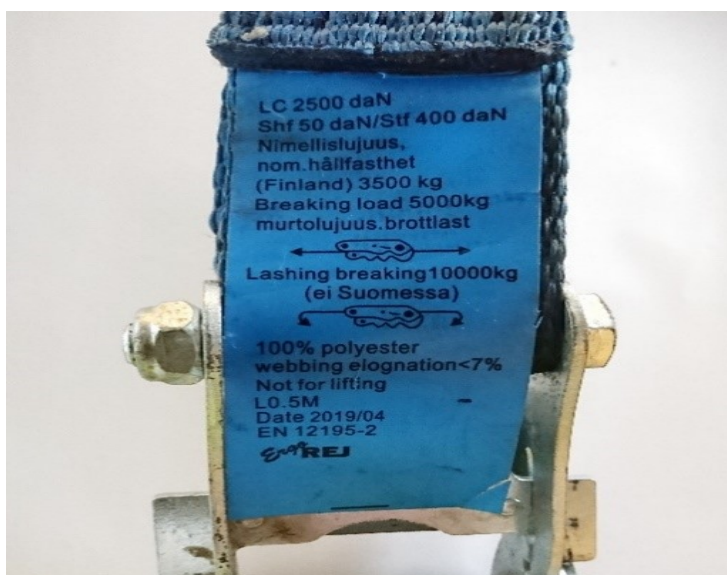
7.1 Sidontavyö

Tavallisin tapa maantieliikenteessä kuorman varmistamiseen on käyttää sidontavyötä. Se on monikäyttöinen ja soveltuu useimmille lasteille sen ominaisuuksista riippumatta. Vyöllä varmistettaessa siirretään jännitysvoimia, joita kappaleen paikallaan pysyminen edellyttää. Sidontavyötä koskeva standardi SFS-EN 12195-2 määrittelee ominaisuudet ja vaatimuksen tarkemmin. Tämän standardin täyttäviä sidontavyötä suositellaan ensisijaisesti. (International Guidelines on Safe Load Securing for Road Transport 2014, 27.)

Omalla kiristimellä varustettu sidontavyö on joko yksi- tai kaksiosainen. Kaksiosaisessa vyössä lyhyemmässä osassa on kiristin ja sen molemmissa päissä koukku, joka kiinnitetään kuormakorin lastilenkkeihin. Yksiosainen sidontavyö kiinnitetään sidottavan kuorman ympärille. (Kuormansidonnan käsikirja 2004, 20.)

Sidontavyöt valmistetaan keinokuiduista punomalla. Materiaaleina käytetään polyesteriä, polyamidia tai polypropeenaa. Valmistusmateriaali merkitään

vyössä olevaan etikettiin tekstillä ja etiketin pohjavärillä. Kuvassa 2 on esitetty merkintälipuke, joka tulee jokaisesta kuormaliinasta löytyä.



Kuva 2. Sidontavyön merkinnät (Ritonen, T. 2020)

Materiaalien ominaisuuksissa on eroja kestävydessä joutuessaan kosketuksiin kemiallisten aineiden kanssa sekä sidontavyön kastuessa. Polyesteristä valmistettu sidontavyö on ominaisuuksiltaan kattavin. Polypropeeninen vyö kestää kosketuksia kemikaalien kanssa muita paremmin. (International Guidelines on Safe Load Securing for Road Transport 2014, 27–28.)

Sidontavälineiden keston ilmoittamisessa käytetään lyhenteitä LC (lashing capacity), joka ilmoittaa suurimman sallitun jännitysvoiman. Lyhenne STF kertoo standardin mukaisen kiristysvoiman kahden lineaarisen pisteen välille kiristetylle vyölle, kun se on kiristetty normaaliin käsikireyteen SHF. Nämä tiedot tulee ilmetä sidontavyön merkinnöistä. (Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviivat 2014, 31.)

Sidontavyötä on käytettävä niin, että se ei vahingoitu esimerkiksi hankautuessaan lastissa tai kalustossa oleviin teräviin tai karheisiin reunoihin. Tällöin vyön osuminen on estettävä kappaleeseen esimerkiksi kulmasuojia käyttämällä. (Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviivat 2014, 31–32.)

Sidontavyöt tulisi tarkistaa aina käytön yhteydessä, ettei niissä ole kulumia, re-
peytymiä tai viiltoja. Vyön metalliosista tulee varmistaa, ettei niissä ole murtu-
mia ja taipumia. Vaurioituneita vöitä ei saa käyttää ja ne tulisi poistaa käytöstä
välittömästi. Vain merkittyyä vöitä saa korjata ja tällöinkin niihin on oltava val-
tuutus valmistajalta. (Kuormansidonnän käsikirja 2004, 19.)

7.2 Kettinki

Kettinkiä voidaan käyttää suorasidonnassa, jossa lenkkiketjusta valmistettu
kettinki kiristetään kuljetustilassa olevien kiinnityspisteen ja kuljetettavan kap-
paleen väliin sen päissä olevilla koukuilla tai sakkeleilla. Kettingin kiristimiä on
vanttiruuvityyppisiä tai rataslukolla kiristettäviä ja ne voivat olla joko kiinteitä tai
erillisiä. Molempien toimintaperiaate on samankaltainen, jossa ketjussa olevaa
kehää pyöritettäessä kiristin lyhenee ja kiristää kettinkiä. (Raise the Curtain for
Correct Load Securing 2019, 17; Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja kos-
kevat suuntaviivat 2014, 32–33.)

