



Euroopan
komissio



EUROOPPALAISIA PARHAITA TOIMINTATAPOJA KOSKEVAT
SUUNTAVIIVAT

KUORMAN VARMISTAMINEN TIELIIKENTEESSÄ

Liikenne

Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviivat 2014

Kuorman varmistaminen tieliikenteessä

*Europe Direct -palvelu auttaa sinua löytämään
vastaukset EU:hun liittyviin kysymyksiisi.*

Yhteinen maksuton palvelunumero (*):

00 800 6 7 8 9 10 11

(*) Saat pyytämäsi tiedot maksutta. Myös useimmat puhelut ovat maksuttomia, joskin jotkin operaattorit, puhelinkioskit tai hotellit voivat periä puheluista maksun.

Suuri määrä muuta tietoa Euroopan unionista on käytettävissä internetissä Europa-palvelimen kautta (<http://europa.eu>).

Cover illustration: © zaschnaus - Fotolia.com

Luxemburg: Euroopan unionin julkaisutoimisto, 2014

Print ISBN 978-92-79-43668-0 doi:10.2832/81480 MI-06-14-080-FI-C
PDF ISBN 978-92-79-43646-8 doi:10.2832/71654 MI-06-14-080-FI-N

© Euroopan unioni, 2014

Tekstin jäljentäminen on sallittua, kunhan lähde mainitaan.

Printed in Luxembourg

PAINETTU KLOORIVALKAISEMATTOMALLE PAPERILLE (ECF)

Huomautuksia

1. Nämä parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviivat on laatinut liikenteen ja liikkumisen pääosaston perustama, jäsenvaltioiden ja toimialan nimeämistä asiantuntijoista koostuva asiantuntijaryhmä.
2. Parhaita toimintatapoja koskevia suuntaviivoja voivat hyödyntää kaikki kuormien varmistamisen kanssa suoraan tai välillisesti tekemisissä olevat julkiset tai yksityiset tahot. Asiakirja on tarkoitettu käytettäväksi lähteenä ja apuna turvallisten ja hyväksi havaittujen toimintatapojen soveltamisessa.
3. Asiakirja ei ole sitova samassa merkityksessä kuin EU:n hyväksymät oikeudelliset säädökset, vaan siinä lähinnä esitetään, mitä tietämystä eurooppalaisille alan asiantuntijoille on asiasta kertynyt. Näissä suuntaviivoissa kuvattujen periaatteiden ja menetelmien noudattamisen pitäisi myös valvontaviranomaisten näkökulmasta johtaa siihen, että maantieliikenteen harjoittamiselta vaadittava turvallisuustaso täyttyy. Suuntaviivoja hyödynnettäessä on varmistettava, että käytetyt menetelmät ovat kyseiseen tilanteeseen sopivia. Tarvittaessa on käytettävä muita varoimenpiteitä.
4. On syytä muistaa, että jäsenvaltioilla voi olla kuormien varmistamiseen liittyviä erityisvaatimuksia, joita ei mainita näissä parhaita toimintatapoja koskevissa suuntaviivoissa. Tämän vuoksi onkin suositeltavaa pyytää asiasta vastaavilta viranomaisilta tietoa mahdollisista erityisvaatimuksista.
5. Tämä asiakirja on julkisesti saatavilla ja ladattavissa maksutta Euroopan komission internetsivustolta.¹
6. Suuntaviivat tarkistetaan säännöllisin väliajoin ja niihin tehdään muutoksia sitä mukaa kuin kuormanvarmistusmenetelmistä ja -tekniikoista saadaan lisää kokemusta ja niitä kehitetään edelleen. Tietoa oppaan uusimmasta saatavilla olevasta versiosta on Euroopan komission internetsivuilla. Sisällön kehittämistä tai täydentämistä koskevat ehdotukset ovat erittäin tervetulleita. Ne pyydetään lähettämään alaviitteessä mainittuun osoitteeseen². Yleiset suuntaviivoja koskevat tiedustelut voi lähettää samaan osoitteeseen.

1 http://ec.europa.eu/transport/roadsafety/vehicles/best_practice_guidelines_fi.htm

2 European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport, Road Safety Unit, 200 rue de la Loi, BE-1049 Brussels, Belgia. Sähköpostiosoite: move-mail@ec.europa.eu.

Sisällysluettelo

Luku 1 Yleistä taustaa	9
1.1. Soveltamisala ja tavoitteet	9
1.2. Sovellettavat standardit	10
1.3. Toiminnalliset vastuut	10
1.4. Taustatietoa fysiikasta	12
1.5. Kuorman jakautuminen	14
1.6. Ajoneuvon varusteet	15
Luku 2 Ajoneuvon rakenne	16
2.1. Sivuseinät	17
2.2. Etupääty	17
2.3. Takalaita	18
2.4. Lattiareunus	19
2.5. Pylväät	19
2.6. Sidontapisteet	21
2.7. Erityisvarusteet	23
2.8. ISO-kontit (ISO 1496-1)	24
2.8.1. Päätyseinät	24
2.8.2. Sivuseinät	24
2.8.3. Kiinnitys- ja sidontapisteet	24
2.8.4. Konttilukot	24
2.9. Vaihtokorit	25
Luku 3 Pakkaaminen	26
3.1. Pakkausmateriaalit	26
3.1.1. Kutistekalvo	27
3.1.2. Kiristehuppu	27
3.1.3. Kiristekalvo	27
3.1.4. Esikiristetty kalvo	27
3.1.5. Vanteet	28
3.1.6. Verkot	28

3.2.	Pakkausmenetelmät	28
3.2.1.	Muotoon perustuva pakkaaminen kuljetusta varten	28
3.2.2.	Voimaan perustuva pakkaaminen kuljetusta varten	29
3.3.	Pakkaamisen koemenetelmät	30
Luku 4 Varmistusvälineet		31
4.1.	Sidontavälineet	31
4.1.1.	Sidontavyöt	31
4.1.2.	Kettingit	32
4.1.3.	Teräsvaijerit	33
4.2.	Kitkaa lisäävät tarvikkeet	33
4.2.1.	Pinnoitteet	34
4.2.2.	Kumiset liukuestematot	34
4.2.3.	Muusta kuin kumista valmistetut liukuestematot	34
4.2.4.	Kitkapaperi	34
4.3.	Tukitangot	34
4.4.	Täytämateriaalit	35
4.5.	Kulmasuojat	36
4.6.	Verkot ja peitteet	37
4.7.	Muut varmistusmateriaalit	38
Luku 5 Varmistusmenetelmät		39
5.1.	Yleisperiaate	39
5.2.	Lukinta	39
5.3.	Paikallinen tuenta	39
5.4.	Yleinen tuenta	41
5.5.	Suorasidonta	41
5.5.1.	Ristikkäissidonta	41
5.5.2.	Rinnakkaissidonta	42
5.5.3.	Silmukkasidonta	42
5.5.4.	Valjassidonta	42
5.6.	Kuorman yli sidonta	43
5.7.	Yleisiä huomioita varmistusmenetelmistä	44

Luku 6 Laskelmat	45
6.1. Esimerkki 1 – Puulaatikko, jonka painopiste on alhaalla	45
6.1.1. Liukuminen	46
6.1.2. Kuorman massa m , jonka liukuminen voidaan estää kahdella ylisidoksella	46
6.1.3. Kuorman massa, jonka liukuminen eteenpäin voidaan estää valjassidoksella	46
6.1.4. Kuorman paino, jonka liukuminen voidaan estää kahdella ylisidoksella sekä valjassidoksella	47
6.1.5. Kallistuminen	47
6.1.6. Päätelmä	47
6.2. Esimerkki 2 – Puulaatikko, jonka painopiste on korkealla	48
6.2.1. Liukuminen	48
6.2.2. Kuorman massa, jonka liukuminen voidaan estää kahdella ylisidoksella	48
6.2.3. Kuorman paino, jonka liukuminen eteenpäin voidaan estää valjassidoksella	49
6.2.4. Kuorman paino, jonka liukuminen voidaan estää kahdella ylisidoksella sekä valjassidoksella	49
6.2.5. Kallistuminen	50
6.2.6. Kuorman paino, jonka sivulle kallistuminen voidaan estää kahdella ylisidoksella	50
6.2.7. Päätelmä	50
6.3. Esimerkki 3 – Kuormalavalle lastatut kulutustavarat	51
Luku 7 Kuorman varmistuksen tarkastaminen	53
7.1. Puutteiden luokittelu	53
7.2. Tarkastusmenetelmät	53
7.3. Puutteiden arviointi	54
Luku 8 Esimerkkejä eräiden tuotteiden varmistamisessa käytettävistä järjestelyistä	55
8.1. Litteälle alustalle elementtipukkien varaan sijoitetut paneelit	55
8.2. Puutavarakuormat	56
8.2.1. Pakattu sahatavara	56
8.2.2. Pyöreä puutavara ja pakkaamaton sahatavara	57
8.2.3. Pylväät	59
8.3. Suurkontit	60
8.4. Liikuteltavien koneiden kuljettaminen	60
8.5. Henkilöautojen, pakettiautojen ja pienten perävaunujen kuljettaminen	62

8.6.	Kuorma-autojen, perävaunujen ja alustojen kuljettaminen kuorma-autolla	64
8.7.	Kelojen kuljettaminen	64
8.7.1.	Yli 10 tonnin painoiset kelat	64
8.7.2.	Alle 10 tonnin painoiset kelat	66
8.8.	Juomat	67
8.9.	Kuormalavoille pakattujen tavaroiden kuljettaminen	67
8.10.	Ristiinsidonnan käyttäminen kuormalavoille lastattujen tavaroiden kuljettamisessa	69
8.11.	Sekakuormat	71
Liite 1 Merkinnät		72
Liite 2 Pikasidontaopas		73
A.2.1.	Menettely ja rajoitukset	73
A.2.2.	Kuorman kiinnitysjärjestelyn on kestävä...	73
A.2.3.	Ehdot, joiden on täyttyvä, kun varmistaminen tehdään pikasidontaoppaan ohjeiden mukaan	74
A.2.4.	Tuenta	74
A.2.5.	Muut kuormanvarmistusmenetelmät	77
A.2.6.	Liukuminen	77
A.2.7.	Kaatuminen	78
A.2.8.	Silmukkasidonta	79
A.2.9.	Valjassidonta	81
A.2.10.	Suorasidonta	83
A.2.11.	Kuorman yli sidonta	84
A.2.12.	Muut sidontavälineet	86
A.2.13.	Useista kerroksista koostuva kuorma	87
A.2.14.	Muunlaiset kuormat	88
Liite 3 Kitkakertoimia		89
Liite 4 Puutteiden arviointi		90

Luku 1 Yleistä taustaa

1.1. SOVELTAMISALA JA TAVOITTEET

Näiden suuntaviivojen tarkoituksena on antaa käytännöllisiä perusohjeita kaikille kuormien lastaukseen, purkamiseen ja varmistamiseen osallistuville, mukaan lukien liikenteenharjoittajille ja laivajille. Suuntaviivoista on hyötyä myös direktiivin 2014/47/EU mukaisia teknisiä tienvarsitarkastuksia tekeville valvontaviranomaisille sekä tuomioistuinten päätöstenteossa. Suuntaviivat voivat toimia pohjana silloin, kun jäsenvaltiot järjestävät maanteiden tavara- ja henkilöliikenteeseen tarkoitettujen tiettyjen ajoneuvojen kuljettajien perustason ammattipätevyydestä ja jatkokoulutuksesta annetun direktiivin 2003/59/EY mukaista kuljettajakoulutusta. Suuntaviivojen tavoitteena on antaa ohjeita kuormien riittävästä varmistamisesta kaikkien tavanomaisissa liikenneolosuhteissa ilmenevien tilanteiden varalta. Suuntaviivojen on määrä toimia myös yhteisenä perustana kuormanvarmistusasioiden käytännön soveltamisessa ja valvonnassa.

Kuljetuksen aikana kuormaa on kaikilta osiltaan estettävä liukumasta, kallistumasta, vierimästä, siirtymästä, muuttamasta huomattavasti muotoaan tai kääntymästä mihinkään suuntaan. Estokeinoja ovat esimerkiksi lukinta, tuenta, sidonta tai näiden yhdistelmät. Näin suojataan ajoneuvoa lastaavia, purkavia ja ajavia henkilöitä sekä muita tienkäyttäjiä, jalankulkijoita, kuormaa itseään ja ajoneuvoa.

Kuorma on sijoitettava ajoneuvon siten, ettei se voi aiheuttaa vaaraa henkilöille tai esineille tai liikkua ajoneuvon päällä tai siitä pois.

Näistä ohjeista huolimatta maanteillä tapahtuu joka päivä vaaratilanteita ja onnettomuuksia, jotka johtuvat kuorman huonosta lastaamisesta ja varmistamisesta. Näissä eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevissa suuntaviivoissa annetaan teknistä ja fysiikkaan liittyvää taustatietoa sekä käytännön varmistamisohjeita maantieliikenteeseen. Lisätietoa saa tekstissä mainituista kansainvälisistä standardeista. Suuntaviivat eivät korvaa eri puolilla Eurooppaa tehtyjen tiettyntyyppistä lastia tai tietynlaisia kuljetusolosuhteita koskevien laajojen kokeiden tuloksia, eikä niissä kuvata yksityiskohtaisesti kaikkia mahdollisia kulloisellekin kuormalle sopivia ratkaisuja. Nämä suuntaviivat on tarkoitettu kaikille kuljetusketjuun osallistuville henkilöille, jotka suunnittelevat, valmistelevat, valvovat tai tarkistavat maantiekuljetuksia taatakseen niiden turvallisuuden.

Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviivat perustuvat eurooppalaiseen standardiin EN 12195-1³. Suuntaviivoissa esitetään tämänhetkiset alan parhaat toimintatavat, ja erityis huomio on ajoneuvoissa, joiden suurin massa on yli 3,5 tonnia. Suuntaviivoja hyödynnettäessä on varmistettava, että käytetyt menetelmät ovat kyseiseen tilanteeseen sopivia. Tarvittaessa on käytettävä muita varotoimenpiteitä.

Eurooppalaisia parhaita toimintatapoja koskevat suuntaviivat on tarkoitettu ADR-sopimuksessa ja teknisistä tienvarsitarkastuksista annetussa direktiivissä 2014/47/EU esitettyjen kansainvälisten sääntöjen soveltamisen tueksi.

Muissa ohjeissa voidaan antaa lisätietoa tai kuvata tietynlaista lastia ja/tai tiettyjä ajoneuvoja koskevia vaihtoehtoisia menetelmiä, mutta niihin ei voi sisältyä lisävaatimuksia tai rajoituksia, ja niiden on aina oltava eurooppalaisen standardin EN 12195-1 mukaisia.

³ Standardi EN 12195-1: Maantieajoneuvojen kuormanvarmistus. Turvallisuus. Osa 1: Kiinnitysvoimien laskenta. Suuntaviivojen laatimishetkellä sovellettava versio on EN 12195-1:2010.

1.2. SOVELLETTAVAT STANDARDIT

Nämä kuorman varmistamista koskevat eurooppalaiset suuntaviivat perustuvat kitkaan, painovoimaan, dynamiikkaan ja lujuusoppiin pohjautuviin fysiikan lakeihin. Lakien soveltaminen arjessa voi kuitenkin olla ongelmallista. Kuorman kiinnitysjärjestelyjen suunnittelun ja tarkistamisen helpottamiseksi seuraavien kansainvälisten standardien uusimmassa versiossa annetaan erityisiä normeja, jotka koskevat esimerkiksi korirakenteen lujuutta ja kestävyyttä, kiinnitysjärjestelyitä sekä kiinnityksessä käytettäviä materiaaleja⁴:

Standardi ⁵	Aihe
- EN 12195-1	Sidontavoimien laskenta
- EN 12640	Sidontapisteet
- EN 12642	Ajoneuvon korirakenne
- EN 12195-2	Tekokuituiset kiinnitysvälineet
- EN 12195-3	Kiinnityskettingit
- EN 12195-4	Kiinnitysvaijerit
- ISO 1161, ISO 1496	ISO-rahtikontit
- EN 283	Vaihtokorit
- EN 12641	Suojapeitteet
- EUMOS 40511	Pylväät
- EUMOS 40509	Kuljetuspakkaukset

Kansallisia ja paikallisia normeja, jotka ovat ristiriidassa mainittujen kansainvälisten standardien kanssa tai joissa annetaan lisärajoituksia, ei pidä soveltaa kansainvälisiin kuljetuksiin.

Intermodaalisissa eli eri kuljetusmuotoja yhdistävissä kuljetuksissa sovelletaan muita vaatimuksia, kuten ohjeita tavaroiden kuormaamisesta rahdinkuljetusyksikköihin ”IMO/ILO/UNECE Code of Practice for Packing of Cargo Transport Units” (rahdinkuljetusyksiköitä koskeva ohje).

1.3. TOIMINNALLISET VASTUUT

Kaikkien logistiikkaprosessin osapuolten, mukaan lukien pakkaajat, lastaajat, kuljetusyhtiöt, liikenteenharjoittajat ja kuljettajat, tehtävä on varmistaa, että kuorma on asianmukaisesti pakattu ja lastattu soveltuvaan ajoneuvoon.

On syytä ymmärtää, että kuormien varmistamiseen liittyvät vastuualueet perustuvat kansainvälisiin sopimuksiin ja lainsäädäntöön, kansalliseen lainsäädäntöön sekä osapuolten välisiin sopimuksiin.

Suosittelavaa on, että toiminnallisista vastuualueista sovitaan sopimuksella. Jos osapuolten välillä ei ole sopimusta, oheisessa vastuuketjussa on kuvattu tärkeimmät kuormien varmistamiseen liittyvät toiminnalliset vastuut riippumatta siitä, onko näitä käsitelty lainsäädännössä:

Kuljetuksen suunnitteluun liittyvät vastuut/toimet:

1. laaditaan kuormasta todenmukainen kuvaus, josta ilmenevät ainakin seuraavat:

⁴ Kuljetuksiin, joissa käytettävän ajoneuvon suurin sallittu massa on enintään 3,5 tonnia, sovelletaan mahdollisesti muita standardeja, esimerkiksi ISO 27955 ja ISO 27956.

⁵ Standardeja saa yleensä kansallisilta standardoimislaitoksilta.

- a) kuorman ja kunkin yksittäisen kuormausyksikön massa
 - b) kunkin kuormausyksikön painopisteen sijainti, jos se ei ole keskellä
 - c) kunkin kuormausyksikön ulkomitat
 - d) pinoamista ja suuntaa koskevat rajoitukset, joita kuljetuksen aikana on noudatettava
 - e) muut asianmukaisen varmistamisen kannalta oleelliset tiedot
2. varmistetaan, että kuormausyksiköt on pakattu niin, että ne kestävät tavanomaisissa kuljetusolosuhteissa odotettavissa olevia jännityksiä, myös sidontavoimia
 3. varmistetaan, että vaaralliset aineet on luokiteltu, pakattu ja merkitty oikein
 4. varmistetaan, että vaarallisten aineiden kuljetusasiakirjat on täytetty ja allekirjoitettu
 5. huolehditaan, että ajoneuvo ja varmistamisvälineet soveltuvat kuljetettavalle lastille
 6. huolehditaan, että lastaaja saa tietoonsa kaikki ajoneuvon kuormanvarmistusominaisuuksiin liittyvät tiedot
 7. estetään eri lastaajien tekemien kuormien epäsuotavat keskinäisvaikutukset.

Lastaamiseen liittyvät vastuut/toimet:

1. varmistetaan, että ajoneuvoon lastataan vain turvallista ja kuljetettavaksi soveltuvaa kuormaa
2. tarkistetaan lastauksen aloittamisen yhteydessä, onko kuormanvarmistussuunnitelmaa laadittu
3. huolehditaan, että kaikista kuorman varmistamiseen käytettävistä ajoneuvon osista voidaan esittää sertifikaatit
4. varmistetaan ajoneuvon asianmukainen kunto ja kuormatilan puhtaus
5. todetaan lastauksen aloittamisen yhteydessä, että kaikki kuorman varmistamisessa tarvittavat välineet ovat käytettävissä ja asianmukaisessa kunnossa
6. varmistetaan, ettei ajoneuvon lattiaa ylikuormiteta lastauksen aikana
7. huolehditaan, että lasti on jaettu oikein ajoneuvon eri puolille huomioiden kuormituksen jakautuminen ajoneuvon akseleille sekä hyväksyttävät raot (merkitty mahdolliseen varmistussuunnitelmaan)
8. varmistetaan, ettei ajoneuvoa ylikuormiteta
9. huolehditaan, että tarvittavia lisävarusteita, kuten liukuestemattoja, pehmusteita, tukipuita, tukitankoja ja kaikkia muita lastauksen aikana paikoilleen laitettavia varmistusvälineitä käytetään asianmukaisesti (mahdollista varmistussuunnitelmaa noudattaen)
10. varmistetaan, että kuormatila tiivistetään kunnolla silloin, kun se on mahdollista
11. huolehditaan, että kaikkia sidontavälineitä käytetään asianmukaisesti (mahdollista varmistussuunnitelmaa noudattaen)
12. suljetaan ajoneuvo silloin, kun se on mahdollista.

Kuljettamiseen liittyvät vastuut/toimet:

1. tarkistetaan selkeiden vaaratilanteiden varalta silmämääräisesti ajoneuvon ulkopuoli sekä lasti, jos se on luokse päästävässä
2. huolehditaan, että kaikista kuorman varmistamiseen käytettävistä ajoneuvon osista voidaan tarvittaessa esittää sertifikaatit/merkinnät
3. tarkistetaan kuorman varmistaminen säännöllisesti kuljetusmatkan aikana kaikilta luoksepäästäviltä osilta.

1.4. TAUSTATIETOA FYSIIKASTA

Kuorman kiinnitysjärjestelyjen suunnittelun on pohjauduttava seuraaviin:

- kiihtyvyydet
- kitkakertoimet
- varmuuskertoimet
- testausmenetelmät.

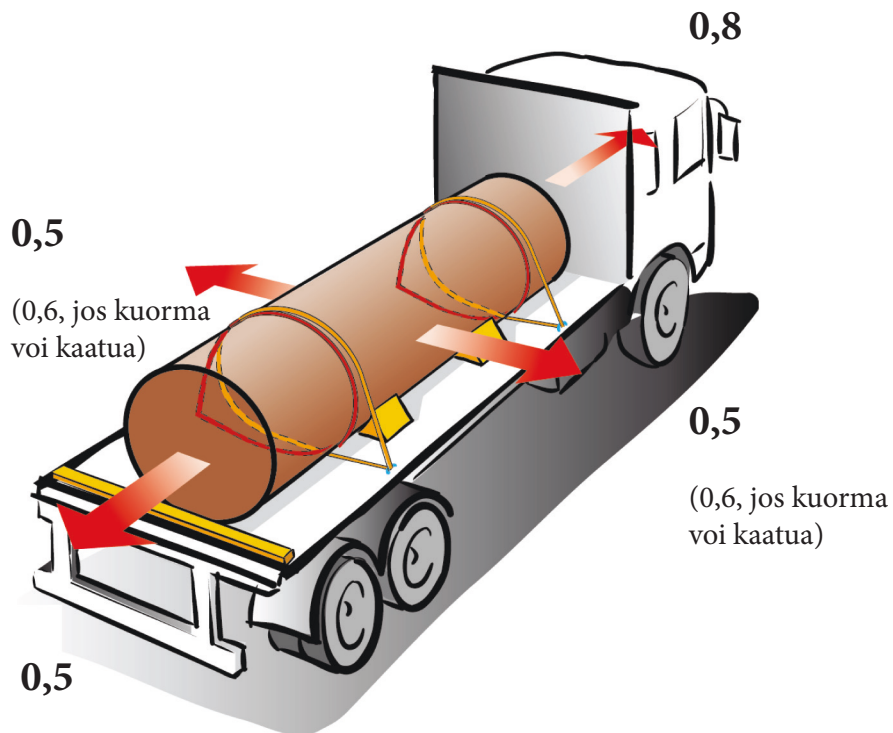
Nämä parametrit ja menetelmät kuvataan ja niitä käsitellään eurooppalaisessa standardissa EN 12195-1.

Lukinnan, tuennan, suorasidonnan ja kitkasidonnan yhteisvaikutuksella voidaan estää kuorman liukuminen, kaatuminen, pyöriminen, siirtyminen, huomattava muodonmuutos ja kääntyminen (jonkin pysty akselin ympäri).

Kuorman kiinnitysjärjestelyt voidaan esittää pelkistetysti kuljettajille, lastaajille ja valvontaviranomaisille suunnittelemalla ne pikasidontaoppaan mukaisesti (ks. liite). Kuorman varmistus- ja sidontatapojen määrä ja tyyppi sekä käytettävät järjestelyt voivat vaihdella, kunhan standardeja noudatetaan.

Kuorman kiinnitysjärjestelyn on kestettävä seuraavat:

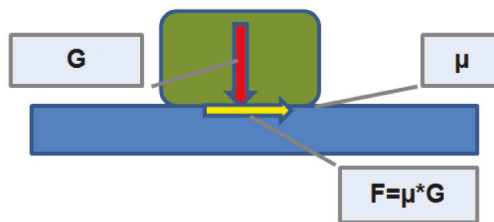
- ... 0,8 kertaa kuorman paino menosuunnassa
- ... 0,5 kertaa kuorman paino sivuttaissuunnassa ja taaksepäin
- ... 0,6 kertaa kuorman paino sivuttaissuunnassa, jos kuorma voi kaatua



Kuva 1: Massavoimat kuljetuksen aikana

Kitka:

Enimmäiskitkavoima saadaan kertomalla kahden esineen välinen kosketusvoima kitkakertoimella.



Kuva 2: Kitkavoima

Huomaa: Jos kahden esineen välinen kosketusvoima G pienenee, silloin pienenee myös kitkavoima. Jos esineiden välinen voima on nolla, silloin kitkavoimaa ei ole. Pystysuuntainen värinä voi pienentää lastin ja lastausalustan välistä pystysuuntaista voimaa!



Kuva 3: Pystysuuntainen värinä ajon aikana

1.5. KUORMAN JAKAUTUMINEN

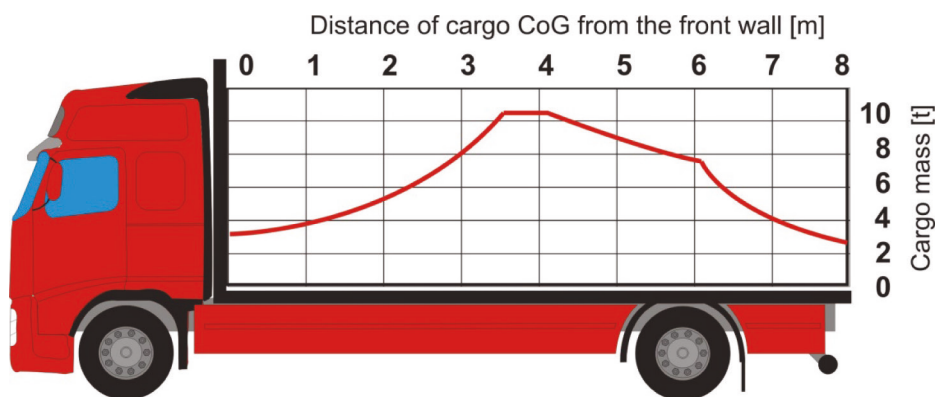
Ajoneuvoa kuormattaessa on pidettävä huoli siitä, ettei suurimpia sallittuja mittoja, akselipainoa ja kokonaispainoa ylitetä. Vähimmäisakselikuormitukset on myös otettava huomioon riittävän vakauden, ohjautuvuuden ja jarrutustehon varmistamiseksi laissa säädetyllä tai ajoneuvon valmistajan tarkoittamalla tavalla.