Ketjulenkin koko ja siihen käytetty valmistusmateriaali määrittelevät kettingin
kestävyyden. Suurin sidontakyky (LC) tulee olla merkittynä kettinkiin. Kuorman
varmistuksessa käytetyn ketjun on oltava vähintään luokan 8 materiaalista val-
mistettu. (International Guidelines on Safe Load Securing for Road Transport
2014, 28–29.)

7.3 Kuormapeite tai -verkko

Vaihtoehtona sidontavyölle on kuormapeite. Kuormapeite on keinokuidusta
kutomalla valmistettu peite, jonka reunoihin on ommeltu rataslukoilla varuste-
tut sidontavyöt. Peite vastaa kestävyys- ja kiristysominaisuuksiltaan sidonta-
vyötä. Peite lasketaan kuorman päälle ja kiristetään. Etuna pelkkään sidonta-
vyöhön on laajempi sitova pinta-ala ja sen muotoutuvuus monimuotoisten
kuormien ympäri. Vaadittava työmäärä ja sidontavälineiden määrä perintei-
seen sidontavyöhön on vähäisempi. (FIX Kuormansidontapeite 2019, 13.)

Kuormaverkolla voidaan varmistaa pienet kappaletavarat erikseen lavojen
päälle tai suoraan kuormayksikköön. Sitä voidaan myös käyttää jakamaan

kuormayksikön tila pienempiin osiin. Verkko voi olla joko synteettisistä kuituista tai teräslangasta valmistettu. (International Guidelines on Safe Load Securing for Road Transport 2014, 30.)

7.4 Kitkapinnat

Maantieliikenteessä usein kuorma sidotaan kuorman yli sidonnalla. Menetelmässä on tavoitteena lisätä kuormatilan ja kuorman välistä kitkavoimaa. Tällöin voidaan apuna käyttää myös kitkaa lisääviä materiaaleja. Kuormatilan lattiaan voidaan esimerkiksi kiinnittää kumipintaisia levyjä. Tällöin varmistusta tarvitsevien massojen määrä vähenee ja käytettävien sidontavöiden määrä ei ole yhtä suuri. (S.CS Curtainsider Semi-trailers 2019, 13.)

Kitkatarvikkeet voivat olla myös irrallisia. Kuvassa 3 on irrallisia kitkamattoja laitettu vaneripakkauksen aluspuiden ja kuormalavan kosketuspinnan väliin.



Kuva 3. Irralliset kitkamatot pakkauksen alla (Valkeapää, A. 2020)

Kitkamatot ovat usein kumirouheesta ja erilaisista lisäaineista valmistettuja kumimattoja. Määritelty kitkakerroin arvo käytettäessä minkä tahansa pinnan kanssa kyseisen kaltaisille liukuestematoille on vähintään 0,4 μ . Kitkamaton valmistajan on tehtävä standardisoitu testaus matolle ja ilmoitettava käyttäjille sen tulos. Useimmille matoille tämän testin myötä voidaan todistaa käytettäväksi kitka-arvoksi 0,6 μ . Pintojen epäpuhtaudet heikentävät maton kykyä lisätä kitkavoimaa. Mattoa käytettäessä on huomioitava sopiva koko ja paksuus suhteessa sen päälle asetettavaan kuormaan. (Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviivat 2014, 34; Professional Drivers INFO Load Securing 2013, 43.)

7.5 Välineet kuorman tukemiseen

Kuormakorin sivuseinien tai katon ja lattian väliin kiinnitettävillä tukitangoilla voidaan estää kuorman kaatumista taaksepäin. Niitä käytetään usein osakuormissa, kappaletavarakuljetuksissa ja kevyiden kuormayksiköiden kuorman liikkumisen estämiseksi. Tukitangot kiinnitetään kuormatilan sivuseinillä oleviin vaakasuoriin puiisiin tai alumiinisiin välipalkkeihin kitkan avulla. Kovakylkisissä umpikoreissa on usein erilliset kiinteät listat seinissä, joihin tukitangot voidaan myös kiinnittää. Tukitangoille ei ole olemassa toistaiseksi standardia, joka määrittäisi niiden kestävyuden. Yleisesti ilmoitettu tuentakyky tukitangoille toteutustavasta riippuen on 200–2 000 daN. (Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviivat 2014, 36.)

Kuormaa voidaan tukea ja tyhjää tilaa täyttää ahtaussäkeillä. Ne ovat voimaperistä valmistettuja kertakäyttöisiä tai kierrätettäviä erikokoisia paperisäkkejä. Säkki asetetaan kuormayksiköiden väliin ja täytetään paineilmalla tukemaan niitä. Asettelussa on huomioitava, että säkkiin ei kohdistu sitä puhkaisevaa terävää reunaa. Kuorman tukemiseen voidaan tarvittaessa käyttää erikseen rakennettuja tukia puutavarasta tai kuormalavaa. Tuki rakennetaan täyttämään tyhjää tilaa (Kuormansidonnin käsikirja 2004, 2, 22.)

8 KUORMANVARMISTAMINEN

Standardi SFS-EN 12195-1 ja kansainvälisen merenkulun IMO/ILO/UNECE CTU code -julkaisu suosittelee varmistusmenetelmiksi ensisijaisesti kuorman sitomista tai tukemista. Standardissa liukumisen ja kaatumisen estämiseen vaadittavat menetelmät perustuvat laskentakaavoihin erilaisille tapauksille huomioiden kiihtyvyydet kaikkiin suuntiin. IMO:n menetelmässä sidonnantarvetta tarkastellaan joka suuntaan erikseen ja apuna määrittelyssä käytetään valmiiksi laskettuja taulukoita, jotka huomioivat myös tuen ja kitkan määrän. (Tavaraliikenneyrittäjä 2019, 341.)

Merkittävin ero kotimaan vaatimukseen näiden kahden menetelmän suhteen on ylisidonnassa. Kotimaan maantiekuljetuksissa säädökset vaativat, että *”Kuorman liikkumista eteenpäin estävien sidoksien nimellislujuuksien summan kuormatilan molemmilta puolilta yhteen laskettuna on oltava vähintään kuorman*

painon suuruinen sekä sivuille ja taaksepäin vähintään puolet kuorman painosta, jollei kuorman tuenta ja kitka kuorman ja kuormatilan pohjan välillä tai kuorman laatu salli pienempää sidonnan lujuuutta". (Liikenneministeriön päätös ajoneuvojen kuormakoreista, kuormaamisesta ja kuorman kiinnittämisestä 14.12.1982 14 §).

8.1 Suorasidonta

Suorasidonnassa lasti kiinnitetään sidontapisteistään kuljetusyksikköön. Ristikkäissidontaa voidaan käyttää, jos varmistettavassa kappaleessa on silmukat, jotka soveltuvat käytettävyydeltään ja lujuusominaisuuksiltaan. Ajatuksena on estää kappaleen liike ajosuuntaan, sivuille tai taaksepäin jännittämällä sidokset kohtisuoraan toisiaan. Kappale varmistetaan kuljetusyksikköön sidontavöillä ja ketjuilla siten, että kuorman ja kuljetusyksikön väliset kiinnityspisteet yhdistetään sen lävistäjien suuntaisesti. Käytettävä kulma vaakatason ja sidoksen välillä tulisi olla noin 30–45 astetta. Sama kulmasuositus on myös ajosuunnan ja sidoksen välillä. Sidokset eivät saa olla kohtisuoraa ajosuuntaa kohti. (Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviivat 2014, 41–42.)

Rinnakkaissidonnassa lasti kiinnitetään jokaiselta reunaltaan kahdesta sidontapisteestä kahteen kuljetusyksikön kiinnityspisteeseen samanmittaisilla sidoksilla. Rinnakkaissidonnalla tehokkuus laskee, mutta rasitusta kiinnitys- ja sidontapisteisiin vähennetään kuin jos samaan lastiin käytettäisiin ristikkäissidontaa. (Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviivat 2014, 42.)

Silmukkasidonta sopii käytettäväksi, kun halutaan estää lastin sivuttaisliike tai sen kaatuminen. Käytettävien sidosten lukumäärä on aina parillinen parhaimman tuloksen saavuttamiseksi. Sidosvyö kiinnitetään kuljetusyksikön reunassa olevaan kiinnityspisteeseen, josta se kulkee lastin ali ja palaa yli samaan kiinnityspisteeseen. Vastaavasti toinen sidosvyö asetetaan samoin kuljetusyksikön toiselle puolelle. Menetelmä toimii pitkän lastin varmistamisessa estäen sen liukumisen sivuttain. Pituussuuntaista liikettä on menetelmässä varmistetta toisella tavalla, kuten tuennalla. (Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviivat 2014, 43.)

Valjassidonnalla voidaan kuorman liukuminen tai kaatuminen estää yhteen suuntaan. Eteen- tai taaksepäin suuntautuva liike pyritään useimmiten estämään tällä tavalla. Sidontavyö kiinnitetään kiinnityspisteeseen yhdeltä puolelta, josta se kiertää varmistettavan kappaleen edestä ja kiinnitetään toisen puolen kiinnityspisteeseen. Sidoksen paikallaan pysymistä voidaan varmistaa käyttämällä tyhjiä lavoja tai erillistä sidosta. Erillinen sidos vedetään kuorman molemmin puolin sitä myöden. (Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviivat 2014, 43.)

8.2 Kuorman yli sidonta

Yleisin tapa tavarakuljetuksissa, joissa kuljetettava yksikkö kooltaan vastaa yhtä lavaa, on varmistaa sidontaliinalla kuorman yli. Tällöin voidaan myös huomioida kuljetus- ja kuormayksikön pintojen välinen kitka apuna. Kuvassa 4 esimerkki puoliperävaunukuormasta, jossa kuorma tuettu etuseinään ja sidonta tehty kuorman yli.



Kuva 4. Kuorman yli sidonta (Roulamo, 2020)

Kuorman yli sidonnassa kuorman yli kulkevat sidontavyöt kiristettäessä painavat kappaleita toisiaan ja kuljetusyksikköä vasten kasvattaen niiden välistä kitkaa. Aikaan saatava alaspäin suuntautuva voima saadaan aikaan käsikiristimestä, jolloin saatava voima on yhtä suuri kuin sidontavälineen standardinmukainen kiristysvoima. Käyttämällä lastin alla kitkamattoja saadaan paikallaan

pitävää voimaa kasvatettua ennestään. (Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviivat 2014, 43.)