Kuljetusyksiköissä erityisen tärkeää on lastin painopisteen sijoittaminen siten, että ohjautuvuuden ja jarrutustehon edellyttämät akselikuormitukset toteutuvat. Tällaisille ajoneuvoille saattaa olla omat kuvaajansa (katso kuvien 4 ja 5 esimerkit), jotka esittävät sallitun hyötykuorman painopisteen pitkittäissijainnin funktiona. Yleensä enimmäishyötykuormaa voidaan käyttää vain silloin, kun painopiste on sijoitettu kepealle alueelle noin puoliväliin kuormatilän pituussuunnassa.

Kuormajakaumakuvaajan laatiminen on varsinaisesti ajoneuvon tai korin valmistajan tehtävä, mutta kuvaaja voidaan laskea myöhemminkin taulukkolaskennalla tai yksinkertaisilla tietokoneohjelmilla käyttämällä suurena ajoneuvon geometriaa, kaikkien akselien vähimmäis- ja enimmäisakselikuormituksia, ajoneuvon omapainon jakautumista eri akseleille sekä enimmäishyötykuormaa. Ohjelmia on saatavana internetistä edulliseen hintaan tai maksutta.

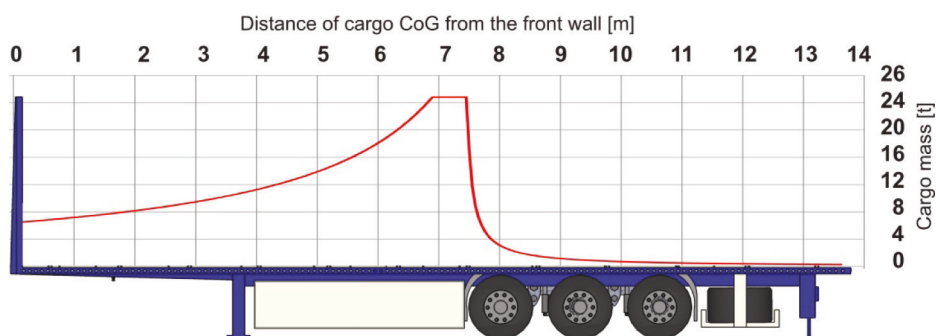
Kun kuorma jakautuu ajoneuvon oman kuormajakaumakuvaajan mukaisesti, on helpompaa varmistaa, etteivät ajoneuvon suurimmat sallitut akselikuormitukset ylity.

Esimerkki tavallisen kaksiakselisen 18 tonnin kuorma-auton kuormajakaumakuvaajasta:



Kuva 4: Kaksiakselisen kuorma-auton kuormajakaumakuvaaja

Esimerkki tavallisen 13,6-metrinen puoliperävaunun kuormajakaumakuvaajasta:



Kuva 5: Kolmiakselisen puoliperävaunun kuormajakaumakuvaaja

1.6. AJONEUVON VARUSTEET

On syytä muistaa, että kuormaksi katsotaan myös kaikki välineet ja tarvikkeet, joita ajoneuvon kyydissä kuljetetaan pysyvästi tai tilapäisesti. Lukitsematon tukijalka, joka laskeutuu ajoneuvon liikkuaessa, saattaa aiheuttaa huomattavaa vahinkoa, kuten eräät kohtalokkaat onnettomuudet ovat osoittaneet.




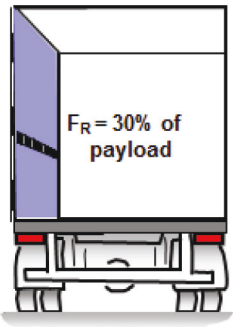
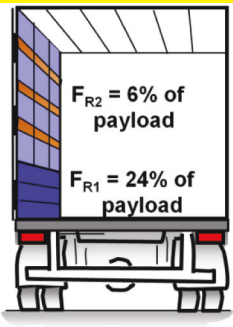
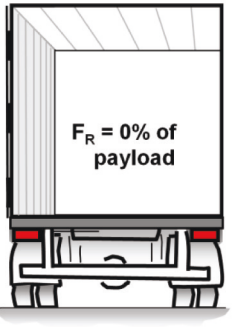
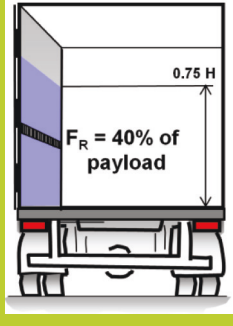
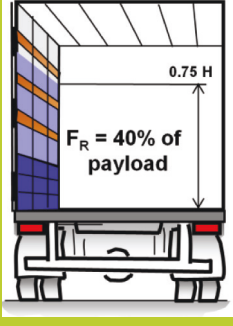
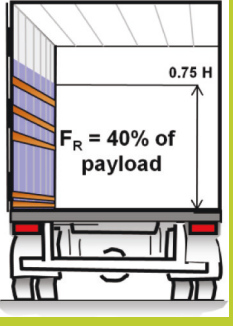
Irrallaan olevat varusteet, kuten sidontavyöt, köydet, levyt jne., on myös kuljetettava siten, ettei niistä aiheudu vaaraa muille tienkäyttäjille. Suositeltavaa on käyttää erillistä kaappia, jossa varusteita säilytetään silloin, kun ne eivät ole käytössä. Jos varusteita kuitenkin pidetään ohjaamossa, ne on sijoitettava siten, etteivät ne voi tulla kuljettajan ohjainlaitteiden tielle.

Luku 2 Ajoneuvon rakenne

Seuraavassa tarkastellaan eurooppalaisissa standardeissa EN 12640, EN 12641, EN 12642 ja EN 283 esitettyjä ajoneuvon rakennetta sekä rahdinkuljetusyksiköissä, ajoneuvoissa ja vaihtokoreissa olevia sidontapisteitä koskevia vaatimuksia.

Erilaisissa rahdinkuljetusyksiköissä käytettävien kiinnitysjärjestelyjen määrä riippuu paitsi kuorman tyypistä, myös sivuseinien, etupäädyn ja takalaidan lujuudesta.

Seuraavassa verrataan rahdinkuljetusyksiköiden sivuseiniä, etupäätä ja takalaitoja koskevia lujuusvaatimuksia.

	UMPIKORILLINEN AJONEUVO	LAVAPERÄVAUNU (SARANOIDUT LAIDAT)	VERHOKAPELLIPERÄVAUNU
			
EN 12642 L			
	<p>Etupääty: $F_R = 40\%$ hyötykuormasta (P), enintään 5000 daN Takalaita: $F_R = 25\%$ hyötykuormasta (P), enintään 3100 daN</p>		
EN 12642 XL			
	<p>Etupääty: $F_R = 50\%$ hyötykuormasta (P) Takalaita: $F_R = 30\%$ hyötykuormasta (P)</p>		

Kuva 6: Erilaisten rahdinkuljetusyksiköiden lujuusvaatimuksia

Vihreällä merkityissä ajoneuvotyypeissä on lujat sivuseinät, keltaisella merkityissä ajoneuvotyypeissä on laidat vain lastin tuentaa varten, ja punaisella merkityissä ajoneuvoissa laidat on tarkoitettu ainoastaan suojaksi säätä vastaan. Seuraavassa kuvataan lujuudeltaan erilaisten laitojen käyttötapoja.

Huomaa, että jos sivuseiniä käytetään kuorman tukemiseen, käytettävien listojen tyyppin ja lukumäärän on oltava koetodistuksen mukaisia. Listat asetetaan paikoilleen siten, että kuorman paino jakautuu sivuseinien kantaville osille eli sivutulppien, kattopalkin ja lattian varaan.

2.1. SIVUSEINÄT

Ajoneuvot luokitellaan seuraavasti sivuseinien lujuuden mukaan:

- EN 12642 XL: lujuus 40 % hyötykuormasta (0,4 P)
- EN 12642 L: lujuus 30 % hyötykuormasta (0,3 P)
- Ei lujuutta; 0 % hyötykuormasta

Sivuseinät – EN 12642 XL

Sivuseinät, jotka on rakennettu standardin EN 12642 XL mukaisesti, on kokeellisesti todettu kestävän voiman, joka vastaa 40 %:a hyötykuormasta (0,4 P) jaettuna tasaisesti sivuseinien koko pituudelle ja ainakin 75 prosentille niiden sisäkorkeudesta. Suunnittelun perusteena oleva sivuttaissuuntainen kiihtyvyyden on 0,5 g. Jos siis kitkakerroin on vähintään 0,1, sivuseinien lujuus riittää kestämään täyden hyötykuorman tuottamat sivuttaissuuntaiset voimat.

Sivuseinät – EN 12642 L

Umpiseinäisen perävaunun sivuseinät, jotka on rakennettu standardin EN 12642 L mukaisesti, on kokeella todettu kestävän voiman, joka vastaa 30 %:a hyötykuormasta (0,3 P) jaettuna tasaisesti sivuseinien koko pituudelle ja korkeudelle. Suunnittelun perusteena oleva sivuttaissuuntainen kiihtyvyyden on 0,5 g. Jos siis kitkakerroin on vähintään 0,2, sivuseinien lujuus riittää kestämään täyden hyötykuorman tuottamat sivuttaissuuntaiset voimat.

***Huomaa**, että standardin EN 12642 L mukaisen verhokapelliperävaunun sivuseinät on tarkoitettu vain säänsuojaksi.*

Sivuseinät – Ei lujuutta

Kun kuormaa kuljetetaan rahdinkuljetusyksiköissä, joissa ei ole vakaita seiniä, on koko kuorman paino varmistettava siten, ettei se pääse liikkumaan sivuttaissuunnassa. Tässä on noudatettava pikasidontaoppaan ohjeita.

2.2. ETUPÄÄTY

Etupäädyn lujuus voi olla jokin seuraavista:

- EN 12642 XL: lujuus 50 % hyötykuormasta (0,5 P)
- EN 12642 L: lujuus 40 % hyötykuormasta (0,4 P), enintään 5 000 daN
- Merkitsemätön rahdinkuljetusyksikkö tai kuorma, jota ei ole tuettu välittömästi etupäättyä vasten: 0 % hyötykuormasta.

Kitkakertoimet saadaan standardista EN 12195-1:2010.

Etupäätty – EN 12642 XL

Standardia EN 12642 XL noudattaen rakennettu etupäätty kestää voiman, joka vastaa 50 %:a hyötykuormasta (0,5 P). Suunnittelun perusteena oleva kiihtyvyyden menosuunnassa on 0,8 g. Jos

siis kitkakerroin on vähintään 0,3, etupäädyn lujuus riittää kestämään täyden hyötykuorman menosuuntaan tuottamat voimat.

Etupääty – EN 12642 L

Standardia EN 12642 L noudattaen rakennetut etupäädyt kestävät voiman, joka vastaa 40 %:a ajoneuvon hyötykuormasta (0,4 P). Jos ajoneuvon hyötykuorma on yli 12,5 tonnia, lujuusvaatimus on rajattu enintään arvoon 5 000 daN. Taulukossa 1 esitetään eri kitkakertoimien suhteen kuorman paino (tonneina), joka voidaan tukea etupäätyä vasten, kun lujuus on rajattu enintään arvoon 5 000 daN. Jos kuorman massa ylittää taulukossa annetun arvon, on lisäksi käytettävä muita kiinnitysjärjestelyitä.

Kitkakerroin μ	Suurin kuorman paino (tonneina), joka voidaan tukea etupäätyä vasten menosuunnassa
0,15	7,8
0,20	8,4
0,25	9,2
0,30	10,1
0,35	11,3
0,40	12,7
0,45	14,5
0,50	16,9
0,55	20,3
0,60	25,4

Taulukko 1

Etupääty – Ei lujuutta

Kun kuormaa kuljetetaan rahdinkuljetusyksiköissä, joissa ei ole vakaata etupäätyä, tai kun kuormaa ei ole tuettu välittömästi etupäätyä vasten, on koko kuorman paino varmistettava siten, ettei se pääse liikkumaan menosuuntaan. Tässä on noudatettava esimerkiksi pikasidontaoppaan ohjeita.

2.3. TAKALAITA

Takalaidan lujuus voi olla jokin seuraavista:

- EN 12642 XL: lujuus 30 % hyötykuormasta (0,3 P)
- EN 12642 L: lujuus 25 % hyötykuormasta (0,25 P), enintään 3 100 daN
- Merkitsemätön rahdinkuljetusyksikkö tai kuorma, jota ei ole tuettu välittömästi takalaitaa vasten: 0 % hyötykuormasta.

Kitkakertoimet saadaan standardista EN 12195-1:2010.

Takalaita – EN 12642 XL

Standardia EN 12642 XL noudattaen rakennettu takalaita kestää voiman, joka vastaa 30 %:a hyötykuormasta (0,3 P). Suunnittelun perusteena oleva taaksepäin suuntautuva kiihtyvyyden on 0,5 g. Jos siis kitkakerroin on vähintään 0,2, takalaidan lujuus riittää kestämään täyden hyötykuorman tuottamat taaksepäin suuntautuvat voimat.

Takalaita – EN 12642 L

Standardia EN 12642 L noudattaen rakennettu takalaita kestää voiman, joka vastaa 25 %:a ajoneuvon hyötykuormasta (0,25 P). Jos ajoneuvon hyötykuorma on yli 12,5 tonnia, lujuusvaatimus on rajattu enintään arvoon 3 100 daN. Taulukossa 2 esitetään eri kitkakertoimien suhteen kuorman paino (tonneina), joka voidaan tukea takalaitaa vasten, kun lujuus on rajattu enintään arvoon 3 100 daN. Jos kuorman massa ylittää taulukossa annetun arvon, on lisäksi käytettävä muita kiinnitysjärjestelyitä.

Kitkakerroin μ	Suurin kuorman paino (tonneina), joka voidaan tukea takalaitaa vasten, kun liike suuntautuu taaksepäin
0,15	9,0
0,20	10,5
0,25	12,6
0,30	15,8
0,35	21,0
0,40	31,6

Taulukko 2

Takalaita – Ei lujuutta

Kun kuormaa kuljetetaan rahdinkuljetusyksiköissä, joissa ei ole vakaata takalaitaa, tai kun kuormaa ei ole tuettu välittömästi takalaitaa vasten, on koko kuorman paino varmistettava siten, ettei se pääse liikkumaan taaksepäin. Tässä on noudatettava pikasidontaoppaan ohjeita tai muita ohjeita, joilla voidaan taata vastaava turvallisuus.

Varmistaminen ovia vasten

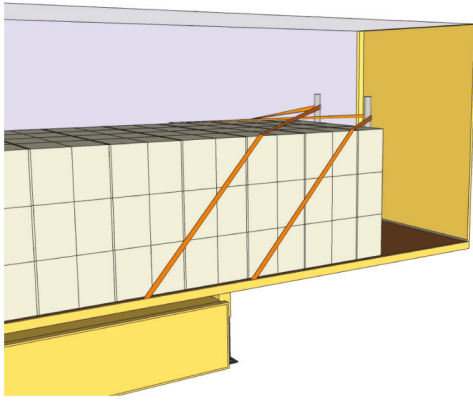
Jos ovet on suunniteltu siten, että niillä on määritelty tuentalujuus, myös ovet voidaan katsoa tukevaksi lastitilan rajapinnaksi. Edellytyksenä on, että kuorma on tuettu siten, ettei oviin aiheudu isku-kuormitusta eikä kuorma pääse putoamaan, kun ovet avataan.

2.4. LATTIAREUNUS

Lattiareunus estää tehokkaasti kuorman liukumisen pois alustalta sivusuunnassa. Standardin EN 12642:2006 mukaisesti reunuksen korkeuden on oltava vähintään 15 mm ja sen on kestävä voimaa, joka vastaa hyötykuormaa (P) kerrottuna 0,4:llä.

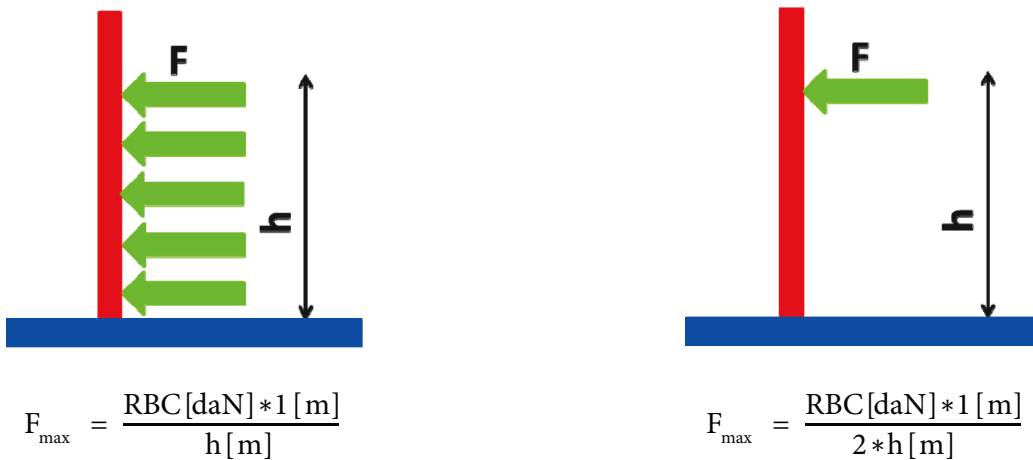
2.5. PYLVÄÄT

Pylväät ovat usein erittäin käyttökelpoisia lastin varmistamisessa. Pylväät voidaan hitsata ajoneuvon korirakenteeseen, mutta useimmiten ne asennetaan korirakenteessa oleviin omiin kiinnitysreikiinsä. Pylväitä käytetään ajoneuvon molemmilla puolilla kuorman poikittaissuuntaiseen varmistamiseen (ks. luku 5). Pitkittäissuunnassa peräkkäin olevat, lastausalustan keskikohtaan leveyssuunnassa sijoitetut pylväät ovat erittäin hyödyllisiä esimerkiksi tuennan ja silmukkasidonnan yhdistelmässä. Monissa ajoneuvoissa pylväitä voidaan käyttää myös menosuuntaan tuennassa. Vähintään yksi pylväs sijoitetaan aivan kuorman eteen. Lisäksi pylväiden tukena suositellaan käytettävän sidontaa lastin yli.



Kuva 7: Pylväitä käytetään menosuuntaan tuennassa

Pylväitä voidaan käyttää tuennassa, joka on yksi kuormanvarmistusmenetelmä. Tätä varten on tunnettava voimat, joita pylväs kestää. Pylvään kestävyys riippuu kuormituksen tyypistä (pistemäinen, tasaisesti jakautunut vai näiden yhdistelmä) sekä sen vipuvoimasta. Paikoilleen kiinnitetyn pylvään tietyssä suunnassa määritelty vertailutuentakyky (reference blocking capacity, RBC) ilmaisee suurimman tasaisesti jaetun kuorman, jonka pylväs turvallisesti kestää yhden metrin korkeudelle. RBC-arvossa otetaan siis huomioon pylvään kiinnityksen kestävyys. RBC-arvon avulla voidaan tarkistaa, kestävätkö pylväs jonkin tunnetun voiman, jonka vipuvoima on tiedossa. Kuvassa 8 esitetään kaavat, joilla voidaan laskea suurin voima F_{\max} , kun voima on tasaisesti jakautunut tai kun kuormitus on pistemäinen.



Kuva 8: Suurimman voiman F_{\max} laskeminen

Pylväiden RBC-arvo voi olla 250–10 000 daN. Arvon arviointi on erittäin vaikeaa, sillä se riippuu pylvään materiaalin lujuudesta, leikkauspinnan koosta ja kiinnityksen kestävydestä. Tästä syystä RBC-arvosta on syytä olla ajoneuvon valmistajan antama todistus. Pylväitä saa käyttää vain siinä ajoneuvotyypissä, jota varten ne on suunniteltu ja testattu.

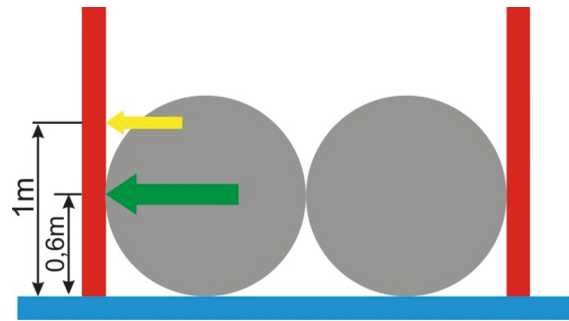
Paikoilleen kiinnitetyn pylvään tuentakyky ei riipu pylvään korkeudesta, jos pylvään poikkileikkaus ei muutu. Erikorkuisten pylväiden käyttö ei edellytä lisäkokeita tai todistuksia.

Joskus pylväät on yhdistetty toisiinsa. Esimerkiksi ajoneuvon vastakkaisilla puolilla sijaitsevat pylväät on voitu yhdistää yläosistaan kettingillä. Kahdesta pylvästä ja kettingistä muodostuvan kokonaisuuden kokonaistuentakyky on todettava kokeella, eikä sitä voi laskea yksittäisten pylväiden tuentakyvyn perusteella.

Esimerkkejä pylväisiin liittyvistä laskutoimituksista:

Esimerkki 1: Kahdella putkella on sama massa, ja molempien halkaisija on 1,2 m. Pylväitä on kaksi paria, ja molempien RBC-arvo on 1 800 daN. Mikä voi olla putkien enimmäismassa, jonka pylväät kestävät tässä kokonaisuudessa? Putkista aiheutuu pistemäinen kuormitus. Edellä annetuista kahdesta kaavasta on siis valittava tilanteeseen sopiva.

Suurin voima F_{\max} on siis 3 000 daN. Kun otetaan huomioon, että putket muodostavat kallistumisherkän kuorman, sivuttaissuuntaiseen liikkeeseen sovellettava raja on 0,6 g.



$$F_{\max} = \frac{2 \cdot 1800 [\text{daN}] \cdot 1 [\text{m}]}{2 \cdot 0,6 [\text{m}]} = 3000 [\text{daN}]$$

Kuva 9: Suurimman voiman F_{\max} laskeminen

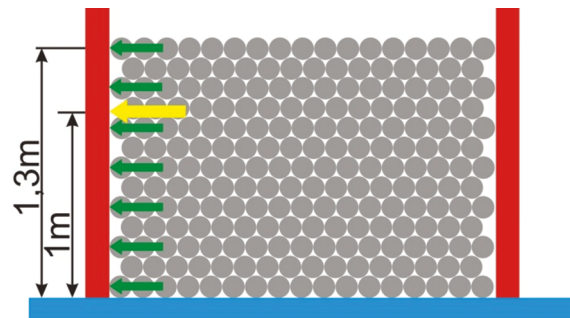
$$3000 / 0,6 = 5000$$

Karkeasti arvioiden putkien yhteispaino voi olla enintään viisi tonnia.

Esimerkki 2: Ohuista putkista on tehty 1,3 metrin korkuinen pino.

Pylväitä on kaksi paria, ja molempien RBC-arvo on 1 800 daN. Mikä voi olla putkien enimmäismassa, jonka pylväät kestävät tässä kokonaisuudessa? Putkista aiheutuu jakautunut kuormitus, minkä vuoksi edellä annetuista kaavoista sovelletaan vasemmanpuoleista.

Suurin voima F_{\max} on siis 2,769 daN. Kun otetaan huomioon, että putket muodostavat kallistumisherkän kuorman, sivuttaissuuntaiseen liikkeeseen sovellettava raja on 0,6 g.



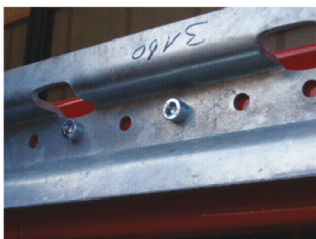
$$F_{\max} = \frac{2 \cdot 1800 [\text{daN}] \cdot 1 [\text{m}]}{1,3 [\text{m}]} = 2769 [\text{daN}]$$

Kuva 10: Suurimman voiman F_{\max} laskeminen

$$2,769 / 0,6 = 4,615$$

Karkeasti arvioiden putkien yhteispaino voi olla enintään 4,6 tonnia.

2.6. SIDONTAPISTEET



Kuva 11: Kiinnitystanko

Sidontapiste on ajoneuvossa oleva erityinen varmistuskohta, johon sidontavyö, kettinki tai teräsvaijeri voidaan kiinnittää suoraan. Sidontapiste voi olla esimerkiksi soikea lenkki, koukku, rengas tai uloke.

Yleisempi nimitys on kiinnityspiste. Kiinnityspisteisiin kuuluvat sidontapisteet, ajoneuvon korirakenteet sekä kiskot tai listat, joihin voidaan kiinnittää esimerkiksi pylväitä tai tuentalevyjä.

Kuljetusvälineissä olevat sidontapisteet sijoitetaan pareittain toisiaan vastapäätä pitkien sivujen suuntaisesti 0,7–1,2 metrin päähän toisistaan enintään 0,25 metrin etäisyydelle ulkoreunasta. Suositeltavimpia ovat yhtenäiset

kiinnitystangot. Sidontapisteiden on kestettävä ainakin seuraavassa mainitut sidontavoimat standardissa EN 12640 annettujen rajojen puitteissa:

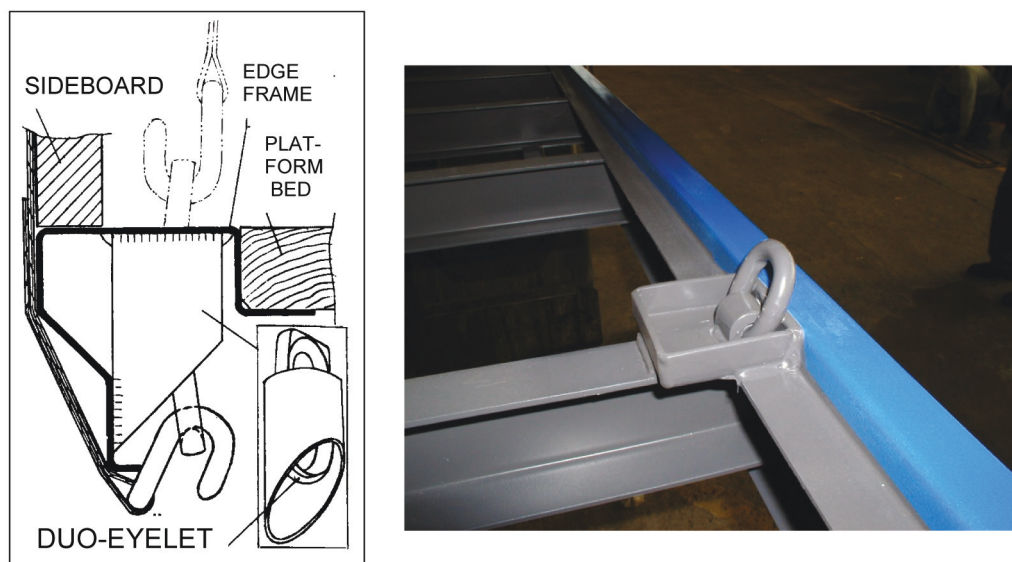
Ajoneuvon kokonaismassa (tonnia)	Sidontapisteen lujuus (daN)
3,5–7,5	800
yli 7,5–12,0	1 000
yli 12,0	2 000*

*(yleensä suositellaan arvoa 4 000 daN)

Taulukko 3

Jos ajoneuvo ja sen sidontapisteet ovat asianmukaisessa kunnossa, sidontapisteiden katsotaan täytävän edellä taulukossa 3 mainitut vaatimukset silloinkin, kun asiasta ei ole todistusta.

Seuraavissa kuvissa esitetään sidontalaitteista kiinteä kiristyslaite sekä kuljetusvälineisiin kiinnitetyt koukut.



Kuva 12: Sidontasilmukka

- Tiettyyn suuntaan tai kaikkiin suuntiin kohdistuva vetorasitus voi olla taulukossa 3 mainittuja arvoja suurempi, jos sidontapistestä on olemassa standardin mukainen todistus ja ajoneuvo on merkitty asianmukaisesti.
- Kiinteään sidontapisteeseen kohdistuva sallittu kuormitus voi olla huomattavasti pienempi kuin itse sidontapisteen lujuus. Yhtä sidontapistettä käytettäessä on selkeästi erotettava toisistaan sidontapisteen todistus sekä standardin EN 12640 mukainen kiinteän sidontapisteen todistus. Toisinaan sidontapisteiden todistus koskee nostamista, mutta sidontapiste kestää huonosti sidonnan suuntaisia voimia.
- Erityishuomiota on kiinnitettävä sidontapisteisiin, joita käytetään painavien kuorman osien kiinnitykseen. Toisinaan painavan kuorman liikkumista yhteen suuntaan on tarpeen estää useilla ketteillä tai sidontavyöillä. Kukin kettinki tai sidontavyö, joka estää kuorman liikkumisen kyseiseen suuntaan, kiinnitetään yhteen sidontapisteeseen. Useimmissa tapauksissa hitausvoimat aiheuttavat sidontapisteisiin erisuuruisia voimia. Suositeltavinta on käyttää vain yhtä jäykkää sidontapistettä.

- Joissakin tapauksissa korirakenteeseen on kiinnitetty rataslukkotyypiset sidontapisteet, jotka eivät ole standardien EN 12640 tai EN 12195-2 mukaisia. Tällaisten sidontapisteiden koko ja ominaisuudet vaihtelevat, joten niiden yleistä vähimmäislujuutta ei tunneta. Niitä voidaan käyttää omissa koetodistuksissaan mainituilla tavoilla.

Ajoneuvon korirakennetta voidaan pitää erittäin jäykkänä ja suuria voimia hyvin kestäväenä. Joissakin tapauksissa korirakennetta voidaan hyödyntää lastin varmistamisessa yhdessä sopivan varmistamisvälineen kanssa. Näitä ovat esimerkiksi seuraavat:

- Useimmissa ajoneuvoissa on lastausalustan alla vasemmalla ja oikealla puolella pitkittäispalkki, johon voidaan kiinnittää sopiva koukku lastin yli sitomista tai silmukkasidontaa varten.
- Pitkittäispalkkiin kiinnitettyjen sidosten määrä ja niiden yhteenlasketut sidontavoimat on syytä pitää kohtuullisina, jotta ajoneuvon kori ei väänny.
- Syväkuormausperävaunun rakenneosia voidaan käyttää kettingin koukkujen kiinnittämiseen.

Muita kiinnityspisteitä voidaan käyttää valmistajan ohjeiden mukaisesti kuormille, joita kiinnityspisteet todistetusti kestävä.

- Lastausalustan vasemmassa ja oikeassa sivuprofilissa olevat kiinnityspisteet kestävä suuriakin useimpiin suuntiin kohdistuvia voimia. Jos valmistajan ohjeita ei ole, kahta kiinnityspistettä metrin matkalla voidaan kuormittaa taulukossa 3 mainituilla voimilla.
- Lastausalustassa, ajoneuvon katossa ja sivuseinissä olevat kiskot kestävä suuria pitkittäissuuntaisia voimia, mutta hyvin heikosti voimia, jotka suuntautuvat kohtisuoraan kiskon kiinnityspintaan nähden. Kiskoja ei siis pidä käyttää yhdessä sidosten kanssa, ellei valmistaja ole tätä erikseen suositellut. Kiskot on tarkoitettu omille tukitangoilleen koetodistuksessa mainitulla tavalla. Yleisiä tukitankotyyppisiä sekä niiden käyttöä koskevia rajoituksia on annettu kohdassa 4.3.



Kuva 13: Sivuprofilissa oleva kiinnityspiste

2.7. ERITYISVARUSTEET

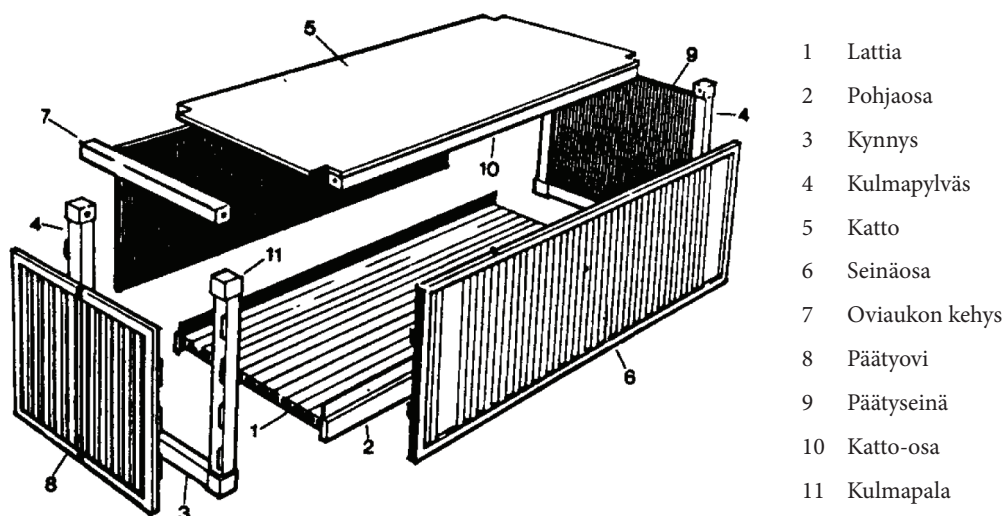
Eräissä lastityypeissä käytetään tarkoitukseen valmistettuja ajoneuvoja, joissa on omat kuormanvarmistusvälineensä. Valmistajan on hankittava todistus ajoneuvon lujuudesta standardin EN 12642 mukaisesti sekä erityisvarusteista standardien EN 12195-2, -3 ja -4 mukaisesti. Näitä ajoneuvoja ja varusteita käytetään valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Epätavallisissa kuljetuksissa kuorman varmistaminen saattaa olla erittäin monimutkaista ja vaatia asiantuntijan analyysiä. Ajoneuvon, kuorman ja varmistamisvälineiden muodonmuutokset voivat tuottaa odottamattomia voimia erityisesti vaativissa ohjaustoimenpiteissä.



Kuva 14: Teräslevyjä kuljetetaan alle 45 asteen kulmassa

2.8. ISO-KONTIT (ISO 1496-1)



Kuva 15: Kontin suunnittelua ja rakennetta esittävä irto-osakuva

2.8.1. Päätyseinät

ISO-standardin mukaisesti etu- ja takaseinän (takaovien) on kestettävä sisäistä kuormitusta (voimaa), joka vastaa 40 %:a tasaisesti koko päätyseinän (oven) pinta-alalle jakautuneesta lastin enimmäispainosta.

2.8.2. Sivuseinät

Sivuseinien on kestettävä sisäistä kuormitusta (voimaa), joka vastaa 60 %:a koko seinän pinta-alalle jakautuneesta lastin enimmäispainosta.

2.8.3. Kiinnitys- ja sidontapisteet

Tavallisissa rahtikonteissa on yleensä vähän sidontalenkkejä tai -tankoja. Kun konttiin asennetaan sidontalenskit, pohjan kiinnityspisteiden sidontakapasiteetti kaikkiin suuntiin on vähintään 1 000 daN. Uudemmissa konteissa on usein kiinnityspisteet, joiden sidontakapasiteetti on 2 000 daN. Yläreunan sivukiskojen sidontapisteiden kapasiteetti on vähintään 500 daN.

2.8.4. Konttilukot

Konttilukoilla kiinnitetään usein kontteja konttiperävaunuun. Konttilukko koostuu periaatteessa tapista, joka sijoitetaan kontissa olevaan reikään. Liittimen muoto tekee lastin liikkumisesta mahdotonta. Turvallisuussyistä käytössä on aina oltava järjestelmä, jolla estetään lukituksen irtoaminen.



Kuva 16: Konttilukko



Kuva 17: Konttilukko kiinni kontissa

ISO-kontteihin on saatavana useita lukkomalleja, esimerkiksi sisäänvedettäviä tai sellaisia, jotka eivät ole sisäänvedettäviä, automaattisia tai manuaalisesti käytettäviä. Konttilukkoja voidaan käyttää myös muussa konttityyppisessä lastissa. Esimerkiksi kaasupullolaatikoita kuljettavissa ajoneuvoissa laatikot voidaan kiinnittää lastausalustaan konttilukoilla.

2.9. VAIHTOKORIT

Vaihtokoreissa syntyvät kuorman aiheuttamat voimat esitetään standardissa EN 283. Tilanne vastaa suurelta osin standardin EN 12642 L mukaista kuljetusvälineiden korirakennennormia (katso edeltä kohdat 2.1–2.3).



Kuva 18: Vaihtokori

Luku 3 Pakkaaminen

3.1. PAKKAUSMATERIAALIT

Maanteitse kuljetettava lasti on usein pakattu. CMR-yleissopimuksessa ei ole pakkaamista koskevia määräyksiä, mutta sen mukaan liikenteenharjoittaja ei ole vastuussa vahingoista tai menetyksistä, jotka aiheutuvat lastin puutteellisesta pakkaamisesta. Tuotteen ja kuljetusmuodon mukaan pakkaamisen päätehtävä voi olla säältä suojaaminen, tuotteen tukeminen lastauksen ja purkamisen aikana, tuotteen vaurioitumisen estäminen tai toimiminen apuna lastin toimivassa varmistamisessa.

Suurissa tuotteissa, esimerkiksi koneissa, käytetään niille suunniteltuja pakkauksia. Pakkaus voi olla esimerkiksi tuotetta tukeva alusta sekä jäykkä tai joustava peite.

Pienemmissä tuotteissa käytetään eritasoista pakkaamista:

- Primääripakkaus on välittömästi tuotteen ympärillä, esimerkiksi tölkki, keksipaketti tai virvoitusjuomapullo.
- Sekundääripakkauksilla helpotetaan käsittelyä, ja niitä ovat esimerkiksi alustat, joilla on 12 keksipakettia, tai korit, joissa on 24 pulloa. Sekundääripakkauksia voidaan kutsua myös myyntieriksi.
- Tertiääripakkauksia kutsutaan usein kuljetuspakkauksiksi. Tämän pakkaustason tarkoituksena on tehdä käsittelystä ja kuljetuksesta helppoa ja turvallista. Kuljetuspakkauksia ovat esimerkiksi lavat (puiset, muoviset tai eri aineista valmistetut), välikerrokset (esimerkiksi aaltopahvit, koval levyt, liukuestematot, päällystetty paperi, multiplex-levy), reunasuojat (pahviset tai eri aineista valmistetut), vanteet (PE-, PP- tai PET-muovista, lasikuidusta tai teräksestä valmistetut), kalvot (kiristehuput, kiristekalvot, kutistekalvot) sekä laatikot (aaltopahvi-, muovi-, alumiini-, puu- tai teräslaatikot). Kuljetuspakkauksiksi luokitellaan myös erilaiset liimat ja tukipuut.

Kuljetuspakkauksen on kestettävä kuormausyksikköön kohdistuvia ulkoisia voimia, joiden suuruus, kohdentumispaikka ja kesto riippuvat käytettävästä lastinvarmistusmenetelmästä. Kuljetuspakkauksen jäykkyys vaikuttaa siis erittäin paljon suositeltavaan lastinvarmistusmenetelmään. Jos kuljetuspakkaus ei riitä suojaamaan kuormausyksikköä kuljetuksen aikana ilmeneviltä voimilta, on käytettävä yleistä tuentaa.

Kuormausyksikön jäykkyyteen vaikuttavat huomattavasti kaikki pakkaustasot. Sekundääripakkaus, primääripakkaus sekä itse tuote voivat vaikuttaa kuormausyksikön käyttäytymiseen; esimerkiksi PET-muovipulloista koostuva kuormausyksikkö on huomattavasti joustavampi, jos pulloissa on hiilihapotonta vettä hiilihapotetun sijasta. Kuljetuspakkauksen tarkoituksena on kuitenkin lisätä kuormausyksikön jäykkyyttä. Kotelomalliset kuljetuspakkaukset on suunniteltu kestämaan valmistajan määrittelemiä erityisiä vaakasuuntaisia voimia. Useimpien kuormausyksiköiden jäykkyyttä voidaan lisätä myös oikeanlaisilla vanteilla ja/tai kalvolla.

Seuraavassa kerrotaan tarkemmin erilaisista kuormausyksiköiden jäykkyyttä lisäävistä kuljetuspakkausmateriaaleista.

3.1.1. Kutistekalvo

Kutistekalvo on verrattain paksua erikoisvalmisteista kalvoa, jota myydään putkilona tai tasomaisena rullakalvona. Kuormausyksikön päälle vedetään putkilo, jonka läpimitta on kuormausyksikköä suurempi. Tasokalvo voidaan kääriä kuormausyksikön ympärille. Kuormausyksikön ympäri kääritty kalvo kuumennetaan käyttämällä tavallisesti kuumaa ilmaa. Tällöin kutistekalvo kiristyy kuormausyksikön ympärille. Oikein käytettynä kutistekalvo voi jäykistää kuormausyksikön erittäin tehokkaasti. Kutistekalvoa käytetään usein esimerkiksi tiilissä ja säkitetyissä lannoitteissa. Kutistekalvon käyttö Euroopassa on vähentymässä verrattain korkeiden kustannusten ja pakkausvaiheeseen liittyvän palovaaran vuoksi. Kutistekalvon tärkeimpinä etuina on, että pakkaaminen tapahtuu käsin ja kalvo voidaan kutistaa yksinkertaisella kaasupolttimella.

3.1.2. Kiristehuppu

Kiristehuppu on valmistettu kalvomateriaalista, joka kiristyy kokoon venyttämisen jälkeen. Kiristehuppua myydään putkilona, jonka läpimitta on kuormausyksikköä pienempi. Putkilo venytetään ja vedetään kuormausyksikön ympärille erityisellä laitteella. Kiristehuppu on kehitetty kuormausyksiköiden säänsuojaksi, joka voidaan vetää paikalleen automaattisesti suurilla nopeuksilla. Kiristehuppua ei voi laittaa paikalleen käsin, sillä kalvon venyttäminen vaatii runsaasti voimaa. Hyvin suunniteltu ja paikalleen vedetty kiristehuppu lisää kuormausyksikön jäykkyyttä merkittävästi. Kerroksittaisissa tuotteissa kiristehuppua käytettäessä venytys tapahtuu pystysuunnassa. Merkittävimpiä etuja käytössä ovat suuri nopeus, automaattinen paikalleen vetäminen, täydellinen säänsuoja ja kutistehuppua edullisempi hinta. Suurin haitta on joustavuuden puute, sillä erikokoisille kuormausyksiköille tarvitaan omat huppukokonsa ja paikalleen vetämisessä käytettävät parametrit. Huppu ei välttämättä lisää kuormausyksikön jäykkyyttä, vaikka se olisi vain muutamia senttimetrejä oikeankokoista suurempi.

3.1.3. Kiristekalvo

Kiristekalvo on erittäin ohutta (10–30 mikronia) kalvoa, jota myydään yleensä 50 cm leveinä rullina. Se kierretään kuormausyksikön ympärille käärintäkoneella, joka venyttää kalvoa kahdesti: ensin käärintäkoneen kahden telan välillä ja sitten toisen telan ja lastausyksikön välillä. Ensimmäisen ja toisen venytyksen määrän lisäksi kuormausyksikön jäykistämiseksi tarvitaan useita muitakin parametreja, kuten esimerkiksi päällekkäisyys, kierrosten lukumäärä korkeuden funktiona, käärintänopeus, sidontaprosentti ja kalvon laatu. Jos parametrit on valittu oikein, kiristekalvolla voidaan jäykistää lähes kaikenlaisia kuormausyksiköitä. Merkittävimpiä haittapuolia ovat ne, että kiristekalvoa ei saa kunnolla paikalleen käsin, kalvo ei anna täydellistä säänsuojaa ja vähäisetkin muutokset pakattavissa tuotteissa voivat muuttaa vaadittavia parametreja huomattavasti.

3.1.4. Esikiristetty kalvo

Esikiristetty kalvo on kuljetuspakkauksissa yleisimmin käytetty kalvotyyppi. Esikiristettyä kalvoa myydään yleensä 50 cm:n levyisinä rullina ja se muistuttaa suurelta osin kiristekalvoa, jota on venytetty kahden telan välillä. Esikiristetty kalvo kääritään kuormausyksikön ympärille käsin tai yksinkertaisella käärintäkoneella. Käsin kääritäessä kalvoa kiristetään vain kerran, jolloin kuorman ja kalvon välillä ei ole juurikaan voimaa. Näin voidaan estää päällekkäin asetettujen tuotteiden muodostamien tornien



Kuva 19: Tässä tapauksessa lastin varmistaminen pelkällä kiristekalvolla ei riittänyt

hajoaminen, mutta ei kerrosten liukumista. Käsien käärittynä esikiristettyä kalvoa ei pidä käyttää kuormaussyksiköiden jäykistämiseen.

3.1.5. Vanteet

Vanteet ovat tuttu kiinnitysmenetelmä. Vanteita valmistetaan esimerkiksi PP-, PET- ja PE-muovista, teräksestä sekä lasikuidulla vahvistetuista materiaaleista. Vanteet voidaan laittaa paikalleen käsin tai koneellisesti vaakatasossa tai pystysuoraan kuormaussyksikön ympärille. Vanteiden toimivuus riippuu huomattavasti jäykistettävien tuotteiden laadusta. Niillä saadaan estettyä tehokkaasti kuorman osien kaatuminen. Vanteilla voidaan estää myös liukuminen, kun kitka tiiviisti yhteen painettujen kerrosten välillä lisääntyy. Vanteet on kuitenkin kiristettävä huolellisesti. Vanteet saattavat usein vahingoittaa tuotteita, ellei kunnollisia kulmasuojia käytetä. Vanteiden tärkein etu on niiden edullisuus. PP-, PET- ja PE-muovista valmistettujen vanteiden haittapuolena on, että ne löystyvät ajan kuluessa. Vanteita leikattaessa on vältettävä huolellisesti vaaratilanteiden syntymistä.

3.1.6. Verkot

Verkoilla saadaan tuotteet pysymään kuormalavan päällä. Verkkojen tärkein etu kalvoon ja vanteisiin verrattuna on se, että verkko voidaan avata ja tuotteita lisätä ja poistaa, minkä jälkeen verkko on helppo sulkea uudelleen. Verkon kiristämistä tuotteiden ympärille ja kuormalavalla olevien tuotteiden yhteen painamista varten on olemassa älykkäitä ratkaisuja, mutta maantiekuljetuksen aikaisista hitausvoimista johtuvia muodonmuutoksia on lähes mahdoton estää. Ellei käytössä ole tietyille tuotetyypille suunniteltua erikoisverkkoa, verkkoa ei voi pitää kuljetuspakkauksiin soveltuvana ratkaisuna.

3.2. PAKKAUSMENETELMÄT

Kuorman varmistamisen yhteydessä kuormaussyksiköiden ylimääräiset muodonmuutokset estetään kahdella eri peruspakkausmenetelmällä: muotoon perustuvalla tai voimaan perustuvalla pakkaamisella. Muotoon perustuva pakkaaminen on usein turvallisuussyistä suositeltavampaa, mutta se ei ole aina taloudellisesti toteutettavissa.

3.2.1. Muotoon perustuva pakkaaminen kuljetusta varten

Tuotteet sijoitetaan jäykkään säiliötyyppiseen koteloon ja mahdolliset raot täytetään siten, että tuotteet eivät pääse liikkumaan säiliön sisällä. Säiliön seinät voivat olla rakenteeltaan umpinaiset tai avonaiset. Seinät voivat olla kiinteät tai taittoseinät. Eräitä tuotteita varten (esimerkiksi autoteollisuudessa) on olemassa niille suunniteltuja teräskoteloita. Muoviset laatikkolavat ovat kuormalavan ja laatikon yhdistelmiä. Yleisesti käytössä ovat puiseen tai muoviseen kuormalavaan kiinnitetyt aaltopahvista valmistetut suorakulmaiset, kuusikulmaiset tai kahdeksankulmaiset laatikot. Jakelussa ja useilla teollisuudenaloilla käytetään pyörällisiä säiliöitä, joissa voi olla kiinteät tai kääntyvät pyörät.

Tällaisten kotelotyyppisten kuljetuspakkausten valmistajien olisi ilmoitettava, kuinka suuren vaakasuoran, tasaisesti jakautuneen staattisen voiman kotelon seinät enintään kestävät turvallisesti ilman lisätukea. Jos kotelon seiniin kohdistuva hyötyvoima, joka aiheutuu suurimmista mahdollisista kuljetuksen aikaisista hitausvoimista, on pienempi kuin valmistajan ilmoittama turvallinen enimmäisvoima, kotelo voidaan varmistaa samaan tapaan kuin muutkin jäykät säiliöt.

Useimmissa tapauksissa säiliön sisällä olevien tuotteiden ei anneta liikkua lainkaan, jotta niille ei koidu vaurioita. Vaikka tuotteiden vaurioituminen ei olisikaan todennäköistä, säiliössä olevien tuotteiden liikkuminen on syytä estää kokonaan liikenneturvallisuussyistä, sillä muodostuva liike-energia voi aiheuttaa suuren säiliön seiniin kohdistuvan iskuvoiman. Iskuvoima ei välttämättä riko säiliötä, mutta saattaa heikentää ajoneuvon vakautta.

3.2.2. Voimaan perustuva pakkaaminen kuljetusta varten

Kalvon ja/tai vanteiden käyttämistä pakkaamisessa pidetään voimaan perustuvana pakkaamisena, vaikka muut vaikutukset voivat toimia apuna vahvistamisessa.

Vaakasuurien hitausvoimien vaikutuksesta tuotteet yleensä liukuvat ja kaatuvat. Kuormalavalle kootaan yleensä kerroksittain myyntierinä olevia pakkauksia tai säkkejä. Kuljetuksen aikana voi tapahtua erityyppisiä vahinkoja, joiden estämisessä tarvitaan kuljetuspakkauksen tuottamia voimia.

- Kaikkien kerrosten liukuminen kuormalavalta pois voidaan estää lisäämällä lavan ja kuorman välistä kitkaa ja/tai käyttämällä oikeanlaista kalvoa kuormalavan yläosassa ja kuorman alaosassa. Toisinaan liukuminen voidaan estää tynnyreillä (esimerkiksi muovisilla tai puisilla kuormalavoilla olevissa olutkoreissa) tai kuormalavalautoilla (jolloin voimaan perustuva pakkaaminen muuttuu muotoon perustuvaksi). Liukumisen estäminen kalvoa käyttämällä on lähes mahdotonta, jos kuormalavan ja lastin välinen kitka on pieni ja lasti on lavaa pienempi, jolloin lava jää näkyviin lastin alta.
- Kerrosten välistä liukumista voidaan estää lisäämällä kitkaa, käyttämällä sopivaa kalvoa tai lisäämällä liimaa kerrosten väliin. Esimerkiksi virvoitusjuomakoreissa kerrokset voidaan myös napsauttaa toisiinsa kiinni. Myynnissä on myös kerrosten väliin laitettavia, kitkaa lisääviä levyjä. Huomaa kuitenkin, että kerrosten väliin lisätyt käsittelemättömästä aaltopahvista tai kovalevystä valmistetut levyt yleensä lisäävät liukumisriskiä.
- Yhden tai useamman kerroksen nouseminen. Vaikka liukuminen sinänsä estettäisiin, yksi tai useampi kerros voi kaatua alareunansa yli. Kun kerrokset nousevat irti toisistaan, kerrosten välinen kitka on nolla. Kiinni napsautettavat järjestelmät saattavat irrota, jolloin kuormausyksikön muoto voi muuttua lähes millaiseksi tahansa. Kerrosten nouseminen irti toisistaan voidaan estää vanteilla tai oikein käytetyllä kalvolla.
- Vaikka liukuminen ja kaatuminen sinänsä estetään, liukumis- tai kaatumistaipumusta ei saada estettyä. Tällöin kuorman joihinkin osiin voi kohdistua suuri pystysuuntainen puristusvoima, joka saattaa aiheuttaa tuotteen itsensä, primääri- tai sekundääripakkauksen hajoamisen. Tällainen vahinko voidaan estää vain primääri- ja/tai sekundääripakkauksen muuttamisella. On syytä huomata, että lastin yli sitominen (ks. luku 5) lisää hajoamisriskiä.
- Kerroksittainen kaatuminen tarkoittaa tilannetta, jossa kerroksen kaikki tuotteet kaatuvat samanaikaisesti samaan suuntaan. Kerroksen peittoalue lisääntyy hieman. Tällainen vahinko voidaan estää kohdistamalla riittävästi voimaa kerroksen ympäri. Jos sekundääripakkaus on riittävän jäykkä, voima saadaan aikaiseksi oikein kiristetyllä kalvolla tai vanteilla. Parempi vaihtoehto on kuitenkin muuttaa pinoamismenetelmää tai primääri- tai sekundääripakkausta.
- Murtuminen: Hitausvoimien tiedetään olevan verrannollisia paikallaan pidettävien tuotteiden massaansa nähden. Mitä alempana tuote on kuormalavalla, sitä suurempia hitausvoimia sen yläosaan kohdistuu. Toisaalta myös pakkauksikalvon paikallaan pitävä voima on yleensä suurempi kuormalavan alaosassa. Jos pakkauksen paikallaan pitävä voima ei ole verrannollinen

hitausvoimaan, lavakuorma voi murtua kahteen osaan. Tämä voidaan estää parantamalla pakkauslaatu kyseisellä alueella kalvon lujuutta ja/tai kitkaa lisäämällä.