Taulukosta 3 voidaan nähdä sidontavälineen kulman vaikutus sidontavoimaan. Sidontavyön ja kiinnityspisteen välinen kulma tulisi olla 75–90 asteissa, pienemmillä ja kevyemmillä kappaleilla voidaan harkiten käyttää jopa 30 asteen kulmaa.

Taulukko 3. Sidonta välineen kulman vaikutus sidontavoimaan

Sidontavälinen kulma	Sidontavoima nimellislujuudesta
0–60	100 %
60–70	70 %
70–80	35 %
80–	25 %

Kulman pienentyessä saatava voima vähenee huomattavasti. (International Guidelines on Safe Load Securing for Road Transport 2014, 23–24.)

8.3 Tuenta

Tuenta voidaan käyttää tehokkaasti hyödyntämällä jäykkiä rakenteita kuormauksessa. Lastauksessa kuormayksiköt asetellaan tiiviisti jäykkiä rakenteita, kuten tolppia, väliaitoja, kuormayksikön etu- ja sivuseiniin sekä toisiin kuormayksiköihin tuettuna. (Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviivat 2014, 39.)

Jos lastin ja kuljetusyksikön väliin jää tyhjää tilaa, tulee se täyttää jollain soveltuvalla materiaalilla kuten puulla tai ilmapusseilla. EUR-lava tai vastaava on käyttökelpoinen tuki täytettäessä tyhjää tilaa. Konttien lastauksessa käytetään usein ilmatäytteisiä säkkejä tukemaan lastia kontin rakenteisiin. (International Guidelines on Safe Load Securing for Road Transport 2014, 21.)

Paikallisessa tuennassa käytetään kiiloja tai erikseen nimenomaiseen kohteeseen rakennettua erillistä tukea. Kiilloilla estetään sylinterimäisten kappaleiden pyöriminen tiettyyn suuntaan. Tällöin on huomioitava, että kiilan kulma vastaa

pituuden ja sivuttaisen suunnan kiihtyvyyttä vastaavia voimia. Eteenpäin suuntautuvaa liikettä tuettaessa kiilan kulma tulee olla vähintään 37 astetta ja sivulle tuettavan vähintään 30 astetta. Kiilan korkeus on oltava yksikolmasosa sylinterin säteestä, mutta käytettäessä apuna esimerkiksi kuorman yli sidontaa vähimmäiskorkeus on 200 mm. Paneelituennassa osa kuormasta nostetaan muuta kuormaa ylemmäs lavoilla tai muulla vastaavalla tavalla. Tapaa voidaan käyttää, kun kuormayksiköitä pinotaan useampaan kerrokseen. (Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviiva, 2014, 40.)

9 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

9.1 Tutkimuksen suunnittelu

Vanerin pakkauksen koetta suunniteltiin yhteistyössä toimeksiantajan ja testin tekevän yksikön yhteyshenkilön kanssa. Keskustelun pohjalta määriteltiin aluksi, mitä testillä haluttiin tutkia. Tämän jälkeen teoreettisen viitekehyksen tutkimisen pohjalta valittiin tapa, jolla haluttuja ominaisuuksia voitaisiin testata. Aiempien kokeiden, sekä alan kirjallisuuden ja ohjeistuksen pohjalta päädyttiin valitsemaan toteutukseksi kallistustesti pakkaukselle. Tällä voitiin tutkia pakkauksen käyttäytymistä niillä massavoimilla, jotka standardissa 12195-1 mainitaan. Tarkoituksena oli kallistaa lavaa, kunnes pakkaus sen päällä liukuu tai hajoaa.

Toisena vaihtoehtona olisi ollut EUMOS 40509 -standardin testimenetelmä, jolla tutkitaan pakkauksen jäykkyyttä. Testaukseen vaadittavia resursseja ei kuitenkaan ollut mahdollista saada.

Kallistustestin vaatimaa testialustaa ei ollut valmiina. Vaihtoehtoina oli valmistaa kallistettava testialusta kokonaan tai käyttää esimerkiksi kippilavallista kuorma-autoa apuna. Lähtökohtana oli, että testi voidaan jatkossa toteuttaa tarpeen mukaan toistettavasti vertailun johdonmukaisuuden vuoksi. Testialustaksi löytyi vanha lavavaunu (kuva 5) testin suorittavan yksikön pihamaalta. Vaunu osoittautui olemassa olevilta ominaisuuksiltaan sopivaksi, johon tarvittavat muokkaukset eivät olleet työläitä siten, että ne aiheuttaisivat suuria kustannuksia. Vaunussa oli vaneripohja, sekä valmiit paikat terästopille, joita vas-

ten kallistuva pakkaus pysähtyisi, jos se rikkoontuu tai lähtee liikkumaan. Kallistettava pakkaus oli myös mahdollista varmistaa kuormaliinalla lavaan. Lavavaunua kallistettaisiin vastapainotrukilla.



Kuva 5. Lavavaunu (Ritonen, T. 2020)

Kallistuskulman havainnointia varten Savonlinnassa yhteyshenkilö suunnitteli kallistusmittarin, joka jyrättiin yksikön CNC:llä. Mittarin tarkoituksena oli auttaa havainnoimaan ne kallistuskulmat, jotka vastaavat lainsäädännössä sekä standardissa määritellyjä voimia.