Primääri-, sekundääri- ja kuljetuspakkausten vähäiset muutokset voivat aiheuttaa vahinkojen muuttumisen toisentyypiksi. Kaikenlaiset vahingot voidaan estää kohdistamalla kuorman voimia kalvon ja/tai vanteiden avulla seuraavasti:

- Alaspäin suuntautuvat voimat lisäävät kosketusvoimia toisaalta kerrosten välillä ja toisaalta alimman kerroksen ja kuormalavan välillä. Kosketusvoimat ovat verrannollisia vaakatasoiseen kitkaan.
- Tietyllä korkeudella vaikuttava ympäriinsä kohdistuva voima estää peittoalueen laajenemisen kyseisellä korkeudella.
- Kerrosten liikkuminen toisiinsa nähden voidaan teoreettisesti estää myös kalvon leikkausvoimilla.

Kerrosten ja yksittäisten tuotteiden tai tuote-erien välistä kitkaa ei tunneta, ja siihen vaikuttavat materiaalien paikalliset muodonmuutokset, minkä lisäksi muotoaan muuttaviin kuormiin kohdistuvat dynaamiset vaikutukset ovat erittäin monimutkaisia. Tästä syystä tarvittavia vuorovaihtusvoimia kalvon tai vanteiden ja kuorman välillä ei ole mahdollista laskea. Yksittäisen kuormausyksikön jäykkyyttä ei voi arvioida (silmämääräisellä) tarkastuksella eikä kuljetuspakkaukseen vaikuttavien voimien mittaamisella.

3.3. PAKKAAMISEN KOEMENETELMÄT

Kuormausyksikön jäykkyys voidaan todeta tyyppikokeella. Kaikki kuormausyksiköt muuttavat yleensä muotoaan, minkä vuoksi hyväksytty muodonmuutos on kuvattu yksityiskohtaisesti erityisissä pakkausstandardeissa. Samalla on kuvattu yksityiskohtaisesti menetelmä, jolla erityyppiset epämuodostumat voidaan kvantifioida. Merkittävin muodonmuutos mitataan tasossa, joka on lastausalustan suuntainen, ja lasketaan prosenttiosuutena kuormausyksikön korkeudesta (vaaka-suoralle lattiatasolle asetettuna). Tässä tapauksessa elastisen muodonmuutoksen on oltava alle 10 prosenttia ja pysyvän muodonmuutoksen kokeen jälkeen alle kuusi senttimetriä ja viisi prosenttia. Tuotteissa tai primääri- ja sekundääripakkauksissa ei saa näkyä pysyviä muodonmuutoksia tai vaurioita.

Mahdollisia koemenetelmiä on kolme:

- Kallistuskokeessa lastausalustaa kallistetaan. Kallistuskulma $26,6^\circ$ vastaa hitausvoimaa, jonka suuruus on 0,5 g, ja kallistuskulma $38,7^\circ$ vastaa voimaa, jonka suuruus on 0,8 g (standardin EN 12195-1 mukainen yksinkertainen staattinen mittaustapa).
- Lavakohtaisessa kiihtyvyysskokeessa käytetään hitausvoimia ainakin 0,3 sekunnin ajan. Kestoltaan lyhyemmät hitausvoimat eivät välttämättä saa aikaan suurinta vakaan tilan muodonmuutosta kuormausyksikössä. Kokeeseen voidaan lisätä dynaaminen vaikutus käyttämällä kiihtyvyyttä 0,05 sekunnin sisällä (EUMOS40509-standardin mukainen dynaaminen mittaustapa).
- Ajoneuvokohtaisessa kiihtyvyysskokeessa kuormausyksikkö sijoitetaan ajoneuvoon, jota ajetaan S:n muotoista reittiä siten, että syntyvä hitausvoima on 0,5 g, dynaaminen vaikutus mukaan lukien. Tämän jälkeen tehdään äkkijarrutus, jolla saadaan aikaan hitausvoima, jonka suuruus on 0,8 g. Vaatimuksia ja mittausmenetelmää on selostettu tarkemmin eurooppalaisessa standardissa (standardin EN 12642 mukainen dynaaminen mittaustapa).

Luku 4 Varmistusvälineet

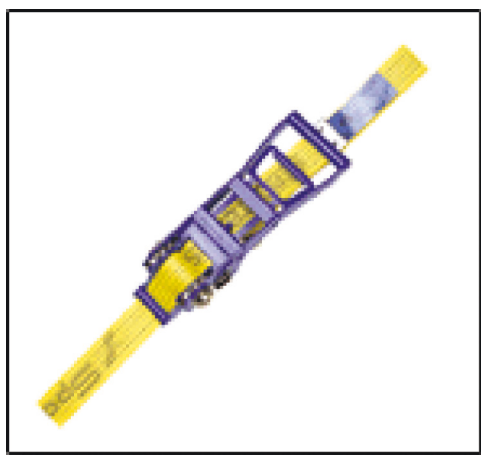
4.1. SIDONTAVÄLINEET

Maantiekuljetuksissa käytetään yleensä sidontavyöitä tai kettinkejä. Teräsvajereita kannattaa käyttää tietyntyökaluissa kuormissa.

Tällaisilla sidontavälineillä voidaan siirtää vain jännitysvoimia. Suurin sallittu jännitysvoima on ilmaistu lyhenteellä LC (lashing capacity) eli sidontakyky. Tämä on osuus murtumalujuudesta, ja se ilmaistaan voiman yksikköinä eli kilonewtoneina (kN) tai dekanewtoneina (daN).

4.1.1. Sidontavyöt

Standardissa EN 12195-2 käsitellään tekokuituisia kiinnitysvälineitä eli sidontavyöitä, jotka voivat olla yksi- tai kaksiosaisia. Yleensä niissä on rataslukko, jonka avulla sidontavyö kiristetään lukon kiristyskahvaa vetämällä tai työntämällä. Rataslukko on aina lukittava kuljetuksen ajaksi.



Kuva 21: Sidontavyön merkintä

tai pienempi kuin STF.

Muut tiedot, jotka on ilmoitettava sidontavyön merkinnöissä, käyvät ilmi kuvasta 21.

Useat valmistajat ilmoittavat sidontakyvyille LC kaksi arvoa. Näistä vain pienempi arvo on määritelty standardissa, ja sitä on käytettävä luvussa 6 mainitussa laskelmassa. Sidontavyön STF- tai LC-arvoja on lähes mahdotonta arvioida silmämääräisesti, minkä vuoksi merkintä on välttämätön.

Eräät sidontavyöt on tarkoitettu kiristettäväksi vintturilla, joka on kiinnitetty ajoneuvoon yleensä lastausalustan alle.

Sidontavyön tai sen merkinnän vaurioittamista on vältettävä huolellisesti. Ajoneuvon tai lastin terävät kulmat voivat helposti leikata kiristetyn sidontavyön. Teräsprofiilien tai levyjen, terävien betonireunojen ja jopa kovamuovisten korien ja muiden vastaavien reunoja ei saa päästää suoraan kosketuksiin sidontavyön kanssa. Sidontavöihin

Sidontavyön päissä voi olla erilaisia renkaita tai koukkuja, joilla sidontavyö kiinnitetään ajoneuvossa tai lastissa oleviin sidontapisteisiin (katso kuvaa).

Renkaita tai koukkuja on käytettävä valmistajan ohjeiden mukaisesti. Useimmissa lastityypeissä sidontavyön valmistusmateriaalilla ei ole merkitystä.

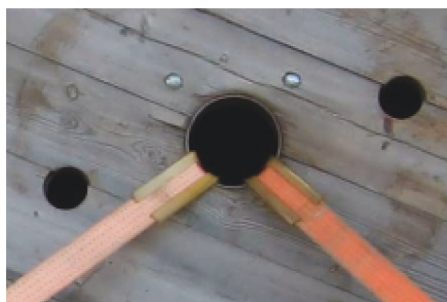
Vyön materiaali on ilmoitettu merkinnässä. Toinen tärkeä merkintä on STF-arvo (Standard Tension Force eli standardinmukainen kiristysvoima). Tämä on sidontavyön kiristysvoima, kun rataslukko on kiristetty normaaliin käsikireyteen (Standard Hand Force, SHF) 50 daN ja sidontavyö on kiristetty lineaarisesti kahden pisteen välille. Todellinen kiristysvoima voi olla suurempi



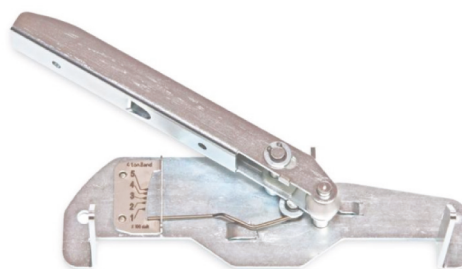
Kuva 21: Sidontavyön merkintä

on saatavana pujotettavia suojaholkkeja, jotka asetetaan terävän reunan kohdalle. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää kulmasuojia.

Sidontavyön toteutunut jännitysvoima (F_T) voidaan mitata. Joskus sidontavyössä on mukana oma jännityksen ilmaisim, jolla toteutunut jännitysvoima voidaan arvioida summittaisesti. Sidontavyöille, joiden leveys on ± 50 mm, on saatavilla myös käsin käytettäviä yleismittalaitteita, joilla toteutunut jännitysvoima voidaan mitata yli 50 daN:n tarkkuudella (kuva 23). Mittalaite voidaan asettaa kiristetyin sidontavyön päälle mittausta varten. Mittalaitteesta on olemassa myös elektroninen malli, jonka mittaustarkkuus on suurempi. Toteutunut jännitysvoima voidaan tarkistaa myös punnitusanturilla, mutta se voidaan laittaa paikalleen vain yhtä aikaa sidontavyön kanssa.



Kuva 22: Teräviltä reunoilta suojaaminen



Kuva 23: Jännitysvoiman mittaamiseen käytettävä laite

Ammattimaiset kuljetusliikkeet käyttävät useimmiten 50 mm leveitä PES-sidontavyöitä, joiden STF-arvo on 250–500 daN ja LC-arvo 1 600–2 000 daN. Rataslukolla kiristetyin sidontavyön toteutunut jännitysvoima on välillä 0–600 daN. Saatavana on myös sidontavyöitä, joiden STF-arvo on 1 000 daN ja LC-arvo 10 000 daN, mutta niitä käytetään melko harvoin.

Laskentaa varten toteutunut jännitysvoima F_T mitataan kiristimen puolelta.

4.1.2. Kettingit



Standardissa EN 12195-3 kuvataan kettinkettä, joita voidaan käyttää maantieliikenteen kuormansidonassa. Kettingit ovat yleensä lyhyitä lenkkiketjuja, joissa on ajoneuvoon

ja/tai lastiin kiinnitettäviä erityisiä koukkuja tai renkaita. Suurin ero nostoketjuihin on kiristin. Kiristin voi olla kettinkin erottamaton osa (kuten kuvassa), tai se voi olla erillinen laite, joka kiinnitetään kiristettävään kettinkiin (kuten kuvassa). Kiristimiä on saatavana useita erilaisia malleja, esimerkiksi rataslukko- tai vanttiruuvityyppisiä. Standardin EN 12195-3 mukaan kiristimessä on oltava laite, joka estää itsestään löystymisen. Kiristimet, joissa kettinki liukuu kiristyksen jälkeen takaisinpäin yli 150 mm, eivät ole sallittuja.

Kettingin nimellishalkaisija (mm)	Suurin sidontakyky (daN)
6	2 200
7	3 000
8	4 000
9	5 000
10	6 300
11	7 500
13	10 000

Kettingin nimellishalkaisija (mm)	Suurin sidontakyky (daN)
16	16 000
18	20 000
20	25 000
22	30 000

Taulukko 4

Kettingeissä on oltava merkintä, josta LC-arvo käy ilmi. Luokan 8 suurimmat LC-arvot käyvät ilmi taulukosta.

Kettingit soveltuvat erittäin hyvin kuorman kiinnityspisteiden ja ajoneuvon sidontapisteiden yhdistämiseen silloin, kun kettinki ei kosketa mitään muita kohtia. Joskus kettingit kuitenkin osuvat ajoneuvon tai tuotteiden reunoihin. Kettingit eivät pääse liukumaan vaivatta kulmien yli, joten tällaiset kettingit saattavat jäädä joistakin kohdistaan löysälle. Apua saattaa olla erityisestä laitteesta, joka helpottaa kettingin liukumista kulman yli.

Kettinkejä ja myös erilaisia koukkuja on käytettävä valmistajan ohjeiden mukaisesti. Avokoukku on tarkoitettu kiinnitettäväksi tarkoitusta varten suunniteltuun renkaaseen eikä koskaan kettingin tavalliseen lenkkiin. Salpakoukku on tarkoitettu kiinnitettäväksi kettingin lenkkiin.

Vaurioituneita kettinkejä ei pidä enää käyttää, vaan ne on poistettava käytöstä. Kuluneen kettingin lujuudesta ei voida antaa takeita. Nyrkkisääntönä on, että kettinki on kulunut loppuun, kun se on pidentynyt yli kolme prosenttia nimelliseen pituuteen verrattuna.

4.1.3. Teräsvaijerit

Standardissa EN 12195-4 kuvataan sidonnassa käytettäviä teräsvaijereita. Ne kiristetään esimerkiksi ajoneuvon kiinnitetyillä vintturityyppisillä kiristimillä, erillisillä rataslukkokeristimillä tai lyhyillä sidontavöillä, joissa on rataslukko. Teräsvaijerit sopivat erityisen hyvin teräksisten rakennustarvikkeiden varmistamiseen. Valmistaja ilmoittaa teräsvaijerien LC-arvon.



Kuva 24: Vintturilla kiristetty teräsvaijeri

4.2. KITKAA LISÄÄVÄT TARVIKKEET

Erilaisilla kitkaa lisäävillä materiaaleilla voidaan lisätä kitkaa alustan ja lastin välillä ja tarvittaessa myös lastin kerrosten välillä. Kitkan lisäämisessä käytetään esimerkiksi pinnoitteita, kangasmattoja, kumimattoja ja kitkapaperia (liukuestemattoja). Näitä voidaan käyttää yhdessä muiden varmistusmenetelmien kanssa. Kitkaa lisäävät tarvikkeet voivat olla irrallisia, kiinni lastausalustassa tai kuormaussyksikössä tai mukana lastissa.

4.2.1. Pinnoitteet

Pinnoitteet on yleensä kiinnitetty lastausalustaan. Kitkakerroin, joka pinnoitteen ja lastin kontaktimateriaalin välille muodostuu, määritellään standardissa EN 12195-1:2010 kuvatulla tavalla.

4.2.2. Kumiset liukuestematot

Liukuestematoissa voidaan käyttää vulkanoitua tai puristettua kumia, johon on lisätty erilaisia lisäaineita ja/tai vahvikkeita. Eräät valmistajat lisäävät kumiin omia värillisiä rakeitaan. Mattojen paksuus voi olla 2–30 mm.

Tällaisten kumimattojen ja minkä tahansa muun materiaalin välinen kitkakerroin on määritelty arvoksi 0,6, kun kosketuspinta on puhdas, vaikka pinta olisi kuiva tai märkä. Jos kosketuspinnalla on lunta, jäätä, rasvaa tai öljyä, kitkakerroin pienenee huomattavasti standardissa EN 12195-1:2010 kuvatulla tavalla. Yli 0,6:n kitkakerrointa voidaan käyttää, jos tämä on vahvistettu standardin EN 12195-1:2010 mukaisella koetodistuksella.

Kumimattojen vähimmäiskoosta ei ole yleisiä sääntöjä. Maton koko ja paksuus valitaan siten, että kuorman koko paino lepää mattojen päällä, kun huomioon otetaan mattojen puristuminen kokoon suuren paineen alla sekä kuorman ja mahdollisesti myös lastausalustan muodonmuutokset. Alle 10×10 cm:n kokoisia mattoja ei pidä käyttää, sillä niillä on taipumus rullautua, kun niihin kohdistuu tangentialivoimaa.

Kumimattojen käyttäminen terävien reunojen alla vaatii erityistä huolellisuutta. Suuren kosketuspaineen ja tärinän vuoksi joihinkin kumimattotyyppeihin voi tulla reikä, jolloin kitka vähenee. Tämä ongelma ilmenee erityisesti eräissä puristetusta kumista valmistetuissa kumimatoissa. Toisaalta puristettu kumi sopii parhaiten pölyisiin olosuhteisiin.

4.2.3. Muusta kuin kumista valmistetut liukuestematot

Liukuestemattojen raaka-aineena käytetään myös muita aineita kuin kumia. Näiden materiaalien kitkakertoimesta olisi oltava standardin EN 12195-1:2010 mukainen koetodistus. Vaahtomateriaaleja käytetään lavakuormien alla tai kuormalavan ja itse kuorman välissä. Yksittäisten materiaaliyhdistelmien kitkakerroin voi olla ihanteellisissa olosuhteissa jopa 1,2. Pinnoitteiden tapaan kitkakerroin yleensä vähenee ajan myötä. Jos liukuestematto on hyvin ohut, koko kosketuspinnan peittäminen saattaa olla tarpeen.

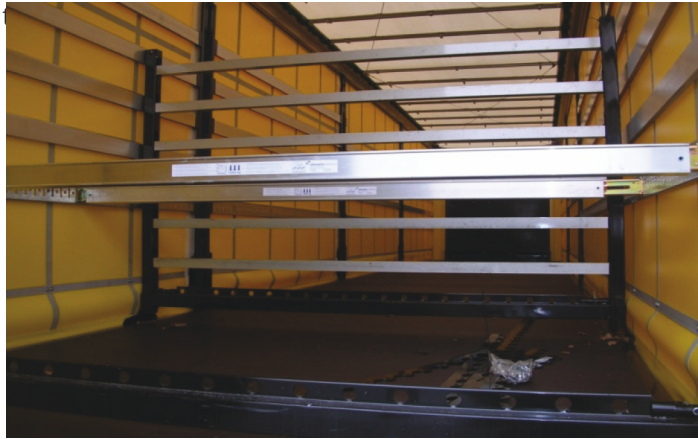
4.2.4. Kitkapaperi

Kitkapaperi on paperia, joka on pinnoitettu esimerkiksi silikoni- tai PU-pohjaisella kitkaa lisääväällä aineella. Kitkapaperia käytetään yleensä kuormalavoille lastattujen tuotteiden kerrosten välissä, mutta se sopii hyvin myös esimerkiksi pakettien kuljettamiseen. Kitkapaperin paksuus vaihtelee hyvin ohuesta paksuun aaltopahviin. Oikean paksuuden valinnassa olisi otettava huomioon hitausvoimat, jotka usein repivät kitkapaperin.

4.3. TUKITANGOT

Tukitangot on suunniteltu kiinnitettäväksi ajoneuvoon joko pystysuoraan lastausalustan ja katon väliin tai vaakasuoraan sivuseinien väliin. Erityisestä tukitankoja koskevasta kansainvälisestä standardista ei vielä ole saatu lopullista versiota. On tärkeää erottaa toisistaan valmistajan ilmoittama

tukitangon lujuus ja toisaalta tukitangon tukitanko on kiinnitetty ajoneuvoon.



Kuva 25: Tukitankoja

Yleensä tukitankojen kiinnitys perustuu kitkaan.



Kuva 26: Tukitanko, jonka kiinnitys sivuseiniin tai listoihin perustuu kitkaan

Tyypillinen tuentakyky on 80–200 daN.



Kuva 27: Alumiinilista, jossa on reiät tukitankoja varten

Uuden sukupolven tukitangot kiinnitetään ajoneuvossa oleviin reikiin. Reikien mittasuhteita ei ole standardoitu, joten tukitangot toimitetaan ajoneuvon mukana ja tuentakyky ilmoitetaan samassa yhteydessä annettavassa todistuksessa. Yleensä tuentakyky on 200–2 000 daN, ja se riippuu pääasiassa siitä, miten hyvin tangot saa kiinni reikiin.

4.4. TÄYTEMATERIAALIT

Kuorman toimiva varmistaminen tuennan avulla edellyttää, että pakkaukset ovat tiiviisti sekä kuljetusvälineen tuentarakenteita että toisiaan vasten. Jos lasti ei täytä kaikkea sivu- ja päätylaitojen väliin jäävää tilaa eikä sitä ole varmistettu muulla tavalla, on raot täytettävä täytemateriaalilla, jonka synnyttämällä puristusvoimalla huolehditaan lastin riittävästä tuennasta. Puristusvoimien on oltava oikeassa suhteessa lastin kokonaispainoon.



Kuva 28: Täytettä lastirivien välissä

Seuraavassa esitellään tarkemmin eräitä mahdollisia täytemateriaaleja.

- Kuormalavat

Kuormalavat sopivat usein hyvin täytteeksi. Jos tuennan väliin jäävä rako on suurempi kuin EUR-lava (noin 15 cm), rako voidaan täyttää ja lasti tukea asianmukaisesti esimerkiksi pystyyn asetuilla EUR-lavoilla. Jos laitojen väliin jäävä rako millä tahansa puolella kuormatilaa on kapeampi kuin EUR-lavan korkeus, on rako täytettävä muulla sopivalla täytemateriaalilla, esimerkiksi puutavaralla.

- Ahtaussäkit

Ilmalla täytettäviä ahtaussäkkejä saa sekä kertakäyttöisinä että kierrätettävänä. Säkit on helppo asettaa paikalleen, ja ne täytetään paineilmalla, jota saadaan usein kuorma-auton paineilmajärjestelmässä olevasta liitännästä. Ahtaussäkkien toimittajan tehtävänä on antaa kantavuutta ja sopivaa ilmanpainetta koskevia ohjeita ja suosituksia. Ahtaussäkkejä käytettäessä on tärkeää pyrkiä välttämään kulumisesta johtuvia vaurioita. Ahtaussäkkejä ei saa koskaan käyttää täyteenä ovia tai muita kuin jäykkiä pintoja tai väli-seiniä vasten.



Kuva 29: Ahtaussäkki sivuttaistukena

Markkinoilla on myös erilaisia täytteeksi kelpaavia paperipohjaisia materiaaleja, kuten täytepahvia ja rutistepahvia.

Toisinaan kuorma-autojen kuljettajat käyttävät rakojen täyttämiseen eristelevyjä, kuten PU-levyä.

4.5. KULMASUOJAT

Kulmasuojista ei ole kansainvälisiä standardeja. Kulmasuojalla voi olla yksi tai useampia tehtäviä:

- suojaa sidosta lastin terävien kulmien aiheuttamilta vaurioilta
- suojaa lastia sidosten aiheuttamilta vaurioilta
- helpottaa sidosten liukumista pituussuunnassa lastin yli
- jakaa sidontavoiman laajemmalle alueelle lastin yli.

Toisinaan kulmasuojilla on myös muita erityistehtäviä, kuten sidosten poikittaissuuntaisen liukumisen estäminen esimerkiksi silloin, kun sidoksen on pysyttävä kiinni sylinterinmuotoisen kuorman reunoissa.

Myytävänä on paljon erilaisia, hinnaltaan vaihtelevia kulmasuojamalleja, joissa on korostettu eri ominaisuuksia. Kuvassa näkyy eräitä kulmasuojamalleja. L:n muotoiset muoviosat asetetaan lastin reunoihin ja sidokset vedetään kulmasuojien yli. Kiinnitystapa on tehokas, mutta toisinaan vaikea toteuttaa. Joissakin tapauksissa on helpompaa saada paikalleen sidontavälineiden ympärille tulevat holkit, joita usein kutsutaan kulumissuojiksi. Ne suojaavat tehokkaasti sidontavälineitä, mutta eivät jaa voimaa leveämmälle alueelle.

Kulmasuojat voivat olla erittäin pitkiä. Niillä ei ole kuitenkaan tarkoitus korvata lastin kuljetuspakkausta, eivätkä ne riitä pitämään lastia oikeassa muodossa (ks. kuva). Pitkien kulmasuojien tärkein tehtävä on jakaa sidontavoimat pidemmälle alueelle kohdassa 5.7.2 kuvatulla tavalla.

Kulmasuojat eivät saa aiheuttaa vaurioita teräslevyjä ei saa käyttää kulmasuojien kiinnityksen aikana.



Kuva 30: Kulmasuojia

Liukuestemattoja ei saa käyttää kulmasuojana.

4.6. VERKOT JA PEITTEET



Kuva 31: Varmistaminen peitteen avulla

Tietyntyyppien kuormatyyppien varmistamiseen ja paikoilleen pitämiseen tarkoitettuja verkkoja valmistetaan esimerkiksi sidontavöistä, luonnon- tai tekokuituisista köysistä tai teräsvaijerista. Sidontavöistä tehtyjä verkkoja käytetään yleensä väliseinäinä, joilla kuormatila jaetaan osastoihin. Köydestä tai nuorasta tehtyjä verkkoja voidaan käyttää ensisijaisena kiinnitysjärjestelmänä, jolla kuormat voidaan kiinnittää joko kuormalavoihin tai suoraan ajoneuvoon. Verkkojen tehoa voidaan arvioida käyttämällä tapauskohtaisesti standardin EN 12195-1 suorasideontaa tai kitkasidontaa koskevia kaavoja.

Avolava-ajoneuvoissa ja vaihtolavoilla voidaan peittämiseen käyttää kevyttä verkkoja, jos peitettä ei lastin laadun vuoksi tarvita. Tässä tapauksessa on varmistettava huolellisesti, että verkkojen metalliosat eivät ole ruostuneet tai vaurioituneet, vyöt ovat ehjiä ja ompeleet kunnossa. Köydestä tai nuorasta valmistettuja verkkoja käytettäessä on tarkistettava, ettei kuiduissa ole leikkausjälkiä tai muita vaurioita. Tarvittaessa verkko on annettava pätevän henkilön korjattavaksi ennen käyttöä. Verkon silmäkoon on oltava pienempi kuin lastin pienimmän osan.



Kuva 32: Kuorman varmistaminen menosuunnassa verkon ja suorasideontan avulla

Verkoilla voidaan myös varmistaa, että lasti ei putoa ajoneuvon ovia avattaessa esimerkiksi silloin, kun XL-merkittyn ajoneuvoon on lastattu kuormaa välittömästi takaovia vasten.

4.7. MUUT VARMISTUSMATERIAALIT

Kuorman varmistamisessa käytetään myös monia muita materiaaleja, jotka saattavat sopia tarkoitukseensa erittäin hyvin.

Puutavaraa käytetään tukimateriaalina etenkin rahtikonteissa, mutta myös tasapohjaisissa perävaunuissa ja muissa maantiekuljetusajoneuvoissa. Puulistoilla voidaan täyttää kuormausyksiköiden välisiä sekä kuormausyksiköiden ja ajoneuvon jäykkien osien välisiä rakoja. Ne voidaan naukata kiinni ajoneuvon lastausalustaan tai tukea ajoneuvon jäykkiä osia vasten.

Luku 5 Varmistusmenetelmät

5.1. YLEISPERIAATE

Kuorman varmistamisen peruseriaatteena on, että sillä pyritään estämään kuorman osien liikkuminen lastausalustaan nähden ajoneuvon pitkittäis- ja poikittaissuuntaisen kiihtyvyyden vuoksi. Hyväksyttäviä ovat ainoastaan muutokset, jotka johtuvat kuormausyksiköiden ja varmistusvälineiden elastisista muodonmuutoksista, elleivät ne tuota tarpeettoman voimakkaita ajoneuvon seiniin tai muihin kiinnitysvälineisiin kohdistuvia voimia. Suhteellisten liikkeiden välttämiseksi voidaan käyttää seuraavia peruskiinnitysmenetelmiä yhdessä tai erikseen:

- lukinta
- tuenta
- suorasidonta
- ylisidonta.

Kiinnitysmenetelmän tai menetelmien on kestettävä vaihtelevia sääoloja (esimerkiksi kosteutta ja eri lämpötiloja), joita kuljetusmatkan aikana saattaa ilmetä.

5.2. LUKINTA

Lukinta on ylivoimaisesti paras lastin varmistustapa. Tässä tapauksessa ajoneuvo ja lasti on muotoiltu yhteensopiviksi siten, etteivät ne pääse liikkumaan toisiinsa nähden. Ratkaisun lujuus on tarkistettava etukäteen. Lukintajärjestelmää on käytettävä valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Tuttu esimerkki on ISO-rahtikonteissa käytettävä konttilukko. Kontti katsotaan sellaisenaan lastiksi, joka on kiinnitettävä konttiperävaunuun. Kaikkien neljän konttilukon on oltava käytössä, jotta kontti ei pääse liikkumaan lainkaan perävaunuun nähden.

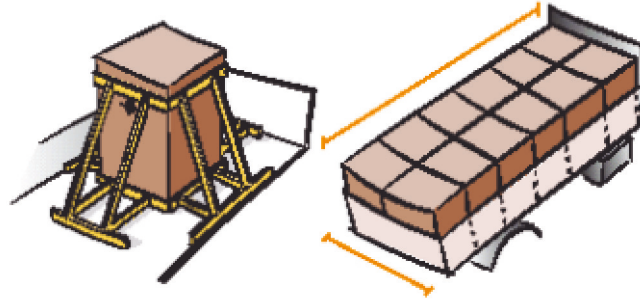
Toisena esimerkkinä ovat painekaasupulloissa käytettävät teräslaatikot, joiden jalat on suunniteltu sopimaan kaasupullolaatikoiden kuljettamiseen tarkoitettun ajoneuvon lastausalustan reikiin. Jalat lukitaan reikiin omalla tapillaan.

5.3. PAIKALLINEN TUENTA

Jos varmistettava kuormausyksikkö on riittävän jäykkä, voidaan käyttää paikallista tuentaa.

Liukuminen estetään käyttämällä jäykkää tukia eteenpäin, taaksepäin ja molemmissa sivusuunnissa.

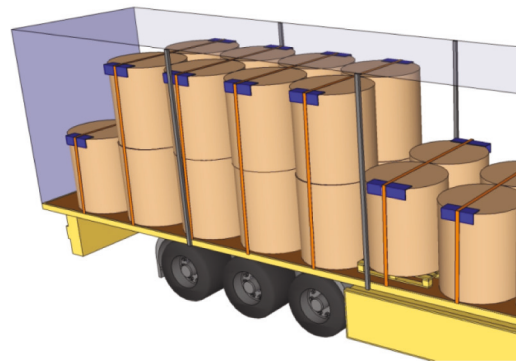
- Kuormausyksiköt asetetaan jäykkää seinämää, aitaa, pylvästä tai toisia kuormausyksiköitä vasten.
- Jos asettaminen välittömästi jäykkää ajoneuvon osaa vasten ei ole mahdollista, raot voidaan täyttää puutavaralla tai vastaavalla materiaalilla.



Kuva 33: Tuenta

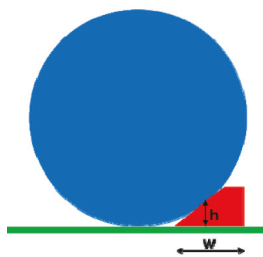
Herkästi kaatuvan kuormausyksikön kaatuminen estetään paikallisen tuennan avulla käyttämällä kohtuullisella korkeudella olevia jäykkiä tukia. Turvallisuus varmistetaan ilman muita laskelmia tukemalla kuormausyksikkö painopisteen yläpuolelta. Kaatuminen estetään usein vaaka- tai pystysuorilla tukitangoilla.

Paikallisen tuennan erikoistapaus on kynnyksen eli paneelituenta, jota käytetään usein silloin, kun alemman kerroksen päällä kuljetetaan yksittäisiä kuormausyksiköitä. Kuormalavojen tai muun pohjamateriaalin avulla osaa kuormasta nostetaan niin, että se muodostaa kynnyksen. Ylempi kerros tuetaan paikallisesti pituussuunnassa kuvan mukaisesti. Huomaa, että tuentaan käytettyjen kuormausyksiköiden yläosaan vaikuttavat voimat voivat olla erittäin suuria. Voimien keskittymistä voidaan vähentää asettamalla kuormalavat pystysuuntaan peräkkäisten osioiden väliin.



Kuva 34: Paneelituenta kuormalavojen avulla

Toisenlaisessa paikallisessa tuennassa käytetään kiiloja, joilla estetään sylinterinmuotoisten kappaleiden vieriminen lastausalustalla.



Kuva 35: Tuentakiila

- Menosuuntaan pyörimisen estämiseksi tuentakiilan kulman olisi oltava noin 37° ja sivulle- ja taaksepäin pyörimisen estämiseksi noin 30° . Tuentakiilan kaltevan pinnan on oltava kiinni kappaleessa, ja kiila on kiinnitettävä lastausalustaan, sillä sylinterinmuotoisilla kappaleilla on taipumus siirtää kiilaa taaksepäin. Kiilasta taaksepäin suuntautuva vaakasuora voima on $0,8 G$ tai $0,5 G$ (kun G on sylinterin paino).

Kiilan korkeuden on oltava

- vähintään $R/3$ (yksi kolmasosa sylinterin säteestä), jos ylisidontaa ei käytetä, tai
- enintään 200 mm, jos kiilojen yli pyörähtäminen on estetty muulla tavalla, esimerkiksi ylisidonnalla.
- Terävien kiilojen, joiden kulma on 15° , kuormanvarmistuskyky on heikko, ja niiden päättehtävä on pitää pyöreät kappaleet paikoillaan lastaamisen ja purkamisen aikana. Pienen kulman etuna on, että vakaisissa olosuhteissa kiila lukittuu yleensä itse paikalleen, eikä liu'u vaakasuunnassa sylinterin painon alla.

- Kiilakehdossa on kaksi pitkää kiilaa, jotka pysyvät paikallaan säädettävillä ristituilla, esimerkiksi pulteilla. Ristituenta on tehtävä niin, että sylinterin ja lastausalustan väliin jää noin 20 mm:n rako. Pituussuuntaiseen tuentaan käytettävän kiilan kulman on oltava 37° ja poikittaisuuntaiseen tuentaan käytettävän noin 30°.

5.4. YLEINEN TUENTA

Yleisessä tuennassa tyhjätkohdat täytetään mieluiten pysty- tai vaakasuoraan asetetuilla tyhjiillä kuormalavoilla, jotka tiivistetään tarpeen mukaan puutavaralla. Tarkoitukseen ei pidä käyttää materiaalia, joka saattaa muuttaa muotoaan tai kutistua pysyvästi, kuten juuttikankaan palasia tai lujuudeltaan heikkoa kiinteää vaahtomateriaalia. Kuormausyksiköiden ja samanlaisten kuorman osien väliin jäävät pienet raot, joita ei voi välttää ja joita tarvitaan tuotteiden sujuvassa pakkaamisessa ja purkamisessa, ovat hyväksyttäviä, eikä niitä tarvitse täyttää. Ainoastaan yleistä tuentaa käytettäessä tyhjän tilan yhteenlaskettu määrä vaakasuunnassa saa olla enintään 15 cm. Teräksen, betonin, kiven tai muunlaisten tiiviiden ja jäykkien kuorman osien väliin jäävä tyhjä tila olisi kuitenkin saatava mahdollisimman pieneksi.

5.5. SUORASIDONTA

Sidonnalla saadaan aikaan voima, joka vaikuttaa hitausvoimiin nähden vastakkaiseen suuntaan. Tämän peruseräatteen soveltamista riippuu kuorman tyypistä.

Kaikissa suorasadonnan muunnelmissa kuorman annetaan lähteä liikkeelle. Liike lisää sidonnan voimaa, minkä pitäisi pysäyttää lastin liike. Sidontavyöt venyvät jopa seitsemän prosenttia, ja kuorman liikkeen olisi jätävä mahdollisimman pieneksi. Tämän vuoksi sidontavyöiden esikiristyksen on oltava mahdollisimman suuri, mutta kuitenkin enintään 0,5 LC. Kettinkien, teräsköysien ja teknisten köysien ihanteellinen esikiristys on enintään 0,5 LC. Jos erittäin painavia esineitä kuljetetaan muotoaan muuttavalla lastausalustalla, esikiristys suositellaan selvittämään perusteellisesti.

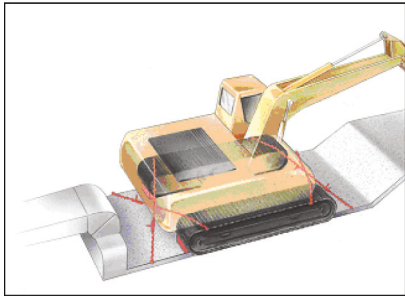


Kuva 36: Suorasidonta

5.5.1. Ristikkäissidonta

Jäykällä sidontapisteillä varustetut kappaleet voidaan yleensä varmistaa neljällä suoralla sidoksella. Kukin sidos yhdistää kuormassa olevan sidontapisteen ajoneuvon sidontapisteeseen suurin piirtein lastausalustan lävistäjien suuntaisesti. Jos käytetään vain neljää sidosta, ne eivät saa olla pystyasoon nähden samansuuntaisia ajosuunnassa tai poikittaissuunnassa. Sidoksen ja vaakatason välisen kulman on oltava mahdollisimman pieni, kun otetaan huomioon sidontapisteiden jäykkyys (monia sidontapisteitä ei saa käyttää alle 30 asteen kulmassa). Sidoksen ja ajosuunnan väliseksi

kulmaksi suositellaan 30–45 astetta, jos ristikkäissidonnassa ohella ei käytetä tuentaa. Suurempi tai pienempi kulma on hyväksyttävä, jos tästä johtuva sidoksiin ja sidontapisteisiin kohdistuvien voimien lisääntyminen on kohtuullista.



Kuva 37: Ristikkäissidonta

Jos kuormassa on erittäin jäykkä sidontapiste, siihen voidaan kiinnittää kaksi sidosta. Jos sopivia sidontapisteitä ei ole, sellainen voidaan joissakin tapauksissa tehdä nostolenkistä.

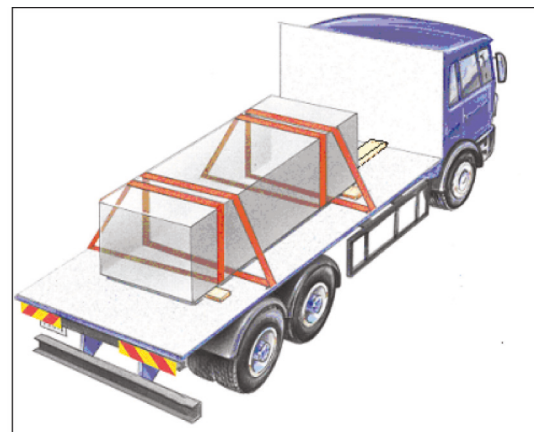
Jos jonkin sidoksen tai sidontapisteen lujuus ei riitä, on suositeltavaa vaihtaa se vahvempaan. Lisäsidosten käyttö voi olla tarpeen sidontapisteen tai -välineiden rajallisen lujuuden vuoksi. Jos missä tahansa suunnassa käytetään useampaa kuin kahta sidosta, on käytettävä varmuuskerrointa, jolla otetaan huomioon sidoksiin vaikuttavien voimien epätasainen jakautuminen.

5.5.2. Rinnakkaissidonta

Lasti sidotaan kahdeksasta sidontapistestä ajoneuvon kahdeksaan sidontapisteeseen kahdeksalla sidoksella. Kaikki kahdeksan sidosta ovat samanmittaisia, ja kaksi paria on toisiinsa nähden rinnakkaisia. Kaksi rinnakkaista sidosta estää liikkeen eteenpäin, kaksi taaksepäin, kaksi vasemmalle ja kaksi oikealle. Kun samaan suuntaan käytetään kahta sidosta, sidoksiin ja sidontapisteisiin vaikuttavat voimat jäävät pienemmiksi kuin ristikkäissidonnassa. Useimmissa tapauksissa ristikkäissidonnalla saadaan sama teho edullisemmin kuin rinnakkaissidonnalla.

5.5.3. Silmukkasidonta

Silmukkasidontaa (eli ”puhtiin” sitomista) käytetään yleensä silloin, kun halutaan estää pitkien kappaleiden liikkuminen poikittaissuunnassa. Sidoksia tarvitaan vähintään kolme, mutta mielellään neljä. Sidokset lähtevät aina ajoneuvon kyljen lähellä olevasta sidontapistestä, kulkevat lastin ali ja palaavat lastin yli samaan tai lähellä olevaan sidontapisteeseen. Suositeltavaa on käyttää kahta sidosta pitkän lastin etupäässä ja kahta lähellä takapäätä. Kaksi sidosta lähtee oikealta ja kaksi vasemmalta puolelta. Tällaisten sidosten teho pituussuunnassa tapahtuvan liikkeen estämisessä on rajallinen.



Kuva 38: Silmukkasidonta

5.5.4. Valjassidonta

Valjassidonnalla voidaan estää liikkuminen (liukuminen ja kaatuminen) yhteen suuntaan, yleensä eteen- tai taaksepäin. Valjassidonnassa käytetään vain yhtä sidosta, joka lähtee ajoneuvon yhdellä puolella olevasta sidontapistestä, kulkee lastin takaa (edestä) ja kiinnitetään ajoneuvon toisella puolella olevaan sidontapisteeseen, joka on vastapäätä tai lähes vastapäätä ensimmäiseen sidontapisteeseen nähden. Valjassidonnasta käytetään myös muunnelmia, joilla pyritään estämään sidoksen liukuminen alaspäin:



Kuva 39: Valjassidonta kuormalavojen avulla

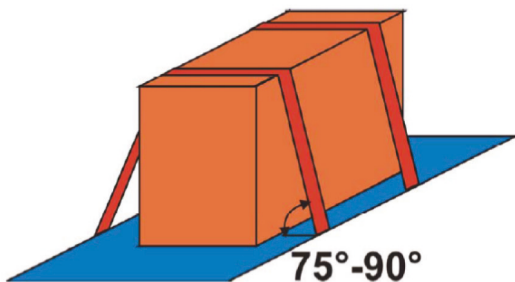
- Tyhjiä kuormalavoja tai vastaavia sijoitetaan varmistettavan kuorman etupuolelle (takapuolelle).
- Sidonta kulkee lastin etupuolen (takapuolen) yli vinosti. Tämä sidontatapa on helppo toteuttaa yksin. Jos kappaleet eivät ole jäykkiä, vinottaisia sidoksia on oltava niin monta, etteivät lastin osat pääse liukumaan sidosten välistä. Teho voidaan tässä tapauksessa todeta kallistuskokeella tai dynaamisella ajokokeella.
- Remmiä tai erillistä sidosta voidaan käyttää kuormaosan etureunassa (takareunassa). Remmi vedetään taaksepäin (eteenpäin) molemmin puolin kuormaa myöten. Sidontatavan toimivuus muille kuin jäykille kappaleille on testattava.



Kuva 40: Valjassidonta erillisen remmin avulla

5.6. KUORMAN YLI SIDONTA

Kuorman yli sidonnalla, jota kutsutaan myös kitkasidonnaksi, pyritään lisäämään kitkavoimia kuormaussyksiköiden pohjan ja lastausalustan välillä, tai jos kuormaussyksiköistä muodostuu pinoja, alempien kuormaussyksiköiden välillä. Yläosassa sidoksen kulman lastausalustaan nähden on oltava mahdollisimman suuri.



Kuva 41: Kuorman yli sidonta

Sidontavoimia käytettäessä tärkeä näkökohta on kiristysvoimien jakautuminen sidontavyön eri kohtiin. Sidos kiristetään yleensä yhdeltä puolelta rataslukon avulla. Kiristettäessä sidos jännittyy ja liukuu lastin yli. Jos kitka kulmassa on alhainen, sidontavoimat jakautuvat tasaisesti molemmille puolille. Jos kitka kulmassa on suuri, voimat eri puolilla jäävät epätasaisiksi, jolloin sidonta toimii enemmän suorasideonnan tapaan.

Kuorman yli sidonnassa alaspäin suuntautuva voima on tarkoitus saada aikaan kiristyslaitteella, joka on yleensä käsikäyttöinen. Tästä syystä alaspäin suuntautuva voima on yleensä enintään yhtä suuri kuin sidontavälineen STF-arvo. Sidontakyvyn (LC) arvolla ei ole merkitystä kuorman yli sidonnassa.

Jos tuotteet ovat muotoaan muuttavia, kuorman yli sidonnassa niiden yli suuntautuva voima muuttuu kuljetuksen aikana. Lähes aina muutos tarkoittaa huomattavaa vähenemistä, ja alkuperäinen esikiristys voi pienentyä 50 %:iin tai jopa sen alle. Tämän vuoksi on syytä harkita, että sidontaa kiristettäisiin uudelleen matkan aikana tai käytettäisiin jotain muuta varmistusmenetelmää. Jos lasti ei muuta muotoaan, kiristysvoima ei yleensä muutu, ja joissakin erityistapauksissa se saattaa jopa lisääntyä.

Alaspäin suuntautuva voima parantaa kuorman varmistamista, jos se suurentaa kitkavoimaa. Luvussa 1 todettiin, että kitkavoima on vain osa kosketusvoimaa. Kosketusvoima on sidosten yhteenlaskettu alaspäin suuntautuva voima lisättynä lastin kyseiseen kosketuspintaan suuntautuvalla painolla. Lastin yli sitominen toimii siis parhaiten silloin, kun kitkakerroin on suuri.

5.7. YLEISIÄ HUOMIOITA VARMISTUSMENETELMISTÄ

1. Kaikki kuormausyksiköt on varmistettava. Joskus voi olla suositeltavaa koota useita kuormausyksiköitä ryhmäksi ja varmistaa ryhmä kokonaisuutena. Erittäin todennäköistä on, että toisin kuin yksittäiset kuormausyksiköt, niistä muodostettu ryhmä ei ole herkkä kaatumaan. Tällöin ryhmä on varmistettava vain liukumista vastaan. Ryhmä voidaan muodostaa vaakatai pystysuoralla ympärisidonnalla (kuva). Esimerkkinä on tapaus, jossa neljä pitkänomaista kuormausyksikköä kootaan yhteen kolmella pystysuoralla ympärisidoksella. Sidos olisi saatava mahdollisimman kireäksi, jotta yksittäisten kuormausyksikköjen välille muodostuu kitkaa. Ympärisidonnan vaikutukseen sekä yhteen sidottavien kuormausyksikköjen enimmäismäärään vaikuttavat kiristysvoima ja kitkakerroin. Oletuksena on, että neljä perävaunun kyydissä olevaa lavakuormaa voidaan koota yhteen yhdellä vaakasuoralla ympärisidoksella ja neljä pitkänomaista kuormausyksikköä voidaan koota yhteen kolmella pystysuoralla ympärisidoksella. Kuormausyksikköjen yhteen sitomisen tehokkuus on syytä testata tapauskohtaisesti.
2. Sidontavyön ja kuorman välinen kosketusvoima voi lisääntyä huomattavasti sillä hetkellä, kun hitausvoimat alkavat tosiasiallisesti vaikuttaa, oli kyse suorasidonnasta tai kuorman yli sitomisesta. Jos kyseessä on muotoaan muuttava kuorma, nämä suuret paikalliset voimat saavat aikaan kuorman muodonmuutoksen ja vapauttavat näin kuormalle liikkumatilaa, jonka suuruus on verrannollinen matkaan, jonka kuorma liikkuu sidontavyön venymisen vuoksi. Tuotteiden vaurioitumisen estämisen ohella tämä on pääsyy sille, miksi kuormaan kohdistuvia suuria paikallisia voimia on syytä välttää. Suurikokoisilla kulmasuojilla sidontavoimat voidaan saada jakautumaan suuremmalle alueelle, mikä vähentää kuorman liikkumista.
3. Erilaisia sidontatapoja voi yhdistää. Poikkeuksena on lukinta, sillä siinä edellytyksenä on, että ajoneuvossa ja kuormassa on erityiset lukintalaitteet. Lukintalaitteella saadaan aikaan tiukka lukitus, joka ei yleensä sovi yhteen muiden varmistusmenetelmien kanssa. Lukintalaitteiden olisi siis oltava niin tukevia, ettei muuta varmistusta tarvita. Tuennan ja lastin yli sitomisen yhdistelmä on kuvattu standardissa EN 12195-1:2010. Tällä tavalla tuentakykyä ja sidonnan varmistuskykyä on mahdollista lisätä.
4. Huomionarvoinen esimerkki sidontamenetelmien yhdistelmästä on kuorman yli sitomisen ja valjassidonnan yhdistelmä.
5. Suuret kappaleet, joita ei ole lastattu kuormalavoille, lepäävät usein aluspuiden päällä. Suorasidontaa ja jopa voimakasta kitkasidontaa käytettäessä aluspuilla on taipumus lähteä vierimään heti, kun hitausvoimat alkavat tosiasiallisesti vaikuttaa. Vieriminen voidaan estää jommalla-kummalla seuraavista:
 - Käytetään suorakulmaisia aluspuita vaakasuorassa asennossa (ei pystysuorassa).
 - Käytetään yhtä paksuja aluspuita, jotka muodostavat yli 30 asteen kulman.
6. Kitkakertoimet materiaaliyhdistelmille, joita ei mainita standardin EN 12195-1:2010 taulukossa B.1, voidaan määrittellä kokeella, joka kuvataan kyseisen standardin liitteissä B ja E.
7. Ajoneuvoissa, joiden korirakenteen lujuus on riittävä (esimerkiksi XL-merkityt ajoneuvot), ei yleistä tuentaa käytettäessä tarvita enää muuta varmistusta, esimerkiksi sidontaa. Ajoneuvon seiniä pitäisi hyödyntää harkiten, jos kuormasta johtuvat voimat eivät ole jakautuneet tasaisesti seinien koko matkalle.
8. Kuorman pinoaminen on sallittua, kunhan huomioon otetaan erilaiset kitkakertoimet, pakkausten lujuus sekä erityiset vaarallisia aineita koskevat vaatimukset.

Luku 6 Laskelmat

Liitteen 3 pikasidontaoppaassa esitetään pelkistetyssä muodossa menetelmiä, joilla voidaan päättää tarvittavien sidosten määrä. On suositeltavaa varmistaa kuorma tavanomaiseen tapaan ja tämän jälkeen tarkistaa pikasidontaoppaan taulukoiden avulla, riittääkö käytetty kiinnitysjärjestely estämään kuorman liukumisen ja kallistumisen kaikkiin suuntiin.

Usein laskelmia ei edes tarvita. Esimerkkinä on XL-merkitty ajoneuvo, jonka varusteet ovat todistuksen mukaisia ja lasti on tuettu kaikkiin suuntiin. Tässä tapauksessa muuta varmistusta ei tarvita edes täydelle kuormalle, jos lastausalustan ja kuorman välinen kitkakerroin on vähintään 0,3.

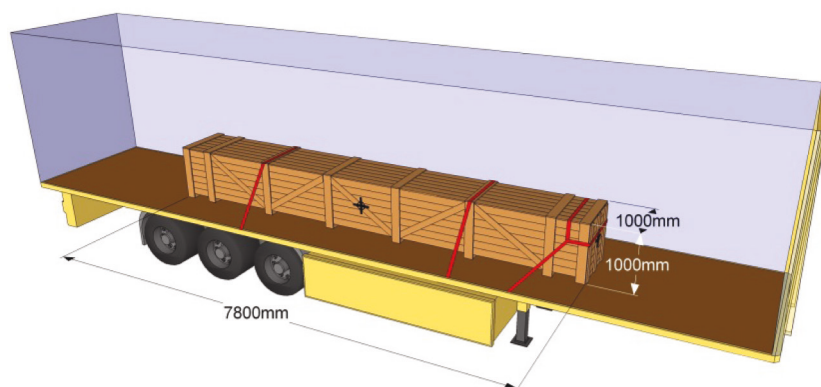
Mahdolliset laskelmat on tehtävä standardia EN 12195-1:2010 noudattaen.

Kuorman kiinnitysjärjestelyt voidaan vaihtoehtoisesti testata standardissa EN 12195-1:2010 annettujen ohjeiden mukaisesti.

Kun samanaikaisesti käytetään kahta tai useampia varmistusmenetelmiä, voidaan käyttää standardissa EN 12195-1:2010 annettuja kaavoja yhdessä seuraavissa esimerkeissä käytettyjen laskentamenetelmien kanssa.

6.1. ESIMERKKI 1 – PUULAATIKKO, JONKA PAINOPISTE ON ALHAALLA

Laske suurin sallittu paino jäykälle puulaatikolle, joka on kuormattu perävaunuun oheisen kuvan mukaisesti, kun puulaatikko ei saa liukua tai kallistua sivulle, eteenpäin tai taaksepäin. Käytä apuna standardissa EN 12195-1:2010 annettuja kaavoja.



Kuva 42: Esimerkki 1

Perävaunussa on tavallinen vanerilattia, joka on lakaistu puhtaaksi, eikä sillä ole huurretta, jäätä tai lunta. Perävaunu on standardin EN 12642 ja luokan XL mukainen. Sen sidontapisteet on suunniteltu standardin EN 12640 mukaisesti, ja yksittäisen sidontapisteen sidontakyky (LC) on 2 000 daN. Sidontapisteen välinen etäisyys poikittaissuunnassa on noin 2,4 m.

Laatikko on tehty sahatavarasta, ja sen mitat (pituus × leveys × korkeus) ovat 7,8 × 1,0 × 1,0 m. Painopiste on laatikon geometrisessa keskikohdassa.

Laatikko on varmistettu kahdella ylisidoksella sekä yhdellä menosuuntaan käytetyllä valjassidoksella. Sidosten sidontakyky on 2 000 daN, ja ne on esijännitetty arvoon 500 daN. Valjassidos on

kiinnitetty perävaunuun noin yksi metri laatikon etureunasta taaksepäin, joten sidosten kulmat ovat suurin piirtein seuraavat:

Ylisidokset: Pystysuuntainen sidontakulma sidosten ja alustan välillä $\alpha \approx 55^\circ$

Valjassidos: Pystysuuntainen sidontakulma sidoksen ja alustan välillä $\alpha \approx 39^\circ$; vaakasuuntainen kulma sidoksen ja ajoneuvon pitkittäisakselin välillä $\beta \approx 35^\circ$

6.1.1. Liukuminen

Kitkakerroin μ sahatavarasta valmistetun laatikon ja perävaunun vanerilattian välillä standardin liitteen B perusteella on 0,45.