Tutkimukseen valittiin erityyppisiä pakkauksia kahdesta eri yksiköstä, jolloin laaduksi valikoitui koivu ja kuusi. Koivun ja kuusen tiheydessä on merkittävä ero. Koivusta valmistetun pakkauksen massa on 20 % suurempi kuin vastavankokoisen kuusivaneripakkauksen. Vaneria valmistetaan pinnoittamattomana sekä pinnoitettuna. Yleisin vanerin pinnoitusmateriaali on fenolifilmi, joka muodostaa sileän pinnan. Pakkauksen kannalta filmivaneri on haastava sen kahden pinnan välisen kitkan ollessa hyvin pieni. Lisäksi testtiin valikoitui pakkaustyyppiltään tai mitoiltaan sen kaltaisia tuotteita, joiden käyttäytymistä haluttiin tutkia.

Kuormanvarmistamisen osalta tutkimus eteni teoreettisen viitekehyksen kirjoittamisen kautta. Aluetta käsiteltiin yleisesti, mutta myös keskittyen vanerin maantiekuljetuksien näkökulmasta erilaisiin menetelmiin ja vaatimuksiin. Samalla tutustuin jo julkaistuihin konsernin ohjeistuksiin, sekä muihin eri yritysten oppaisiin koskien kuormausta ja lastinkäsittelyä.

9.2 Tutkimuksen toteutus

Pakkauksen kallistustesti

Pakkauksille tehtävä koetapahtuma suoritettiin Savonlinnan vaneritehtaalla. Testaus päädyttiin suorittamaan kahdessa osassa, jolloin ensimmäisen testin yhteydessä voitiin todeta itse testin soveltuvuus ja toimivuus jatkoa varten.

Ensimmäiseen testitapahtumaan valikoitui Savonlinnan vaneritehtaan omasta tuotannosta kahta erilaista levytyyppiä. Näistä toinen oli viimeistelyltään puupintainen ja toinen fenolifilmillä pinnoitettua vaneria. Yhdessä pakkauksessa oli 50 kpl levyjä päällekkäin pinottuna kolmen aluspuun päälle ja käärittynä kirstekalvolla. Pakkauksia varattiin kaksi samanlaista, jotta voitiin suorittaa kallistus sekä piteuden- ja leveydensuuntaan. Tällä tavalla voitiin simuloida kuljetuksessa esiintyviä voimia eteenpäin kulkusuunnassa sekä sivuttaisia voimia.



Kuva 6. Kallistustestin alkutilanne (Ritonen, T. 2020)

Testissä vaneripakkaus asetettiin kallistettavalle lavalle sen toiseen päähän noin 30 cm päähän tolpista (kuva 6). Päätytolppien tarkoitus oli pysäyttää levyt tai pakkaus sen mahdollisen hajoamisen sattuessa. Aluspuiden alle asetettiin muovirouheesta valmistetut kitkamatot, joiden tarkoitus on estää pakkauksen liukuminen lavan pohjaa pitkin. Pakkauksen muovikääreeseen piirrettiin pystysuuntainen viiva, josta voidaan mitata mahdollisen muodonmuutoksen suuruus.

Pakkauksen toinen kallistustesti

Toinen osa testistä järjestettiin Pelloksen vaneritehtaan pakkauksille. Testaukseen valikoitu erilaisia pakkaustyypppejä. Näissä oli käytetty kiristekalvoa, muovivanteita tai molempia materiaaleja pakkauksessa. Kutakin oli kaksi samantyyppistä pakkausta, jotta voitiin kokeella tutkia sen käyttäytymistä niin eteenpäin kuin sivulle suuntautuvaan liikkeeseen. Otos sisälsi pinnoittamatonta ja pinnoitettua havuvaneria pakattuna toisistaan eroavilla pakkaustavoilla. Käytössä oli kiristekalvolla käärittyjä pakkauksia, muovivanteilla vannehdittuja, sekä näiden yhdistelmiä.

Testauksen kulku oli samanlainen kuin ensimmäisessä. Muutoksia itse tapahtumassa ja testissä oli tehty saatujen kokemusten perusteella. Lavan kallistamiseen hankittiin paikalle kurottaja, jolla lava saatiin nostettua jyrkempään kulmaan. Lavaan ruuvattiin myös lauta estämään pakkauksen liukumista eteenpäin kulman kasvaessa. Testaus tapahtui vastaavalla tavalla kuin ensimmäisellä kerralla tuote kerrallaan ensin pituuden suuntaan ja toinen palletti leveyden suuntaan.

Testin lopuksi tehtiin kallistus yhdelle edellisellä kerralla testatulle pinnoitetulle vaneripulle, joka oli kääritty uudelleen ja korjattu. Palletti sidottiin yhdellä kuormaliinalla ja sitä kallistettiin pituuden suuntaan. Tarkoituksena oli havainnoida pakkauksen kestävyyttä ja käytöstä realistisessa tilanteessa, jossa kuorma olisi myös sidottu.

10 TUTKIMUSTULOKSET

Tässä osiossa käydään läpi tutkimuksista saatuja tuloksia ja havaintoja. Pakkaustestistä saatu data perustuu havaintoihin kallistettaessa pakkausta lavalla. Numeerista dataa tutkimuksessa kertyi kallistuskulmista ja pakkauksen muodonmuutoksista.

10.1 Kallistustestin tulokset

Pakkausten toimivuudesta ja käyttäytymisestä oli aavistuksia aiempien kokemusten pohjalta. Testimenetelmät olivat luonteeltaan enemmän käsittelyn kestoja havainnoivia. Tällä testauksella haluttiin varmistaa kuljetuksenaikaista kestävyyttä.

Kallistuksissa pakkauksen muutokset tapahtuivat pääosin aluspuun ja sen päällä olevan vanerin rajapinnassa. Liike tapahtui pinnoittamattomalla vanerilla äkkinäisesti kallistuskulman saavuttaessa noin 22–25 astetta. Tällöin eteenpäin tapahtuvaa liikettä simuloidessa aluspuut joko pyörähtivät tai vaneripinkka liukui kokonaisuudessaan niiden päällä. Pyörähtämistä esiintyi pakkauksilla, jossa ei käytetty lisänä muovivannetta.

Sivuttain suuntautuvaa liikettä simuloidussa kallistuksessa pinnoittamaton vaneri aloitti liukumisen aluspuiden päällä hitaasti noin 16 asteen kulmassa. Äkkinäinen suurempi liike tapahtui 22 asteen kulmassa. Vanerit liukuivat aluspuiden päällä kitkan pitäessä aluspuita paikallaan, kunnes koko pakkaus lähti liukumaan tai aluspuut puhkaisivat pakkaukseen käytetyn käärintäkalvon. Pakkaukset, joiden aluspuut oli varmistettu paikoilleen muovivanteilla pyörähtämistä ei tapahtunut. Muovivanteen kiristyessä ja levyjen liukuessa sen aiheuttama jännitys painoi aluspuuta tiukemmin pinkkaa vasten.

Pinnoitettujen levyjen välinen kitka on äärimmäisen pieni. Näiden pakkausten kallistustestissä pakkauksen muodonmuutos alkoi käärintäkalvolla pakatuilla pakkauksilla pituuden suuntaisesti noin 15 asteen kallistuskulmassa. Kallistettaessa leveydensuuntaisesti muutokset olivat havaittavissa välittömästi alustaa kallistettaessa (kuva 7). Liike alkoi pinkan pohjalta levyjen liukuessa toisiansa vasten. Suurin mitattu muutos käärintämuovipakkauksessa alimman ja ylimmän levyn välillä oli pituuden suuntaan 40 mm ja leveydensuunnassa 85 mm.



Kuva 7. Leveyden suuntaan kallistus pinnoitetulla vanerilla (Ritonen, T. 2020)

Viimeisenä alustalla kallistettiin aiempien havaintojen perusteella epävakain pakkaus siten, että se varmistettiin yli sidonnalla yhdellä normaalisti kuljetuksessa vaadittavalla kuormaliinalla. Tällä kerättiin havaintoja kuorman varmistamisen vaikutuksesta kuljetettavaan yksikköön.

10.2 Kallistustestin tulosten analysointi

Kallistustesti varmisti oletuksen pakkausten heikoimmaksi kohdaksi aluspuut. Käytännössä jokaisen kallistetun pakkauksen kohdalla ainoa tai merkittävin muutos tapahtui aluspuiden ja vanerilevyjen rajapinnassa.

Testissä aluspuun alle asetettiin kitkamatto. Tällöin aluspuun alapuolelle muodostui huomattavasti suurempi kitkavoima kuin yläpuolelle. Sama ilmiö suurempana tuli esiin pakkauksissa, joissa aluspuut olivat käärintämuovin sisällä. Muovi noin 20 asteen lämpötilassa omaa suuren kitkakertoimen. Tämä aiheuttaa sen, että aluspuu pysyy paikallaan levyjen liukuessa sen päällä.

Aluspuiden muoto edesauttaa niiden pyörähtämistä pinkan alla. Aluspuut valmistetaan sorvauksen sivutuotteeksi jääneestä pyöreästä purilaasta, jonka halkaisija on 80 mm. Kun tästä poistetaan sahausyhteydessä 5mm jokaiselta sivulta pois, jäävät aluspuun kulmat pyöreiksi. Aluspuun paksuudeksi jää 70 mm, josta pyöritykset vähentävät 30 mm kitkapintaa per sivu. Levynipun

ja aluspuun todellinen kitkapinta on siis vain 40 mm. Osassa aluspuita on lisäksi jyrkitty muovivanteelle 22 mm leveä ura. Kuvassa 8 on molemmat aluspuutyypit nähtävissä. Jos tämä aluspuu kääntyy tai asetetaan käärintälinjalla niin, että ura on ylöspäin vanereita vasten tai alaspäin kuormattavalle alustalle, on kitkapinta vieläkin vähäisempi.



Kuva 8. Aluspuut

Muut muodonmuutokset pakkauksessa pysyivät annettujen toleranssien sisällä kuten venymät pinnoitettujen vanereiden kohdalla.

Yksikään pakkaus ei rikkoutunut niin, että se olisi jouduttu pinoamaan uudelleen. Jäykistämiseen käytetyt muovivanteet pitivät levyt toisiinsa nähden paikoillaan, vaikka nippu liikkui aluspuiden tai aluslavan päällä. Käärintämuovi pakkauksissa kesti repeytymättä vanerien rasituksen. Tältä osin voidaan todeta, että nämä pakkaukset täyttivät vaatimukset.