6.1.2. Kuorman massa m , jonka liukuminen voidaan estää kahdella ylisidoksella

Kuorman massa m , jonka liukuminen voidaan estää kahdella ylisidoksella, perustuu standardin yhtälöön 10.

$$m = \frac{n \cdot 2 \cdot \mu \cdot \sin \alpha \cdot F_T}{g(c_{x,y} - \mu \cdot c_z) f_s}, \text{ jossa:}$$

m = kuorman massa. Massa saadaan kiloina, jos F_T annetaan newtoneina (N), ja tonneina, jos F_T annetaan kilonewtoneina (kN). 1 daN = 10 N ja 0,01 kN.

$n = 2$ (ylisidosten lukumäärä)

$\mu = 0,45$ (kitkakerroin)

$\alpha = 55^\circ$ (pystysuoran sidontakulman suuruus asteina)

$F_T = 500 \text{ daN} = 5 \text{ kN}$

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$ (putoamiskiihtyvyys)

$c_{x,y} = 0,5$ sivusuunnassa, 0,8 menosuunnassa ja 0,5 taaksepäin (vaakasuora kiihtyvyyserroin)

$c_z = 1,0$ (pystysuora kiihtyvyyserroin)

$f_s = 1,25$ menosuunnassa ja 1,1 sivusuunnassa ja taaksepäin (varmuuskerroin)

Näitä arvoja käyttämällä kuorman massa m , jonka liukuminen kaikkiin suuntiin estetään kahdella ylisidoksella, on seuraava (tonneina):

Sivusuunnassa: 13,7 tonnia

Menosuunnassa: 1,7 tonnia

Taaksepäin: 13,7 tonnia

6.1.3. Kuorman massa, jonka liukuminen eteenpäin voidaan estää valjassidoksella

Kuorman massa m , jonka liukuminen eteenpäin voidaan estää valjassidoksella, perustuu standardin yhtälöön 35. Valjassidoksen poikittaissuuntaista liukumista estävää vaikutusta ei oteta huomioon.

$$m = \frac{2 \cdot n \cdot F_R \cdot (\mu \cdot f_\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha \cdot \cos \beta)}{g \cdot (c_x - \mu \cdot f_\mu \cdot c_z)}, \text{ jossa}$$

m = kuorman paino. Paino saadaan kiloina, jos F_T annetaan newtoneina (N), ja tonneina, jos F_T annetaan kilonewtoneina (kN). 1 daN = 10 N ja 0,01 kN.

$n = 1$ (valjassidosten lukumäärä)
 $F_R = LC = 2\,000 \text{ daN} = 20 \text{ kN}$
 $\mu = 0,45$ (kitkakerroin)
 $f_u = 0,75$ (varmuuskerroin)
 $\alpha = 39^\circ$ (pystysuoran sidontakulman suuruus asteina)
 $\beta = 35^\circ$ (vaakasuoran sidontakulman suuruus asteina)
 $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ (putoamiskiihtyvyyys)
 $c_x = 0,8$ (vaakasuora kiihtyvyysskerroin menosuunnassa)
 $c_z = 1,0$ (pystysuora kiihtyvyysskerroin)

Näitä arvoja käyttämällä kuorman massa m , jonka liukuminen menosuuntaan estetään valjassidoksella, on 7,5 tonnia.

6.1.4. Kuorman paino, jonka liukuminen voidaan estää kahdella ylisidoksella sekä valjassidoksella

Yllä olevien laskelmien perusteella kahdella ylisidoksella sekä valjassidoksella voidaan estää seuraavanpainoisen kuorman liukuminen:

Sivusuunnassa: 13,7 tonnia
 Menosuunnassa: $1,7 + 7,5 = 9,2$ tonnia
 Taaksepäin: 13,7 tonnia

Kuorman enimmäispaino, jonka liukuminen tällä kiinnitysjärjestelyllä voidaan estää, on siis 9,2 tonnia.

6.1.5. Kallistuminen

Laatikon vakaus tarkistetaan käyttämällä standardin yhtälöä 3.

$$b_{x,y} > \frac{c_{x,y}}{c_z} d, \text{ jossa:}$$

$b_{x,y} = 0,5$ sivusuunnassa, 3,9 menosuunnassa ja 3,9 taaksepäin (painopisteen ja kaatumispisteen etäisyys vaakatasossa kuhunkin suuntaan)

$c_{x,y} = 0,5$ sivusuunnassa, 0,8 menosuunnassa ja 0,5 taaksepäin (vaakasuora kiihtyvyysskerroin)

$c_z = 1,0$ (pystysuora kiihtyvyysskerroin)

$d = 0,5$ (painopisteen ja kaatumispisteen pystysuora etäisyys)

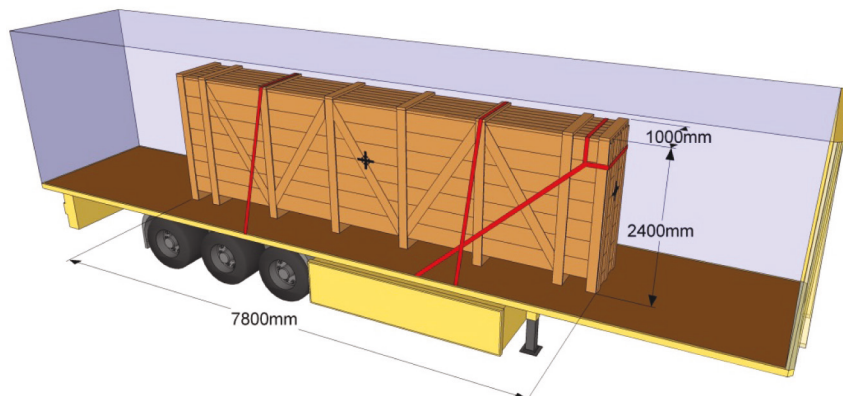
Näiden arvojen perusteella voidaan todeta, että laatikko on vakaa kaikkiin suuntiin eikä kallistumista tarvitse estää sitomalla.

6.1.6. Päätelmä

Kahdella ylisidonnalla ja valjassidonnalla varmistetun laatikon suurin sallittu paino, jota voidaan estää liukumasta tai kallistumasta mihinkään suuntaan, on siis 9,2 tonnia.

6.2. ESIMERKKI 2 – PUULAATIKKO, JONKA PAINOPISTE ON KORKEALLA

Laske suurin sallittu paino puulaatikolle, joka on kuormattu perävaunuun oheisen kuvan mukaisesti, kun puulaatikko ei saa liukua tai kallistua sivulle, eteenpäin tai taaksepäin. Käytä apuna standardissa EN 12195-1:2010 annettuja kaavoja.



Kuva 43: Esimerkki 2

Perävaunussa on tavallinen vanerilattia, joka on lakaistu puhtaaksi, eikä sillä ole huurretta, jäätä tai lunta. Perävaunu on standardin EN 12642 ja luokan XL mukainen. Sen sidontapisteet on suunniteltu standardin EN 12640 mukaisesti, ja yksittäisen sidontapisteen sidontakyky (LC) on 2 000 daN. Sidontapisteen välinen etäisyys poikittaissuunnassa on noin 2,4 m.

Puulaatikko on tehty sahatavarasta, ja sen mitat (pituus × leveys × korkeus) ovat 7,8 × 1,0 × 2,4 m. Painopiste on laatikon geometrisessa keskikohdassa.

Laatikko on varmistettu kahdella ylisidoksella sekä yhdellä menosuuntaan käytetyllä valjassidoksella. Sidosten sidontakyky on 2 000 daN, ja ne on esijännitetty arvoon 500 daN. Valjassidos on kiinnitetty perävaunuun noin 2,5 metriä laatikon etureunasta taaksepäin, joten sidosten kulmat ovat suurin piirtein seuraavat:

Ylisidokset: Pystysuuntainen sidontakulma sidosten ja alustan välillä $\alpha \approx 74^\circ$

Valjassidos: Pystysuuntainen sidontakulma sidoksen ja alustan välillä $\alpha \approx 43^\circ$; vaakasuuntainen kulma sidoksen ja ajoneuvon pitkittäisakselin välillä $\beta \approx 16^\circ$

6.2.1. Liukuminen

Kitkakerroin μ sahatavarasta valmistetun laatikon ja perävaunun vanerilattian välillä standardin liitteen B perusteella on 0,45.

6.2.2. Kuorman massa, jonka liukuminen voidaan estää kahdella ylisidoksella

Kuorman paino m , jonka liukuminen voidaan estää kahdella ylisidoksella, perustuu standardin yhtälöön 10.

$$m = \frac{n \cdot 2 \cdot \mu \cdot \sin \alpha \cdot F_T}{g(c_{x,y} - \mu \cdot c_z) f_s}, \text{ jossa:}$$

m = kuorman paino. Paino saadaan kiloina, jos F_T annetaan newtoneina (N), ja tonneina, jos F_T annetaan kilonewtoneina (kN). 1 daN = 10 N ja 0,01 kN.

$n = 2$ (ylisidosten lukumäärä)

$\mu = 0,45$ (kitkakerroin)

$\alpha = 74^\circ$ (pystysuoran sidontakulman suuruus asteina)

$F_T = 500 \text{ daN} = 5 \text{ kN}$

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$ (putoamiskiihtyvyys)

$c_{x,y} = 0,5$ sivusuunnassa, 0,8 menosuunnassa ja 0,5 taaksepäin (vaakasuora kiihtyvyyserroin)

$c_z = 1,0$ (pystysuora kiihtyvyyserroin)

$f_s = 1,25$ menosuunnassa ja 1,1 sivusuunnassa ja taaksepäin (varmuuskerroin)

Näitä arvoja käyttämällä kuorman paino m , jonka liukuminen kaikkiin suuntiin estetään kahdella ylisidoksella, on seuraava (tonneina):

Sivusuunnassa: 16,0 tonnia

Menosuunnassa: 2,0 tonnia

Taaksepäin: 16,0 tonnia

6.2.3. Kuorman paino, jonka liukuminen eteenpäin voidaan estää valjassidoksella

Kuorman paino m , jonka liukuminen eteenpäin voidaan estää valjassidoksella, perustuu standardin yhtälöön 35. Valjassidoksen poikittaissuuntaista liukumista estävää vaikutusta ei oteta huomioon.

$$m = \frac{2 \cdot n \cdot F_R \cdot (\mu \cdot f_\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha \cdot \cos \beta)}{g \cdot (c_x - \mu \cdot f_\mu \cdot c_z)}, \text{ jossa}$$

m = kuorman paino. Paino saadaan kiloina, jos F_T annetaan newtoneina (N), ja tonneina, jos F_T annetaan kilonewtoneina (kN). 1 daN = 10 N ja 0,01 kN.

$n = 1$ (valjassidosten lukumäärä)

$F_R = LC = 2\,000 \text{ daN} = 20 \text{ kN}$

$\mu = 0,45$ (kitkakerroin)

$f_\mu = 0,75$ (varmuuskerroin)

$\alpha = 43^\circ$ (pystysuoran sidontakulman suuruus asteina)

$\beta = 16^\circ$ (vaakasuoran sidontakulman suuruus asteina)

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$ (putoamiskiihtyvyys)

$c_x = 0,8$ (vaakasuora kiihtyvyyserroin menosuunnassa)

$c_z = 1,0$ (pystysuora kiihtyvyyserroin)

Näitä arvoja käyttämällä kuorman paino m , jonka liukuminen menosuuntaan estetään valjassidoksella, on 8,2 tonnia.

6.2.4. Kuorman paino, jonka liukuminen voidaan estää kahdella ylisidoksella sekä valjassidoksella

Yllä olevien laskelmien perusteella kahdella ylisidoksella sekä valjassidoksella voidaan estää seuraavanpainoisen kuorman liukuminen:

Sivusuunnassa: 16,0 tonnia

Menosuunnassa: $2,0 + 8,2 = 10,2$ tonnia

Taaksepäin: 16,0 tonnia

Kuorman enimmäispaino, jonka liukuminen tällä kiinnitysjärjestelyllä voidaan estää, on siis 10,2 tonnia.

6.2.5. Kallistuminen

Laatikon vakaus tarkistetaan käyttämällä standardin yhtälöä 3.

$$b_{x,y} > \frac{c_{x,y}}{c_z} d, \text{ jossa:}$$

$b_{x,y}$ = 0,5 m sivusuunnassa, 3,9 m menosuunnassa ja 3,9 m taaksepäin (painopisteen ja kaatumispisteen etäisyys vaakatasossa kuhunkin suuntaan)

$c_{x,y}$ = 0,5 sivusuunnassa, 0,8 menosuunnassa ja 0,5 taaksepäin (vaakasuora kiihtyvyyserroin)

c_z = 1,0 (pystysuora kiihtyvyyserroin)

d = 1,2 m (painopisteen ja kaatumispisteen pystysuora etäisyys)

Näiden arvojen perusteella voidaan todeta, että laatikko on vakaa menosuunnassa ja taaksepäin, mutta ei sivuttaissuunnassa.

6.2.6. Kuorman paino, jonka sivulle kallistuminen voidaan estää kahdella ylisidoksella

Valjassidoksen vaikutusta sivullepäin kallistumisen estämisessä ei oteta huomioon. Kuorman paino m , jonka kallistuminen voidaan estää kahdella ylisidoksella, perustuu standardin yhtälöön 16. Kun kuorma on yhdessä rivissä ja sen painopiste sijaitsee geometrisessa keskipisteessä, kuorman paino voidaan laskea seuraavalla kaavalla:

$$m = \frac{2 \cdot n \cdot F_T \cdot \sin \alpha}{g \cdot (c_y \cdot \frac{h}{w} - c_z) \cdot f_s}, \text{ jossa:}$$

m = kuorman paino. Paino saadaan kiloina, jos F_T annetaan newtoneina (N), ja tonneina, jos F_T annetaan kilonewtoneina (kN). 1 daN = 10 N ja 0,01 kN.

n = 2 (ylisidosten lukumäärä)

$F_T = S_{TF} = 500 \text{ daN} = 5 \text{ kN}$ tai $= 0,5 \times LC = 1\,000 \text{ daN} = 10 \text{ kN}$

$\alpha = 74^\circ$ (pystysuoran sidontakulman suuruus asteina)

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$ (putoamiskiihtyvyyden)

$c_y = 0,5$, jos $F_T = S_{TF}$ tai 0,6, jos $F_T = 0,5 \times LC$ (sivuttaissuuntainen vaakasuora kiihtyvyyserroin)

$h = 2,4 \text{ m}$ (laatikon korkeus)

$w = 1,0 \text{ m}$ (laatikon leveys)

$c_z = 1,0$ (pystysuora kiihtyvyyserroin)

$f_s = 1,1$ (sivuttaissuuntainen varmuuserroin)

Näitä arvoja käyttämällä kuorman paino m , jonka kallistuminen sivuttaissuunnassa voidaan estää, on alempi arvoista 8,9 tonnia ja 8,1 tonnia. Kahdella ylisidoksella voidaan siis estää 8,1 tonnin painoisen laatikon kallistuminen sivuttaissuunnassa.

6.2.7. Päätelmä

Kahdella ylisidonnalla ja valjassidonnalla varmistetun laatikon suurin sallittu paino, jota voidaan estää liukumasta tai kallistumasta mihinkään suuntaan, on siis 8,1 tonnia.

6.3. ESIMERKKI 3 – KUORMALAVALLE LASTATUT KULUTUSTAVARAT

Kulutustavarat ja muut kuormalavalle lastatut tavarat lastataan autoon yleensä perästä trukeilla tai lavansiirtovaunuilla. Jos pakkaus ei ole jäykkä, vaan muuttua muotoaan siihen kohdistuvan voiman vaikutuksesta, kuormaa ei voi varmistaa sidonnalla.

Jos kuorman kokonaismassa jää tietyn rajan alle, ajoneuvon rajapinnat (esimerkiksi jäykät seinät tai pressu) riittävät pitämään kuorman paikallaan, mikäli seuraavat ehdot täyttyvät.

- Lavakuormat ovat yhtenäisiä harkkoja. Lavojen väliin jäävät raot on täytettävä ontolla täyteaineella. Ajoneuvon leveysuunnassa tyhjän tilan määrä saa olla yhteensä enintään 15 cm.
- Kuljetuspakkaukset on valittu siten, että lavakuorma kestää kaikkiin etenemissuuntiin kiihtyvyyden, jonka suuruus on 0,5 g, eivätkä yksittäiset kuluttajapakkaukset voi lävistää kiristekalvoa.



Kuva 44: Esimerkki 3

Kuorman suurin sallittu kokonaismassa, kun muita kuorman kiinnitysjärjestelyjä ei käytetä, voidaan laskea voimatasapainon avulla.

Voimatasapaino

Kahden lavan muodostamaan pinoon vaikuttaa pääasiassa kolme voimaa:

1. Kiihtyvyysoima F_A vaikuttaa pituus- ja poikittaissuunnassa.
2. Kitkavoima F_F vaikuttaa alemman lavan ja auton lattian sekä alemman ja ylemmän lavan välillä.
3. Yleinen tuentavoima F_B johtuu ajoneuvon seinistä (jäykät seinät tai pressu).

Ylemmän ja alemman lavan painopisteeseen vaikuttava kiihtyvyysoima on F_A .

$$F_A = m_p \cdot a \quad m_p: \text{lavan massa, } a: \text{ kiihtyvyys (0,5 g tai 0,8 g, kun } g = 9,81 \text{ m/s}^2)$$

Kitkavoima voidaan laskea osuutena kuorman aiheuttamasta auton lattiaan nähden kohtisuorasta gravitaatiovoimasta, kun kitkakerroin μ saadaan standardista EN 12195-1.

$$F_F = \mu \cdot m \cdot g \quad \mu: \text{ kitkakerroin, } m: \text{ kuorman massa, } g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Ajoneuvon rajapintojen (jäykät seinät, pressu) yleinen tuentavoima riippuu ajoneuvon tyypistä ja korin rakenteesta ja on ajoneuvon hyötykuorman P funktio. Standardin EN 12642 ohjeet koskevat L- ja XL-merkittyjä kuorma-autoja ja kolmea yleisintä korirakennetta eli verhoakapelleja, saranoituja laitoja ja umpikoreja. Standardista EN 283 voidaan johtaa vaihtokoreihin vaikuttavat kiinnitysvoimat.

$$F_B = s \cdot P \cdot g \quad s: \text{ standardin EN 12642 mukainen staattinen koevaatimus, } P: \text{ hyötykuorma kiloina (kg), } g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Laskettaessa kuorman sallittua enimmäismassaa m_t , joka on mahdollinen ilman muita varmistustoimenpiteitä, on kiihtyvyysoiman, kitkavoiman ja kiinnitysvoiman summan oltava nolla. Jos kaikkien voimien summa on nolla, kuorma ei liiku. F_F ja F_B ovat negatiivisia, koska ne vaikuttavat kiihtyvyysoimaan nähden vastakkaiseen suuntaan.

$$F_A - F_F - F_B = m_t \cdot a - \mu \cdot m_t \cdot g - s \cdot p \cdot g = m_t \cdot (a - \mu g) - s \cdot p \cdot g = 0$$

Edellä oleva yhtälö voidaan ratkaista kuorman enimmäismassan m_t suhteen, ja tulos on:

$$m_t = (s \cdot p \cdot g) / (a - \mu g)$$

Kuorman sallittu enimmäismassa on laskettava menosuuntaan, taaksepäin ja sivuttaissuunnassa. Enimmäismassan m_t pienin arvo tarkoittaa kokonaisuutta, joka voidaan turvallisesti kuljettaa ilman, että kuormaa varmistetaan muulla tavalla.

Jos kaikkien lavojen massa on sama, kuormalavan sallittua enimmäismassaa m_p laskettaessa m_t on jaettava kuorma-auton lavapaikkojen lukumäärällä N . Näin otetaan huomioon myös voimien tasainen jakautuminen kuorma-auton rajapintojen sisällä standardissa EN 12642 edellytetyllä tavalla. Tuloksena on seuraava yhtälö:

$$m_p = (s \cdot p \cdot g) / ((a - \mu g) \cdot N \cdot k)$$

N : kuorma-auton/perävaunun/vaihtolavan lavapaikkojen lukumäärä
 k : laskelmassa huomioon otettujen lavakerrosten lukumäärä

Kuormalavapinon eli kahden päällekkäin olevan lavan enimmäispainoa laskettaessa sama laskelma on tehtävä kahdesti. Ensimmäisellä laskelmalla saadaan tulos yläkerrokselle (kun s valitaan ajoneuvon yläosan mukaan ja μ on lavojen välinen kitkakerroin) ja toisella koko kuormalavapinolle (kun s valitaan koko seinän mukaan ja μ on pohjimmaisesta lavan ja auton lattian välinen kitkakerroin).

Luku 7 Kuorman varmistuksen tarkastaminen

Kuorman varmistaminen tarkastetaan unionissa liikennöivien hyötyajoneuvojen liikennekelpoisuutta koskevista teknisistä tienvarsitarkastuksista annetun direktiivin 2014/47/EU 13 artiklan ja liitteen V mukaisesti.

Tarkastuksen tavoitteena on tutkia direktiivin 2014/47/EU 13 artiklassa esitetyllä tavalla, kestäkö käytetty kuormanvarmistusmenetelmä hitausvoimat.

Tarkastusten on aina perustuttava standardin EN 12195-1 ja näiden ohjeiden periaatteisiin.

Tarkastusta varten kuorman ja sen varmistusmenetelmän on oltava näkyvillä. Valtuutetut tarkastajat voivat irrottaa sinetit. Kuljettajan on avattava ajoneuvo tai poistettava peitteet, jos sellaisia on. Tarvittaessa tarkastajan on mentävä sisälle ajoneuvoon todetakseen, millaista kuormanvarmistusmenetelmää on käytetty. Kuljettajan on annettava kaikki muut tarvittavat tiedot, jotka mahdollisesti auttavat arvioimaan kuormanvarmistusmenetelmän toimivuutta. Näitä ovat esimerkiksi ajoneuvon lujustodistus, kuormanvarmistuspöytäkirja, koeraportit tai kuormanjakaumakuvaajat.

Tarkastajan ei ole tarkoitus esittää parannuksia, joilla kuormanvarmistusmenetelmä saadaan vaatimusten mukaiseksi. Usein tilannetta ei edes voi ratkaista lastaamatta koko kuormaa uudelleen samaan tai toiseen ajoneuvoon, käyttämättä muita varmistamismenetelmiä tai parantamalla tuotepakkauksia.

7.1. PUUTTEIDEN LUOKITTELU

Puutteet luokitellaan johonkin seuraavista puuteluokista:

- Vähäinen puute: Kyseessä on vähäinen puute, jos kuorma on kiinnitetty asianmukaisesti mutta turvallisuusohjeistus saattaisi olla aiheellinen.
- Vakava puute: Kyseessä on vakava puute, jos kuormaa ei ole kiinnitetty riittävällä tavalla ja on mahdollista, että kuorma tai sen osa liikkuu merkittävästi tai kaatuu.
- Vaarallinen puute: Kyseessä on vaarallinen puute, jos liikenneturvallisuus on välittömästi vaarantunut syistä, jotka liittyvät kuorman tai sen osien irtoamisriskiin tai kuormasta välittömästi aiheutuvaan vaaraan tai ihmisten turvallisuuden välittömään vaarantumiseen.

Kun puutteita on useampia, kuljetus luokitellaan vakavimman puuteluokan mukaisesti. Jos kuljetukseen liittyy useita puutteita, se on luokiteltava seuraavaksi vakavampaan puuteluokkaan, sillä on todennäköistä, että kyseisten puutteiden vaikutukset ovat yhdessä toisiaan vahvistavia.

7.2. TARKASTUSMENETELMÄT

Tarkastusmenetelmänä on silmämääräinen arviointi, jossa tarkastetaan, että kuorman kiinnittämiin liittyvät toimenpiteet on toteutettu asianmukaisesti ja riittävällä tavalla, ja/tai jännitevoimien mittaaminen, kiinnitystehokkuuden laskeminen ja tarvittaessa todistusten tarkastaminen.

Tarkastajan on syytä käyttää kokonaisvaltaista lähestymistapaa kuorman varmistusta tarkastaessaan ja huomioitava kaikki mahdollisesti merkitykselliset tekijät. Näitä tekijöitä ovat ajoneuvo itse

ja sen soveltavuus kuljetettavalle kuormalle, varmistamiseen käytettyjen osien lujuus ja kunto, käytetty menetelmä tai menetelmien yhdistelmä sekä käytetyt varmistusvälineet.

7.3. PUUTTEIDEN ARVIOINTI

Liitteen 4 taulukossa esitetään säännöt, joita voidaan soveltaa kuorman kiinnityksen tarkastuksen aikana sen määrittelemiseksi, suoritetaanko kuljetus hyväksyttävissä oloissa.

Puutteet luokitellaan luvussa 7.1 esitettyjen luokitusten perusteella tapauskohtaisesti.

Liitteen taulukossa esitetyt arvot ovat suuntaa-antavia, ja niitä olisi pidettävä ohjeina puuteluokan määrittämiseksi ottaen huomioon erityiset olosuhteet, erityisesti kuorman luonteen ja tarkastajan harkinnan mukaan.

Jos kuljetus kuuluu yhtenäisestä menettelystä vaarallisten aineiden tiekuljetusten tarkastuksissa annetun direktiivin 95/50/EY⁶ soveltamisalaan, voidaan soveltaa tarkempia vaatimuksia.

Luku 8 Esimerkkejä eräiden tuotteiden varmistamisessa käytettävistä järjestelyistä

Tässä luvussa esitellään hyvien toimintatapojen perusteella muodostettuja kuorman kiinnitysjärjestelyitä eräille tuotteille, joiden varmistusta ei voi suunnitella pelkästään edellä kuvattuja periaatteita soveltamalla.

8.1. LITTEÄLLE ALUSTALLE ELEMENTTIPUKKIEN VARAAN SIJOITETUT PANEELIT

Elementtipukit ovat yleisiä esimerkiksi lasilevyjen, betoniseinien, paksujen teräslevyjen ja muiden suurikokoisten, litteiden esineiden kuljetuksessa.

Elementtipukit voivat olla irrotettavia tai pysyvästi ajoneuvoon kiinnitettyjä, ja ne voidaan suunnata ajosuuntaan tai poikittain.

Kaikissa tapauksissa elementtipukkien lujuteen on kiinnitettävä huomiota.

Elementtipukki voi taipua tai murtua paneelien aiheuttamien hitausvoimien vuoksi. Irrotettavat elementtipukit voivat taipua tai murtua myös nostettaessa. Elementtipukkien suunnittelu vaatiikin asiantuntemusta, ja suositeltavaa on hankkia pukille todistus, josta käy ilmi sen päällä kuljetettavan kuorman sallittu enimmäispaino, enimmäiskorkeus, suositeltava varmistusmenetelmä sekä tarvittaessa menetelmä, jolla elementtipukki kiinnitetään ajoneuvoon. Todistuksessa on hyvä olla suunnittelijan tai asiasta vastaavan henkilön allekirjoitus.



Kuva 45: Särkynyt elementtipukki



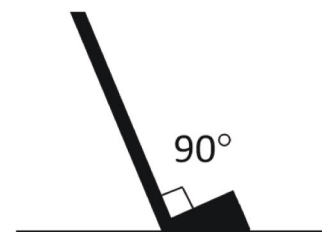
Kuva 46: Irrotettava elementtipukki

Irrotettava elementtipukki on kuitenkin aiheuttaa paljon vaaratilanteita. Riittävä koulutus aiheesta on tarpeen.