11 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Kallistustestin havaintojen ja tulosten perusteella vastaus saatiin tutkimuskysymykseen. Pakkaus kestää tietyiltä osin standardin asettamat vaatimukset. Se, onko pakkaus jäykkyysominaisuuksiltaan stabiili, on hieman tulkinnanvaraista. Aluspuut liikkuvat pakkauksessa niin, että pakkaus ei ole enää siinä muodossa kuin se ohjeissa on määritelty kyseisille pakkaustyypeille. Tämä voitaisiin kuitenkin tulkita myös niin että pakkaus on epästabiili. Pakkaus ei kuitenkaan hajoa siten, että se aiheuttaisi suoranaisesti vaaraa kuljetuksessa. Pakkauksen muoto pysyy standardeissa määriteltyjen raja-arvojen sisällä niin elastisessa kuin pysyvässä muodonmuutoksessa. Viimeisenä suoritettussa

mittauksessa kuitenkin yksi kuormaliina piti pakkauksen ja sen sisältämän tuotteen paikallaan. Se korostaa sitä seikkaa, että kuorma on varmistettava ja tuettava hyvin, jolloin se käyttäytyy stabiilisti ja on turvallinen.

Kuorman varmistaminen maantieliikenteessä

Tavarakuljetuksissa kuormien varmistaminen ja sidonta on käytännössä ollut hyvin ylimalkaista myös omiin kokemuksiini pohjaten. Henkilökohtaisella kokemuksella totean, että 15 vuotta sitten oli hyvinkin yleinen näky, kuinka yhdellä kuormaliinalla sidottiin neljän tonnin kuorma tukematta sitä mihinkään muualle. Kyse oli välinpitämättömyydestä, ajatuksesta, että mitään ei tapahdu kuitenkaan. Konginkankaan onnettomuus 2005 nosti kuormansidonnän otsikoihin. Vaikka syy onnettomuuteen ei ollut kuorman varmistamisessa, sen puutteisiin puututtiin ja tiedostettiin sen olevan laajempikin ongelma.

Tällä hetkellä säädökset ja määräykset elävät. Kansallinen laki on määritellyt selkeästi, että kuorman pitää olla varmistettu, sidonnän lujisuuden on vastattava kuorman omaa massaa. Toteutus on vapaa, kunhan nämä määreet täyttyvät. Euroopassa ajatus on edennyt enemmän matemaattisten laskentakaavojen mukaan. Eurooppalaisen standardin pohjalta, joka on myös Suomessa hyväksytty, on koottu yleisopas, jonka pohjalta tarkoituksena on yhdet selkeät yhteinäiset käytännöt, joiden pohjalta voidaan kansallisia lakeja ja säädöksiä säätää.

Ohjeisiin kirjattiin ne vaatimukset ja perusasiat, jotka kansallinen laki ja standardi SFS-EN 12195-1 määrittää. Noudatettavan lainsäädännön määrittelee sen maan laki, jossa kuorma suoritetaan. Kallistustestien havaintojen ja kuorman varmistamisen vaatimusten pohjalta haluttiin korostaa erityisesti huolellista sidontaa. Ensisijaisesti kuormatilan etuseinää tulee käyttää tuentaa varten ja eliminoida tyhjä tila ehdottomasti myös kuormayksiköiden välissä. Jos jokin näistä ei ole mahdollista, kuorma tulisi varmistaa kuormaliinoilla käyttäen esimerkiksi valjassidontaa. Sidosten määrän osalta ohjeistuksessa annettiin vaatimus käyttää varmistamiseen vähintään yhtä kuormaliinaa jokaista kahta tonnia kohden. Poikkeuksena siten että, jos kuorma on yksi pakkaus, se tulee sitoa vähintään kahdella liinalla, vaikka paino olisi alle kaksi tonnia.

Jatkona suoritetulle testaukselle voisi ajatella tulevaisuudessa kallistustestiä, jossa tilanne vastaisi todellista kuormaa useammalla pakkauksella tai ajoneuvokohtainen kiihtyvyysskoe.

Tutkimuksen tuloksia voidaan pitää luotettavina. Empiirinen tutkimus pakkaukselle suoritettiin kahdessa eri otteessa samanlaisella menetelmällä. Ensimmäisen testin pakkauksille suoritettiin uusintakoe ja saadut tulokset toistuivat. Toisessa testissä otanta käsitti laajemman valikoiman, joista saadut tulokset olivat johdonmukaisia referenssipakkauksiin. Testausmenetelmän yksityiskohdat ja mahdollisia vaikutuksia pohdittiin jälkikäteen. Muutoksilla lopputulos olisi kuitenkin ollut sama.

Opinnäytetyön toiminnallisen tutkimuksen osalta näen tavoitteen täyttyneen. Tavoitteena ollut ohjeistuksen päivitys saatiin tehtyä. Käytetty lähdemateriaali sisälsi eri tutkimusryhmien julkaisuja ja koulutusmateriaalia. Kaupallisia julkaisuja ja lähteitä käytettiin vain asioissa, joissa sitä ei ollut saatavilla kuin valmistajilta itsessään. Lainsäädäntö on monimutkaista ja varsinaisen Euroopan yhteisen lain ja direktiivien puute vaikeuttaa yksinkertaisen, mutta tarkan ohjeistuksen luomista.

Työn tekemisessä on noudatettu Arene ry:n julkaisemassa oppaassa annettuja ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettisiä suosituksia. Opinnäytetyön suorittamisesta ja sisällöstä on sovittu kirjallisesti kaikkien osapuolien kanssa. Tutkimuksen tulokset ja sisältö on toimeksiantajalla tarkistettu ja hyväksytetty. Työ sisältää yksityishenkilöiden ottamia kuvia. Näiden käyttöoikeudesta ja julkaisutiedoista on henkilöiden kanssa sovittu.