Elementtipukin jalan on oltava suorassa tai sitä pienemmässä kulmassa kaltevaan puoleen nähden kuvan 43 osoittamalla tavalla. Jos tämä ei ole mahdollista, kuorma olisi asetettava alustaan kiinnitettyjen kiilojen varaan.

Jos elementtipukit ovat irrotettavia, kiinnitysjärjestelyn on estettävä täyteen lastatun elementtipukin liukuminen ja kaatumisen. Suositeltavin menetelmä on lukinta, mutta jos sitä ei ole mahdollista käyttää, liukuminen on estettävä paikallisella tuennalla. Kaatumisen voidaan usein estää suorasadonnalla. Huomaa, että elementtipukin huipulta ajoneuvon rakenteeseen johtava suorasadonta ei yleensä estä pukin liukumista.

Elementtipukit on lastattava ja purettava symmetrisesti siten, että pukin molemmilla puolilla on suunnilleen saman verran painoa. Oikein suunniteltu ja käytetty elementtipukki on erittäin luotettava rakenne suurten paneelien tukemiseen kuljetuksen aikana. Käytännössä elementtipukkien epäasianmukainen käyttö kuitenkin aiheuttaa paljon vaaratilanteita. Riittävä koulutus aiheesta on tarpeen.



Kuva 47: Elementtipukin jalka

Kaikissa tapauksissa kuorma on kiinnitettävä huolellisesti elementtipukkeihin. Yleensä voidaan soveltaa luvussa 5 kuvattuja menetelmiä.

- Mekaanisen esteen avulla tehtävä paikallinen tuenta on suositeltavin menetelmä, kun pyritään estämään paneelien liukuminen toisiinsa nähden. Tätä menetelmää on helppo soveltaa elementtipukeille, jotka on suunniteltu tietyntyyppisille ja kokoisille paneeleille. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää matalalla kulkevia vaakasuoria valjassidoksia.
- Paneelien kaatumisen voidaan estää kahdella tai useammalla ympärisidoksella, kunhan sidokset suojataan riittävästi terävien reunojen kohdalta. Kaatumisen estävien sidosten vähimmäismäärään vaikuttavat esimerkiksi elementtipukin kaltevuus, paneelien paksuus, pukin jalan kallistuskulma, paneelien välinen kitka ja sidosten elastisuus.
- Liukuminen ja kallistuminen poikittais-suunnassa voidaan vaihtoehtoisesti estää myös ylisidonnalla. Tarvittavien sidosten vähimmäismäärä on laskettava standardissa EN 12195-1 esitettyjen kaavojen avulla. Pohjatuennalla voidaan estää liukuminen poikittais-suunnassa.
- Suositeltavaa on käyttää liukuestemattoja tai puutavaraa kuorman ja elementtipukin välisessä kosketuskohdassa.



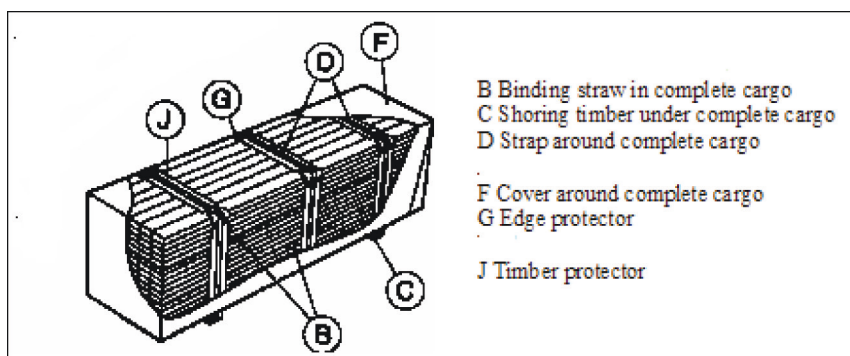
Kuva 48: Varmistaminen tuennan, elementtipukin, ympärisidonnan ja ylisidonnan yhdistelmällä

8.2. PUUTAVARAKUORMAT

Tässä osassa annetaan yleisiä ohjeita, jotka koskevat pyöreän puutavaran ja sahatavaran turvallista kuljettamista. Puutavara on ”elävää”, minkä vuoksi kuorman yksittäiset osat saattavat lähteä liikkeelle, jos niitä ei ole kiinnitetty riittävän huolellisesti.

8.2.1. Pakattu sahatavara

Sahatavaraa kuljetetaan yleensä ISO 4472 standardin ja siihen liittyvien standardien mukaisissa vakiopakkausissa. Jos puutavaran suojana on esimerkiksi kutistekalvoa tai rullakalvoa, on sovellettava poikkeavaa kitkakerrointa. Pakkaukset on yleensä sidottu vanteilla tai metallilangalla, ja sidosten turvallisuus on syytä tarkistaa ennen lastausta. Jos vanteet ovat vaurioituneet tai niiden turvallisuudessa on puutteita, on huolehdittava erityisen tarkasti, että lasti tulee kiinnitetyksi ajoneuvoon kaikilta osiltaan. Teräs- tai muovivanteet eivät ole osa lastin varmistusta.



Kuva 49: ISO 4472 standardin mukainen vakiopakkaus

Sahatavarapakkaukset on suositeltavinta kuljettaa keskitolpilla varustetuilla lastausalustoilla. Keskitolppia käytettäessä yksittäiset osiot on varmistettava sivuttaisliikkeen varalta seuraavasti:

- vähintään kaksi tolppaa, jos osion pituus on enintään 3,3 metriä
- vähintään kolme tolppaa, jos osion pituus on yli 3,3 metriä.

Keskitolppien lisäksi kaikki osiot on syytä varmistaa ainakin kolmella ylisidoksella, joiden esikiristys on vähintään 400 daN ja jokaisen sidoksen sidontakyky vähintään 1 600 daN. Pitkittäis suunnassa pakkaukset varmistetaan samaan tapaan kuin muukin kuorma.

Jos keskitolppia ei ole, mutta pakkaukset on niputettu asianmukaisen tiiviisti, pakkaukset voidaan varmistaa samaan tapaan kuin muukin kuorma.

8.2.2. Pyöreä puutavara ja pakkaamaton sahatavara

Lastin jakautumista koskevia yleisiä periaatteita on noudatettava, ja samalla on tärkeää varmistaa, että lasti tuetaan etupäätyä vasten aina kun mahdollista.

Kiristimellä varustettujen kettinkien tai sidontavöiden käyttö on suositeltavaa, ja kaikki sidokset on tarkistettava ja niiden kireydestä huolehdittava koko kuljetuksen ajan. Kaikkien sidosten sidontakapasiteetin on oltava vähintään 1 600 daN ja esikiristytyn vähintään 400 daN. Itsekiristytyn kiristinmekanismin käyttö on suositeltavaa.

Kuorma ja sidokset on tarkistettava erityisesti metsäautotieltä yleiselle maantielle siirryttäessä.

Etupäädyn ja takalaidan varaan ajoneuvon pituussuuntaan nähden poikittain pinotun puutavaran kuljettaminen ei ole suositeltavaa. Puutavara on turvallisempaa kuljettaa pitkittäin useissa omien pystytukiensa (pankkojensa) varassa olevissa osioissa.

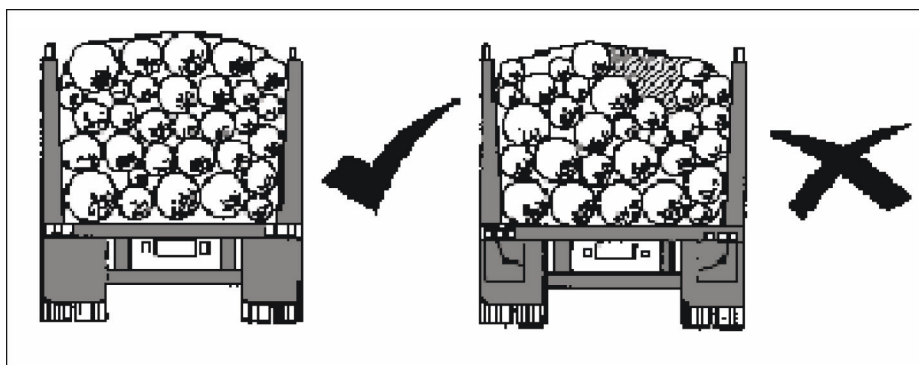
Pitkittäin pinoaminen

Pinon ulkoreunalla olevien tukkien tai puutavaran on oltava ainakin kahden pystytukkiparin (pankkoparin) varassa. Pylväiden on oltava riittävän lujia, jotta niillä estetään kuljetuksen leveneminen yli sallittujen rajojen, vaikka kuormaan kohdistuu 0,5 g:n sivuttaiskiihtyvyyttä. Puutavara, jonka pituus jää alle kahden pankon välisen etäisyyden, on sijoitettava kuorman keskelle, ja tukit on sijoitettava mieluiten peräkkäin ja limittäin niin, että kuormasta tulee tasapainoinen. Tukkien päiden täytyy ulottua ainakin 300 mm pankkojen yli.

Pyöreän puutavaran kuljettaminen

Pinon ulkoreunalla olevat tukit eivät saa olla pankkoja korkeammalla. Pinon keskellä olevien tukkien päiden on ulotuttava reunatuksia pidemmälle, jotta kuorma on viimeistelty ja se saadaan kiristettyä riittävästi sidoksilla oheisen kuvan mukaisesti.

Puiden on levättävä kiilan tai hammastetun listan päällä.



Kuva 50: Oikein (vasemmalla) ja väärin (oikealla) kuormattu pyöreä puutavara

Ajoneuvoyhdistelmä, jossa vetoauto on varustettu etupäädellä

Ensimmäisen puutavaraosion edessä kuljettajan hytin ja puutavaran välissä on oltava etupääty, jonka lujuus on standardin EN 12642 luokan XL mukainen. Kuorma ei saa olla etupäätyä korkeampi.

Jokaisen kuorman osion (puutavarapinon) yli on kiristettävä ylisidokset tai vastaavat, jotka saavat aikaan puutavaraan kohdistuvan pystysuuntaisen paineen ja joiden lukumäärä määräytyy seuraavasti:

- vähintään yksi sidos, jos kuormaosiossa on kuorimatonta puutavaraa, jonka enimmäispituus on 3,3 metriä;
- vähintään kaksi sidosta, jos kuormaosion pituus on yli 3,3 metriä tai pituudesta riippumatta, jos puutavara on kuorittua.

Ylisidokset on vedettävä (poikittain) jokaisen kuormaosion etu- ja takasivupankkojen välistä mahdollisimman symmetrisesti.

Ajoneuvoyhdistelmä, jossa vetoautoa ei ole varustettu etupäädellä

Jos ajoneuvossa ei ole riittävän lujaa etupäätyä tai automaattisia kiristimiä, tarvitaan useampia sidoksia; toisin sanoen kaksi sidosta puutavaralle, jonka pituus on enintään 3 m, kolme sidosta puutavaralle, jonka pituus on enintään 5 m, ja neljä sidosta, kun pituus on yli 5 m.



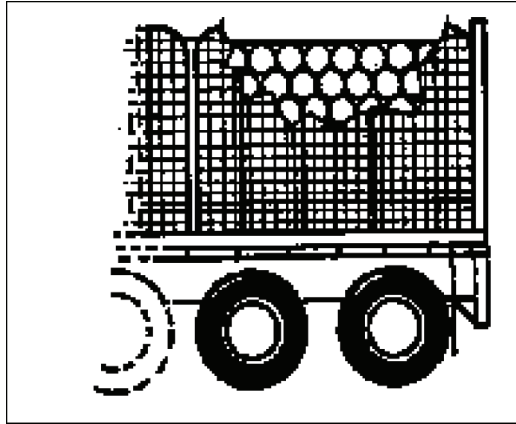
Kuva 51: Pyöreän puutavaran varmistaminen

Huomaa: Jos puutavarassa on lunta ja/tai jäätä, sidoksia tarvitaan useampia sen mukaan, paljonko kitkaa on jäljellä.

Poikittain pinoaminen

Tasapohjaiseen ajoneuvoon poikittain pinottua puutavaraa ei ole mahdollista varmistaa riittävästi tavanomaisilla kiinnitysmenetelmillä. Kokeilla on osoitettu, että poikittain pinottu puutavara käyttäytyy äkkijarrutustilanteessa nestemäisen kuorman tapaan. Vanteet tai kettingit, jotka kulkevat ristikkäin ajoneuvon etuosasta puutavaran yli perään, eivät ole hyväksyttävä kuormanvarmistusmenetelmä.

Poikittain pinottua puutavaraa saa kuljettaa vain jäykkien sivuseinien tai häkkiseinien sisällä. Jälkimmäisessä tapauksessa yksittäiset puut eivät saa mahtua häkkiverkosta läpi. Kuorma on jaettava pitkittäissuunnassa osioihin jäykillä väliseinillä tai pylväillä. Yksittäisen osion pituus saa olla enintään 2,55 m, ja osiot on sidottava vähintään kahdella ylisidoksella, joiden esikiristys on vähintään 400 daN ja yksittäisen sidoksen sidontakyky vähintään 1 600 daN.



Kuva 52: Poikittain pinottua puutavaraa verkkolaitojen sisällä

8.2.3. Pylväät

Pitkien pylväiden ja kokonaisten tukkipuiden kuljettaminen on puutavarakuljetusten erikoisala. Kuorman pituuden aiheuttamat ongelmat voidaan ratkaista ensinnäkin käyttämällä tavannaista puoliperävaunua siten, että kuorma tulee takalaidasta yli. Tässä tapauksessa sovelletaan periaatteessa samoja sääntöjä kuin normaali pituisen puutavaran kuljetuksessa siten, että ylimääräinen pituus otetaan huomioon tarvittavien sidosten määrää ja lujuutta laskettaessa. Useimmissa tapauksissa tämä ratkaisu ei kuitenkaan tule kyseeseen, koska puut ovat niin pitkiä.



Kuva 53: Kokonaisten puiden kuljettaminen

Tässä tapauksessa puut lastataan kahdelle kääntyvälle alustalle, joista molemmissa on yksi pankkopari. Yleensä käytetään apukärryä, joka on kiinni vetoajoneuvossa ainoastaan kuorman varassa. Apukärryissä on tavallisesti ohjausakseli, joka ohjautuu mekaanisesti tai hydraulisesti kuorman ja apukärryn välisen kulman perusteella. Vetoajoneuvo vetää apukärryä kuorman avulla, mutta apukärryissä on omat jarrut. Varsinkin äkkijarrutustilanteissa ajoneuvon ja apukärryn jarrujen on toimittava täsmälleen samanaikaisesti, jotta apukärrystä ei siirry suuria voimia kuorman kautta vetoajoneuvoon. Tällaisen ajoneuvon asianmukainen kunnossapito on siis erittäin tärkeää.

Kuorma on varmistettava vähintään kahdella sidoksella jokaista pankkoparia kohti siltä varalta, että yksi sidos irtoaa. Yksittäisten sidosten esikiristyksen on oltava vähintään $s_{\text{ff}} = 750$ daN. Molempien pankkoparien – etu- ja takapankkojen – kohdalla esikiristyksen on oltava vähintään 2 000 daN.

Useissa maissa tällaiset kuljetukset vaativat erikoiskuljetusluvan. Samalla saatetaan edellyttää monenlaisia lisätoimenpiteitä, kuten lisävaloja, vilkkuvaloja tai jopa saattajaa.

8.3. SUURKONTIT

ISO-kontit ja vastaavat kuljetusvälineet, joissa on kiinnityspisteet konttilukkoja varten, kuljetetaan mieluiten lastausalustoilla, joissa voidaan käyttää sopivia konttilukkoja. Maantiekuljetuksissa lastia sisältävät tai tyhjä suurkontit voidaan kuitenkin vaihtoehtoisesti varmistaa jollakin toisella luvussa 5 kuvatulla menetelmällä tai niiden yhdistelmällä, jonka lujuus on laskettu luvussa 6 kuvatulla tavalla.



Kuva 54: Kokonaisten puiden varmistaminen

8.4. LIIKUTELTAVIEN KONEIDEN KULJETTAMINEN

Tässä osassa annetaan ohjeita toimenpiteistä, joita liikuteltavien työkoneiden turvallinen kuljettaminen kiskoilla tai pyörillä edellyttää. Työkoneet voivat olla esimerkiksi nostureita, maansiirtokoneita, jyriä, kaavinvaunuja, haarukkatrukkeja, saksinostimia tai nostokoreja, ja niitä siirretään ajoneuvoilla, joiden liikkumista ei ole rajoitettu EU:n alueella. Tässä osassa ei käsitellä suurten koneiden ja vastaavien kuljettamista erikoisajoneuvoilla, joiden maantiekäyttö on luvanvaraista. Tässä osassa annetut ohjeet pätevät kuitenkin monenlaisissa tilanteissa.

Liikuteltavien koneiden valmistajien olisi annettava seikkaperäiset ohjeet tuotteidensa varmistamisesta kuljetusta varten ja vaadittavista kiinnitysvälineistä sekä tarjottava neuvontaa lastaamis- ja varmistamisasioissa. Valmistajien on lisäksi tarvittaessa varustettava koneet sidontapisteillä ja merkittävä ne asianmukaisesti. Jos koneessa on kuljetusta varten tarkoitettuja sidontapisteitä, niitä on käytettävä, ja koneen lastaamisessa ja varmistamisessa on noudatettava valmistajan ohjeita. Jos valmistajan ohjeita ei ole saatavilla, sidoksia tai kiinnitysvälineitä saa kiinnittää vain sellaisiin koneen osiin, joiden lujuus kestää niihin todennäköisesti kohdistuvat voimat. Esimerkiksi telaketjuja ei pidä käyttää sidontavyön tai -kettujen kiinnittämiseen, ellei valmistaja ole antanut siihen lupaa.

Kuljettajien on otettava erityisesti huomioon tällaisiin kuljetuksiin liittyvät tyyppilliset riskit:

- Kuljettajan on tarkistettava kuljetuksen mitat ennen liikkeellelähtöä ja tarkistettava, onko reitillä mahdollisia esteitä, kuten matalia siltoja. Tämän lisäksi ajoneuvon ja kuorman korkeus voidaan merkitä näkyville hyttiin muistutuksena kuljettajalle.
- Kuormat, joiden painopiste sijaitsee korkealla, voivat vaikuttaa vakavasti ajoneuvon vakauteen. Tällaisia koneita olisi kuljettava vain matala-alustaisilla ajoneuvoilla.

Pyörillä tai telaketjuilla varustettujen koneiden seisontajarrun on oltava käytössä, kun koneita sidotaan kuljettavaan ajoneuvoon. Seisontajarrun tehoon vaikuttavat koneen ja kuljettavan ajoneuvon lattian välinen kitkavastus sekä seisontajarrun jarrutusvoima. Normaaleissakaan ajo-oloissa pelkkä seisontajarru ei siis yksinään riitä, vaan kone on kiinnitettävä myös muulla tavalla. Muun kiinnityksen on oltava sidonta ja/tai muu järjestely, jolla kuormaa estetään siirtymästä eteen- tai taaksepäin ajoneuvoon huolellisesti kiinnitetyn tuen avulla. Tuen on oltava tiiviisti kuljettavan laitteen pyöriä, telaketjuja tai muita osia vasten.

Liikuteltavat osat, kuten esimerkiksi nostovarret, jalustat, puomit ja korit, on jätettävä valmistajan suosittelemaan kuljetusasentoon ja varmistettava siten, etteivät ne pääse liikkumaan koneen runkoon nähden.

Ennen kuin kone siirretään kuljetusajoneuvon päälle, on poistettava kaikki irtolika, joka saattaa ajon aikana irrotessaan heikentää näkyvyyttä tai vaurioittaa muita ajoneuvoja. Ajourampissa, koneen renkaissa ja kuljettavan ajoneuvon alustalla ei saa olla öljyä, rasvaa, jäätä tai muuta ainetta, joka saattaa vähentää kuorman ja alustan välistä kitkaa.

Kone on suositeltavinta sijoittaa kuljettavan ajoneuvon alustalle siten, että eteenpäin suuntautuva liike estetään ajoneuvon korin osalla, kuten joutsenkaulalla, kynnyksellä tai etupäädellä, tai erillisellä poikittaistuella, joka on kiinnitetty tukevasti alustan läpi ajoneuvon alustaan. Tämän lisäksi kone ja siitä mahdollisesti irrotetut osat on asetettava siten, etteivät sallitut akselipainot ylitä eikä ajoneuvon turvallinen käsittely vaarannu. Matalien kuormausajoneuvojen pohjan ja maantien väliin jäävän tilan korkeus olisi tarkistettava ennen liikkeellelähtöä ja varmistettava, että tilaa jää niin paljon, että ajoneuvo ei ota maahan kiinni.



Kuva 55: Liikuteltavien koneiden kuljettaminen

Pyörillä ja kevyillä telaketjuilla varustetut koneet olisi kiinnitettävä siten, että maantien epätasaisuuksista johtuva pomppimisliike, joka siirtyy kuljettavasta ajoneuvosta ja jota koneen renkaat tai iskunvaimentimet vahvistavat, säilyy mahdollisimman pienenä. Mahdollisuuksien mukaan koneen iskunvaimentimet olisi aina lukittava ja pystysuuntaista liikettä olisi rajoitettava sidoksilla tai muilla kiinnitysmenetelmillä. Muussa tapauksessa koneen kori tai alusta on nostettava pölkkyjen päälle. Ellei konetta nosteta irti alustasta, telaketjujen tai telojen koko kosketuspinnan tai vähintään puolen renkaiden leveydestä on oltava kuljettavan ajoneuvon alustan varassa. Jos telaketjut ulottuvat kuljettavan ajoneuvon korin ulkopuolelle, koneen kori tai alusta on nostettava irti alustasta.

Koneen eteenpäin, taaksepäin ja sivuttain suuntautuva liike on estettävä ajoneuvon kiinnityspisteisiin kiinnitetyillä ketteillä tai sidontavoilla. Kaikissa sidoksissa on oltava kiristin.

Kiinnityksessä käytettävien kiinnityspisteiden lukumäärää suunniteltaessa olisi otettava huomioon seuraavat seikat:

1. Koneen sijoittaminen siten, että paino jakautuu sallitun akselipainon edellyttämällä tavalla eikä ajoneuvon käsittelykyky kärsi.
2. Ajoneuvossa itsessään olevien kuormankiinnitysominaisuuksien määrä.
3. Koneen mahdolliset pyörät, telaketjut tai telat.
4. Kuljetettavan koneen paino.
5. Sidosten määrä (vähintään neljä).
6. Erillisten kiinnityspisteiden määrä (vähintään neljä).
7. Kuorman yli sidontaa kuljettajan hytin tai liikuteltavan koneen vaipan yli ei suositella.

VAROITUS: Ajoneuvolla ei saa koskaan ajaa lyhyttäkään matkaa, jos jokin laite on työasennossa tai lukitsematta.

8.5. HENKILÖAUTOJEN, PAKETTIAUTOJEN JA PIENEN PERÄVAUNUJEN KULJETTAMINEN

Tässä osassa käsitellään M1- ja N1-luokan ajoneuvojen (jäljempänä ”siirrettävä ajoneuvo”) kuljettamista muilla maantieajoneuvoilla (jäljempänä ”kuljetusajoneuvo”). Suositeltavinta on käyttää vain nimenomaan tähän tarkoitukseen suunniteltuja kuljetusajoneuvoja.

Tässä annetut ohjeet eivät mitätöi kuljetusajoneuvon valmistajan antamia ohjeita. Kuljetusajoneuvojen valmistajia kehoitetaan laatimaan siirrettävien autojen varmistamisesta kyseisen kuljetusajoneuvon tarpeisiin mukautetut ohjeet. Kuljetusajoneuvon käyttöohjeissa saatetaan ilmoittaa siirrettävien autojen kokonaismassalle toisenlaiset raja-arvot.



Kuva 56: Autojen kuljettamista

Kuljetusajoneuvojen suurinta sallittua pituutta, korkeutta, leveyttä ja massaa koskeva lainsäädäntö on otettava erityisesti huomioon.

Seuraavia ohjeita sovelletaan lähtökohtaisesti vain silloin, kun kuljetusajoneuvon valmistaja ei ole antanut muita ohjeita.

Kuljetusajoneuvon liikuteltavia ramppoja ja tasoja ei saa käyttää ilman kokeneen henkilön opastusta tai seikkaperäiseen käyttöohjeeseen tutustumista. Siirrettävien ajoneuvojen lastauksessa on noudatettava valmistajan ohjeita, jotka koskevat etenkin liikuteltavien ramppien ja tasojen asentoa kuljetusmatkan aikana. Valmistajan ohjeita ramppien ja tasojen varmistamisesta matkan ajaksi on noudatettava. Kaikkia käyttäjän turvallisuutta parantavia ominaisuuksia, kuten kaiteita ja tikkaita, on käytettävä valmistajan antaman käyttöohjeen mukaisesti. Suositeltavinta on, että kopio valmistajan käyttöohjeesta on käytettävissä kuljetusmatkan aikana poliisin suorittaman tarkastuksen tai teknisen tienvarsitarkastuksen varalta.

Siirrettäviä ajoneuvoja ei ole yleensä suunniteltu liikkumaan taaksepäin suurella nopeudella, minkä vuoksi ne on suositeltavinta lastata menosuuntaan. Kuorman tasaisen sivuttaissuuntaisen jakautumisen vuoksi ajoneuvot sijoitetaan siten, että niiden painopisteet ovat suorassa linjassa ajoneuvon pitkittäistä keskilinjaa myöten. Kuorma jakautuu oikein pystysuunnassa, jos painavimmat ajoneuvot lastataan alatasolle.

Jos lasti ei ole täysi, kuorman jakautumista koskeviin ohjeisiin ja myös kuljetusajoneuvon ja tarvittaessa perävaunun pienimpään ja suurimpaan sallittuun akselipainoon on kiinnitettävä erityistä huomiota. Lisäksi on kiinnitettävä huomiota kuorman jakautumiseen pystysuunnassa. Painopisteen pitäisi yleensä jäädä mahdollisimman alas.

Ajoneuvot varmistetaan kitkan, tuennan ja sidonnan yhdistelmällä:

- a) Kitka:
Siirrettävän ajoneuvon omistajan käsikirjan ohjeiden mukaisesti on hyödynnettävä kaikkia laitteita, jotka pitävät auton paikallaan, ja kytkettävä esimerkiksi vaihte ykkös- tai peruutusvaihteelle tai pysäköintiasentoon sekä kytkettävä käsi- tai sähköjarrut.
- b) Tuenta:
Renkaat tuetaan asettamalla kiila tai tanko kunkin renkaan eteen ja/tai taakse. Ihanteellisessa tapauksessa kiilat tai tukitangot on suunniteltu käytettävää kuljetusajoneuvoa varten

ja ne voi lukita paikalleen. Muussa tapauksessa kiilat tai tangot on kiinnitettävä lastausalustaan niin, etteivät ne liiku paikaltaan matkan aikana. Renkaille voi myös olla omat kolonsa. Kaikkien tuentavälineiden tehollisen korkeuden on oltava vähintään noin 17 % renkaan halkaisijasta.

c) Sidonta:

Renkaat varmistetaan ylisidonnalla. Tässä käytetään standardin EN 12195-2 mukaisia sidontavyöitä, joiden sidontakyky on vähintään 1 500 daN. Sidontavyö kiinnitetään molemmista päistään suoraan lastausalustaan. Vyön on kuljettava renkaan kulutuspuolelle yli pituussuunnassa, ja se kiinnitetään alustaan mahdollisimman lähelle rengasta. Sidontavyö voidaan ohjata sivuun erityisellä laitteella tai tukitangolla, jotta vipujarru saadaan sopivaan kohtaan. Ohje koskee myös omissa koloissa olevia renkaita.