Työn tekeminen oli omasta mielestäni haastavaa. Kallistustestien suunnittelu ja toteutus oli mielekäs projekti. Mielestäni se toteutui kuten oli suunniteltu. Aihe oli mielenkiintoinen ja siihen enemmän perehtyessäni se myös vaikutti, kuinka asian näen omassa työssäni. Yrityksien turvallisuuskulttuuri on kokenut myös muutoksen muutaman viime vuoden aikana, jonka vuoksi kuljetusten turvallisuus on myös noussut agendaksi. Uskoisin että työsarkaa aiheen parissa tulee riittämään.

Jos nyt aloittaisin työn tekemisen alusta, tekisin montakin asiaa toisin. Järjestelmällinen aikataulutus ja siinä pitäytyminen olisi tärkeimpänä. Ajankohtaan sattui pienempiä ja isompia mullistuksia, joiden vaikutusta ei ennalta voi arvata. Myös teorian läpikäynti tulisi tehdä järjestelmällisesti, eikä mielenkiintoisesti asiasta toiseen edestakaisin liikkuen.

LÄHTEET

Ajoneuvoyhdistelmien enimmäispituudeksi 34,5 metriä. 2019. Liikenne-
ministeriön tiedote. Saatavissa: <https://www.lvm.fi/-/ajoneuvoyhdistelmien-enimmaispuudeksi-34-5-metria-995196> [viitattu 7.11.2020]

Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviivat – Kuorman varmistaminen tieliikenteessä. Luxemburg: Euroopan unionin julkaisutoimisto. 2014.

IRU. International Guidelines on Safe Load Securing for Road Transport. Geneve. 2014

JAMK Logistiikka. 2019. 52. painos. Tavaraliikenneyrittäjä. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Jävi-Kääriäinen, T. & Ollila, M. 2007. Toimiva pakkaus. Helsinki: Pakkausteknologia – PTR ry

Karhunen, J. Pouri, R. & Santala, J. 2008. Kuljetukset ja varastointi – järjestelmät, kalusto ja periaate. 2. painos. Saarijärvi: Suomen logistiikkayhdistys ry.

Kugele, M, Lampen, A & Sander R. 2013. Professional drivers INFO Load securing. 3. painos. Goch: B.O.S.S. Duck un Medien GmbH.

Liikenneministeriön päätös ajoneuvojen kuormakoreista, kuormaamisesta ja kuorman kiinnittämisestä 1982/940

Logistiikan tutkimus ja kehitys LORDA ry. 2004. Kuormansidonnan käsikirja. Helsinki: SKAL Kustannus Oy.

Maanteiden tavaraliikenne Suomessa. 2019. SKAL toimialakatsaus 2019. Helsinki: SKAL ry. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.skal.fi/sites/default/files/sisaltosivujen_tiedostot/skal_toimialakatsaus_2019_web.pdf [viitattu 20.4.2020]

Network Engineering Oy. 2019. FIX Kuormansidontapeite. 2019. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://nwe.fi/wp-content/uploads/2019/06/fix-road-ja-strap-manual-fi-2019.pdf> [viitattu 20.4.2020]

Safe Load testing technologies S.L. 2018. Step by step guide to comply with EUMOS 40509. PDF-dokumentti. Valencia. Saatavissa: <https://www.safeloadtesting.com/cargo-securing-eumos/> [viitattu 21.4.2020]

Schmitz Cargobull. 2019. Raise the Curtain for Correct Load Securing. PDF-dokumentti. Horstmar. Saatavissa: <https://www.cargobull.com/en/media-centre/products> [viitattu 20.4.2020]

Schmitz Cargobull. 2019. S.CS Curtainsider Semi-trailers. PDF-dokumentti. Horstmar. Saatavissa: <https://www.cargobull.com/en/media-centre/products> [viitattu 20.4.2020]

Tieliikennelaki 729/2018.

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2018. Laadullinen tutkimus ja sisältöanalyysi. 9., uudistettu painos. Helsinki: Tammi.

Tapaninen, U. Logistiikka ja liikennejärjestelmät. E-kirja. Helsinki: Ota-tieto 2018. Saatavissa: <https://kaakkuri.fi/finna> [viitattu 22.4.2020]

Vilka, H. 2006. Tutki ja havainnoi. Vaajakoski: Tammi.

Vilka, H. & Airaksinen, T. 2003 Toiminnallinen opinnäytetyö. Jyväskylä: Tammi.

Varis, T. 2017. Puulevyteollisuus. Porvoo: Kirjakaari Oy.

KUVALUETTELO

Kuva 1. Kolmiakselisen puoliperävaunun painojakauma. IRU. International Guidelines on Safe Load. 2014.

Kuva 2. Sidontavyön merkinnät. Ritonen, T. 23.3.2020

Kuva 3. Irralliset kitkamatot pakkauksen alla. Valkeapää, A. 15.9.2020

Kuva 4. Kuorman yli sidonta. Roulamo. 23.10.2020

Kuva 5. Lavavaunu. Ritonen, T. 2.6.2020

Kuva 6. Kallistustestin alkutilanne. Ritonen, T. 2.6.2020

Kuva 7. Sivuttaissuuntainen kallistus pinnoittamaton vaneri. Ritonen, T. 2.6.2020

Kuva 8. Aluspuut. Ritonen, T. 28.10.2020