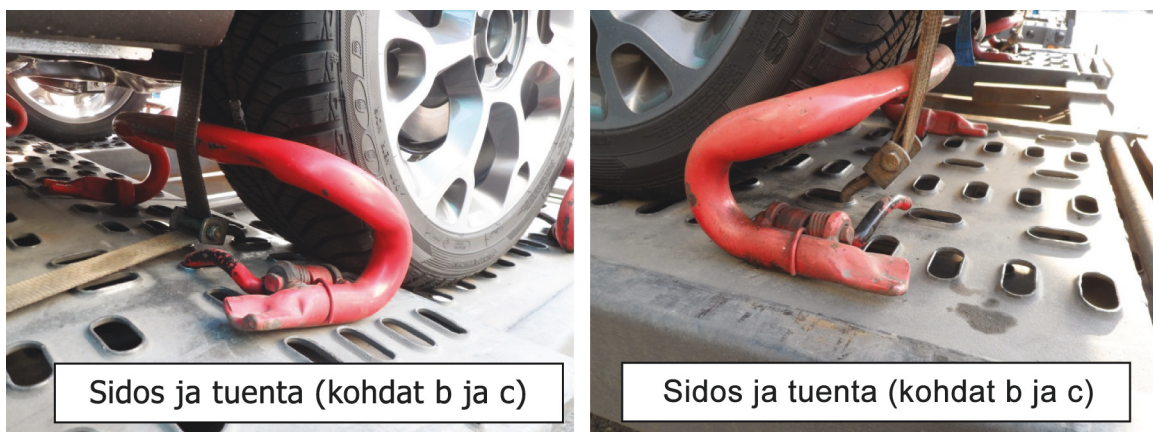
Siirrettävän ajoneuvon kaksi pyörää on lähtökohtaisesti varmistettava renkaiden eteen ja taakse sijoitetuilla kiiloilla sekä kohtien b ja c mukaisilla sidoksilla. Varmistettavien renkaiden olisi oltava vinottain vastapäätä toisiinsa nähden. Kuljetusajoneuvon perässä olevasta viimeisestä autosta varmistetaan lisäksi yksi rengas kuljetusajoneuvon perää lähinnä sijaitsevalta akselilta.

Menosuuntaan lastatuissa siirrettävissä autoissa eturenkaan varmistus voidaan korvata toisen eturenkaan eteen sijoitetulla kiilalla tai tangolla.

Kaltevalle alustalle lastatuissa ajoneuvoissa on varmistettava kolme rengasta, joista yhden varmistukseen on kuuluttava kohtien b ja c mukaiset kaksi kiilaa ja sidos. Kaksi muuta rengasta on varmistettava joko kohdan b mukaisesti kahdella kiilalla tai kohdan c mukaisesti sidoksella.



Kuva 57: Kiinnitysjärjestelyt autoja kuljetettaessa



Kuva 58: Kiinnitysjärjestelyt autoja kuljetettaessa

Jousitettuja ajoneuvoja ei ole suositeltavaa varmistaa niin, että jousien varassa lepäävä massa sidotaan suoraan kiinni kuljetusajoneuvoon. Jos kaikesta huolimatta tällaista menetelmää käytetään, varmistus on arvioitava tapauskohtaisesti. Menetelmää suunniteltaessa on otettava huomioon lukuisia muuttujia, minkä vuoksi asiassa ei ole mahdollista soveltaa samanlaisia yleisiä ohjeita, joita edellä on annettu jousitettujen ajoneuvojen varmistamisesta jousittamattomia osia (eli yleensä renkaita) hyödyntämällä.

8.6. KUORMA-AUTOJEN, PERÄVAUNUJEN JA ALUSTOJEN KULJETTAMINEN KUORMA-AUTOLLA

Tässä osassa käsitellään M2- ja M3-luokan, N2- ja N3-luokan sekä O3- ja O4-luokan raskaiden ajoneuvojen (jäljempänä ”siirrettävä raskas ajoneuvo”) kuljettamista muilla ajoneuvoilla (jäljempänä ”kuljetusajoneuvo”). Tässä annetut ohjeet eivät mitätöi kuljetusajoneuvon valmistajan antamia ohjeita. Kuljetusajoneuvojen valmistajia kehoitetaan laatimaan siirrettävien raskaiden ajoneuvojen varmistamisesta kyseisen kuljetusajoneuvon tarpeisiin mukautetut ohjeet. Kuljetusajoneuvon käyttöohjeissa saatetaan ilmoittaa siirrettävien raskaiden ajoneuvojen kokonaismassalle toisenlaiset raja-arvot.

Jos kuljetusajoneuvon valmistaja ei ole antanut muita ohjeita, sovelletaan lähtökohtaisesti seuraavia ohjeita kuorma-autoille ja perävaunuille, joiden todellinen paino on 4–20 t ja renkaan halkaisija enintään 1,25 m.

Yleensä sovelletaan samoja periaatteita kuin edellisessä luvussa tarkastelluille M1- ja N1-luokan ajoneuvoille. Käytettävien sidontavöiden sidontakyvyn (LC) on kuitenkin oltava vähintään 2 500 daN.

Varmistettavien renkaiden on oltava vinotain vastapäätä toisiinsa nähden. Kun siirrettävässä raskaassa ajoneuvossa on enemmän kuin kaksi akselia, jokainen lisäakseli on varmistettava yhdellä lisäsidoksella. Lisäsidoksiin ei tarvita kiiloja tai tukitankoja.



Kuva 59: Kuorma-autojen ja perävaunujen kuljettaminen

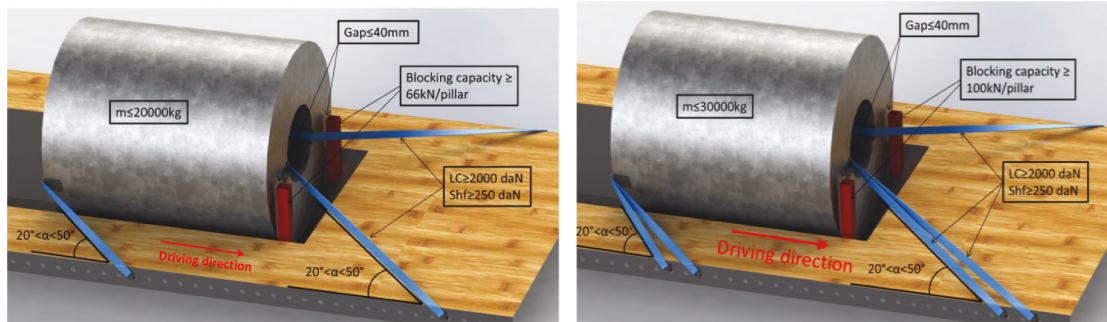
8.7. KELOJEN KULJETTAMINEN

8.7.1. Yli 10 tonnin painoiset kelat

Raskaat kelat, esimerkiksi teräs- tai alumiinikelat, on suositeltavinta kuljettaa tarkoitukseen erityisesti suunnitellulla ajoneuvolla eli niin kutsutulla kelavaunulla.

Kelavaunun lattiassa on kiilanmuotoinen, ajosuunnan suuntainen syvennys. Kiilan kulmien kaltevuus on yleensä 29–35 astetta vaakatasoon nähden. Jos kelan paino lepää kiilan kaltevan osan varassa, sivuttaissuuntaisen liukumisen ja vierimisen estämiseen ei tarvita muita kiinnitysjärjestelyitä. Pituussuunnassa liukuminen voidaan estää laadukkailla liukuestematoilla. Matot eivät kuitenkaan estä kelan purkautumista teleskooppimaisesti sisältäpäin. Teleskooppimaiseen purkautumiseen vaikuttaa kelan kerrosten välinen kitka, kelan pakkaaminen sekä se, miten tiiviisti kela on rullattu. Jos painavalla kelalla on huonosti rullattua liukasta materiaalia, sen purkautumista ei voi estää edes useilla teräsvanteilla. Kelan edessä olevalla kahdella pylvällä (rako alle 40 mm) estetään

liukuminen ja purkautuminen eteenpäin. Kelan vasemmalla ja oikealla puolella olevilla valjassidoksilla estetään liukuminen ja purkautuminen taaksepäin. Pylväiden ja sidosten vähimmäistuen- takyky riippuu kelan massasta ja purkautumisherkkyydestä. Jos tiukasti rullattu teräskela ei ole herkkä kaatumaan, tärkeimmät varmistusta koskevat vaatimukset käyvät ilmi oheisesta kuvasta. Muunlaisilla keloilla käytettävät arvot suositellaan määrittämään käytännön kokeella.



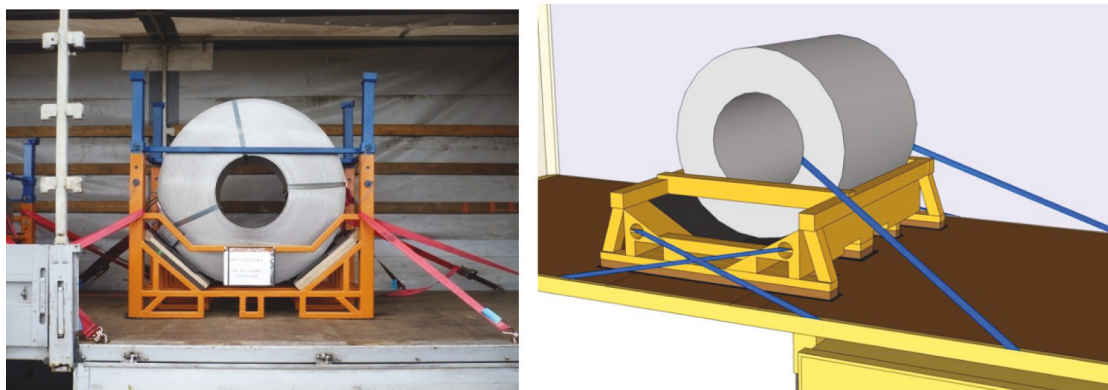
Kuva 60: Rullattujen teräskelojen kuljettaminen

Lyhyet, halkaisijaltaan suuret kelat voivat olla herkkiä kaatumaan. Kelojen kaatuminen voidaan estää sitomalla useita keloja ryhmäksi tai käyttämällä kelojen edessä hieman korkeampia, riittävän lujia pylväitä. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää ajoneuvon jäykkiin seiniin kiinnitettyä vaakasuoraa tukitankoa.



Kuva 61: Kelojen kuljettaminen erikoisrakenteisessa ajoneuvossa

Jos varsinaista kelavaunua ei ole, on erittäin suositeltavaa käyttää tarkoitukseen suunniteltua teräs- rakennelmaa (kehto), jolla kelan liukuminen, vieriminen, kaatuminen ja purkautuminen estetään oheisten kuvien mukaisesti.



Kuva 62: Kelojen kuljettamista varten tarkoitettu erityisrakennelma

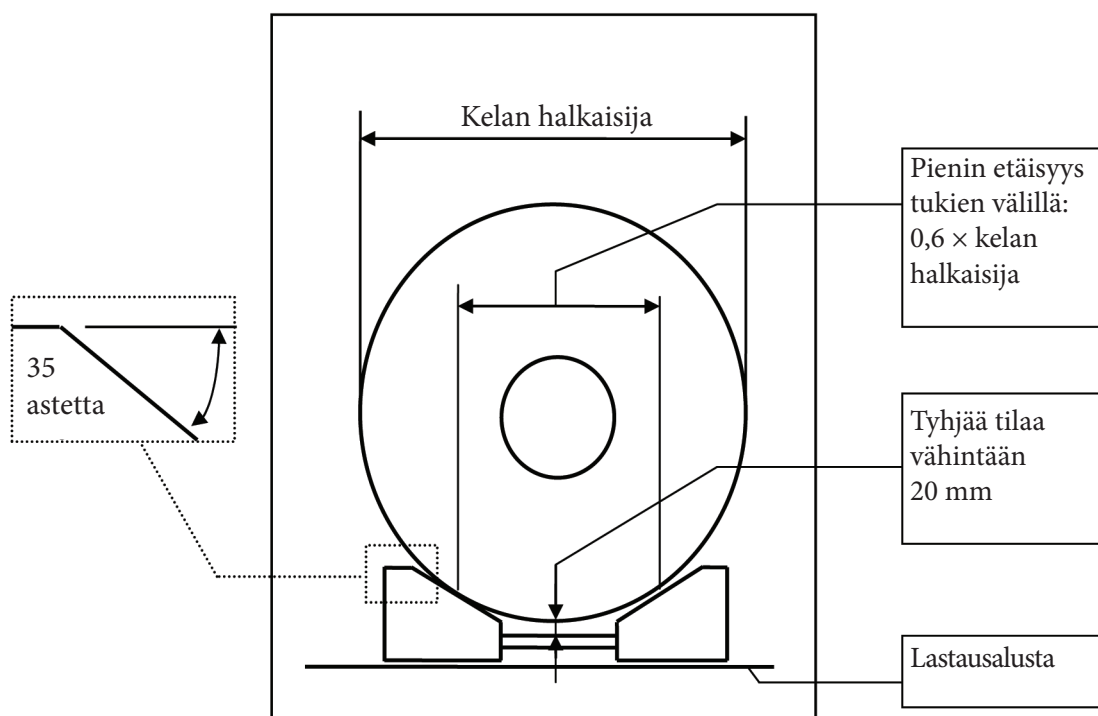
8.7.2. Alle 10 tonnin painoiset kelat

Kevyet ja keskipainoiset teräs- ja alumiinikelat (ja vastaavat) on suositeltavinta kuljettaa kohdassa 8.10.a kuvatulla kelavaunulla.

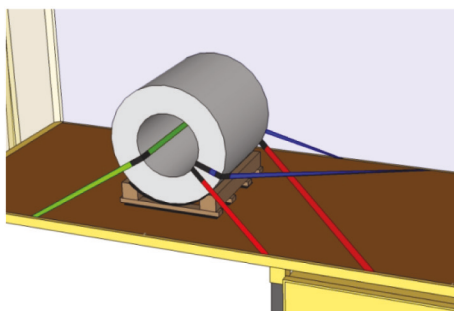
Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää kiilakehtoa. Kiilakehto on reiällisille keloille tarkoitettu vaakasuora rakennelma, jonka rakenne täyttää seuraavat ehdot:

- kiilojen, joilla kela lepää, on oltava koko kelan leveyden mittaisia
- kiilakehdon kiilojen väliin jäävän raon leveyden muutokset on estettävä jollakin tavalla
- tuen on oltava vakaa ja kelan alle on jätävä tilaa.

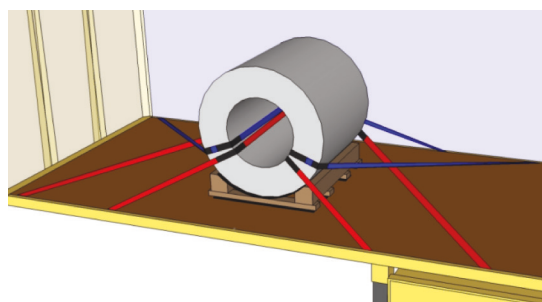
Seuraavassa esitettyjä kiinnitysjärjestelyitä voidaan käyttää sen mukaan, mitä kiilakehdossa oleva kela painaa. Tarvittava sidontakyky määräytyy kelan massan sekä purkautumisen estävän pakkauksen laadun perusteella. Suositeltavinta on käyttää aina kitkamattoa kelan ja kiilakehdon sekä kiilakehdon ja lattian välissä.



Kuva 63: Kiilakehdon ominaisuudet



Kuva 64: Kevyt kela



Kuva 65: Keskipainoinen kela



Kuva 66: Keskipainoinen kela

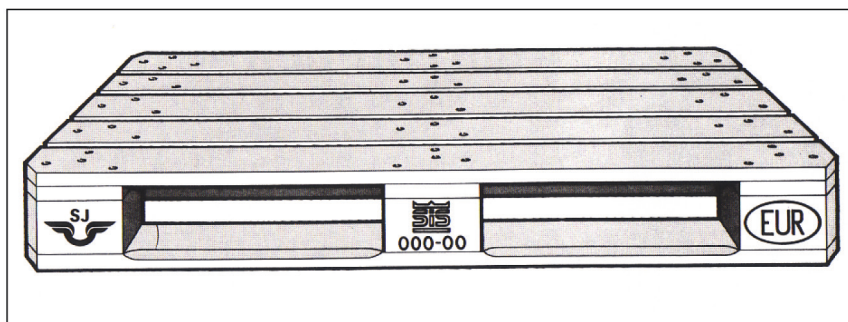
8.8. JUOMAT

Juomakuorman varmistaminen voi olla varsin haastavaa, jos kuormausyksiköiden jäykkyydestä ei ole todistusta. Sitominen kuorman yli ei ole sellaisenaan mahdollista, sillä sidoksilla on taipumus vahingoittaa juomia. Kitkasidonta on teoriassa mahdollinen, jos apuna käytetään erityisiä lavapeitteitä tai tyhjiä kuormalavoja. PET-pulloihin pakatut hiilihapottamattomat juomat saattavat kuitenkin antaa helposti periksi, kun niihin kohdistuu samanaikaisia alaspäin suuntautuvia sidontavoimia ja poikittaisia hitausvoimia. Suositeltavaa on muodostaa vaakavöillä neljän kuormausyksikön ryhmiä.

Toistuvissa juomakuljetuksissa olisi käytettävä juomien kuljettamiseen tarkoitettua erikoisajoneuvoa. Tällaisessa ajoneuvossa on yleensä XL-luokiteltuja ajoneuvoja tukevammat rullaverhot, jotka vetävät juomat ajoneuvon keskikohtaan. Näihin päiviin saakka tällaisissa ajoneuvoissa on ollut kiinteä tai irrotettava väliaita pitkittäissuunnassa keskellä. Juomat on tuettu menosuunnassa etupäätä ja toisinaan myös väliaitoja vasten.

8.9. KUORMALAVOILLE PAKATTUJEN TAVAROIDEN KULJETTAMINEN

Tavarakuljetuksissa yleisin kuormalavatyyppe on ISO 445-1984 standardin mukainen EUR-lava. Se on yleensä puuta, ja vakiomitat ovat 800 × 1 200 × 150 mm.

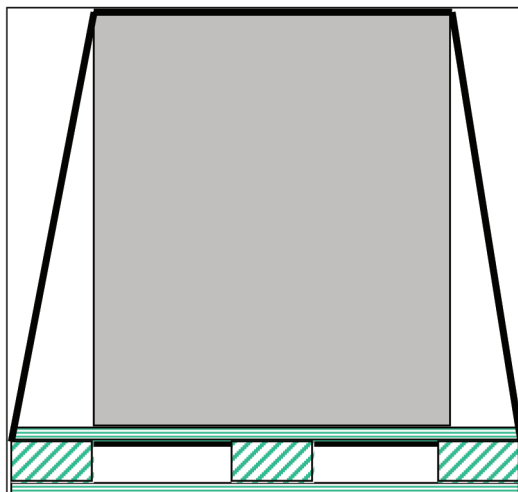


Kuva 67: EUR-lava

Kun kuormalavalle lastataan lavan kokoisia tai sitä pienempiä laatikoita, kuormalavasta tulee lastausalustan kaltainen laidaton kuljetusväline. Kuormaa olisi estettävä liukumasta tai kallistumasta pois lavalta edellä kuvattujen menetelmien kaltaisilla sidontakeinoilla. Kuorman pintojen ja kuormalavan välisellä kitkalla on siis suuri merkitys kuorman varmistuksen laskennassa. Kuormatun

lavan korkeuden ja leveyden sekä painon välinen suhde on myös otettava huomioon (tässä kuormatun lavan paino vastaa kuorman osion painoa).

Kuorma voidaan kiinnittää lavaan millä tahansa menetelmällä (esimerkiksi sidonta tai kutistekalvoon kääriminen), kunhan kuormalava kestää vähintään 26,6 asteen sivuttaisen kallistuksen ilman näkyviä epämuodostumia.

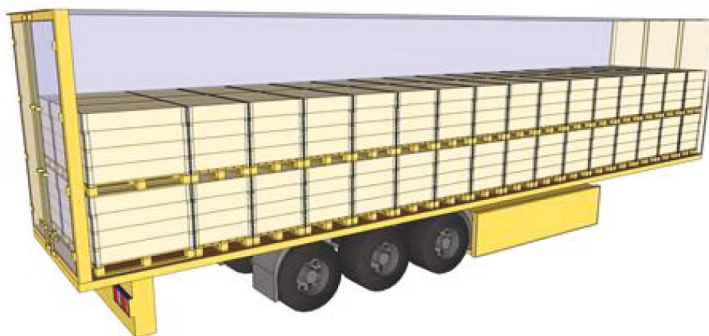


Kuva 68: EUR-lavaan sidottu rahtiyksikkö

Laidoilla varustettuja kuormalavoja käytetään yleisesti elintarvikkeiden kuljetuksessa. Pyörillä liikkuvien kuormalavojen varmistaminen tukemalla toimii erityisen hyvin, mutta myös muita menetelmiä voidaan käyttää.

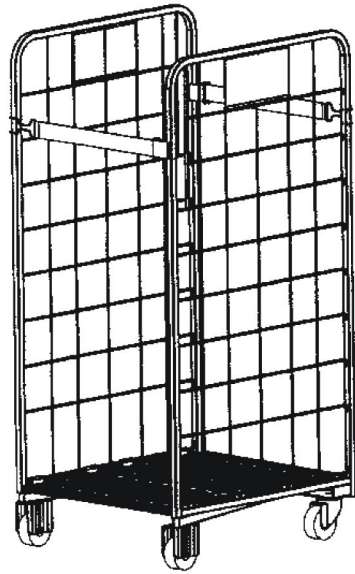
XL-merkittyyn ajoneuvoon kahteen kerrokseen pinotuista EUR-lavoista muodostuvan täyden kuorman kuljettaminen on turvallisinta, kun lavat lastataan seuraavasti:

- viidessätoista osiossa edestä laskien lavat lastataan poikittaissuunnassa kahteen riviin (30 lavapaikkaa).
- taaimmaisessa osiossa lavat lastataan pitkittäissuunnassa kolmeen riviin (3 lavapaikkaa).



Kuva 69: Kuormalavojen lastaaminen XL-merkittyyn ajoneuvoon

Jakelussa käytetään yleisesti erikoislavoja, kuten pyörällisiä rullakoita.

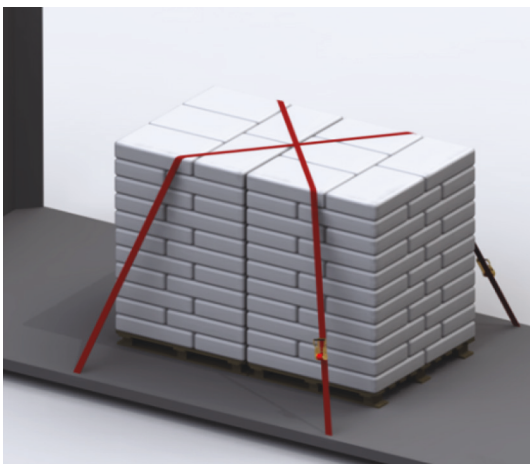


Kuva 70: Rullakko, jossa sivuseinät ja kumivyöt

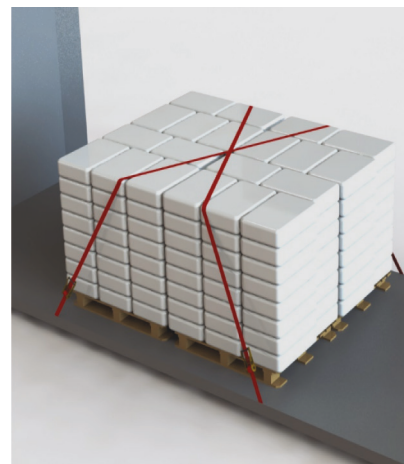
8.10. RISTIINSIDONNAN KÄYTTÄMINEN KUORMALAVOILLE LASTATTUJEN TAVAROIDEN KULJETTAMISESSA

Kuljettaessa kuormalavoille lastattuja tavaroita, esimerkiksi kutiste- tai kiristehuppuun tai kiristekalvoon huolellisesti käärittyjä säkkejä, voidaan käyttää erityistä sidontatapojen yhdistelmää. Tätä kutsutaan ristiinsidonnaksi, ja sillä saadaan yhdistettyä ryhmittelyyn, kuorman yli sidonnan ja suorasidonnan varmistusteho. Ristiinsidonta on mahdollinen kaikenkokoisissa kuormalavoissa niin täysissä kuin vajaissa kuormissa. Lastin yli ristiin sidontaa ja valjassidontaa ristiin voi käyttää, jos niiden testaamisesta on olemassa todistus.

Lastin yli ristiin sidonnassa tehdään periaatteessa kaksi tavallista vyösidontaa kahden tai neljän täyden kuormalavan muodostaman ryhmän yli. Molemmat sidonnat tehdään tavallisina lastin yli sidoksina, mutta ajoneuvon eri puolilla olevat sidontapisteet yhdistetään ristiin, jolloin sidokset tulevat ristiin kuormalavojen muodostaman ryhmän päälle kuvien 71 ja 72 osoittamalla tavalla.



Kuva 71: Kaksi ristiinsidottua kuormalavaa

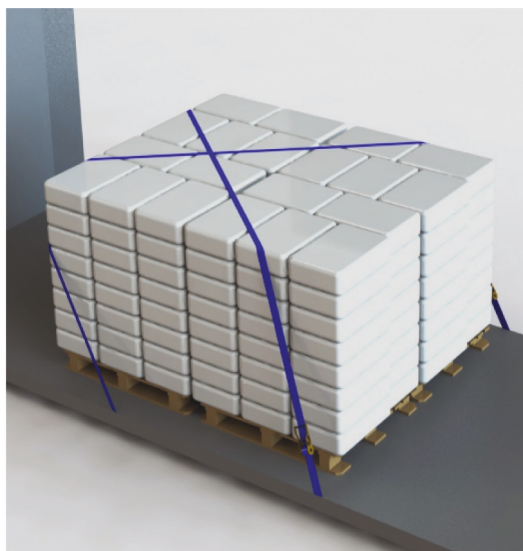


Kuva 72: Neljä ristiinsidottua kuormalavaa

Kuorman yli tehty ristiinsidos voi estää kuormalavojen liukumisen ja kaatumisen molempiin poikkitaasuuntiin.

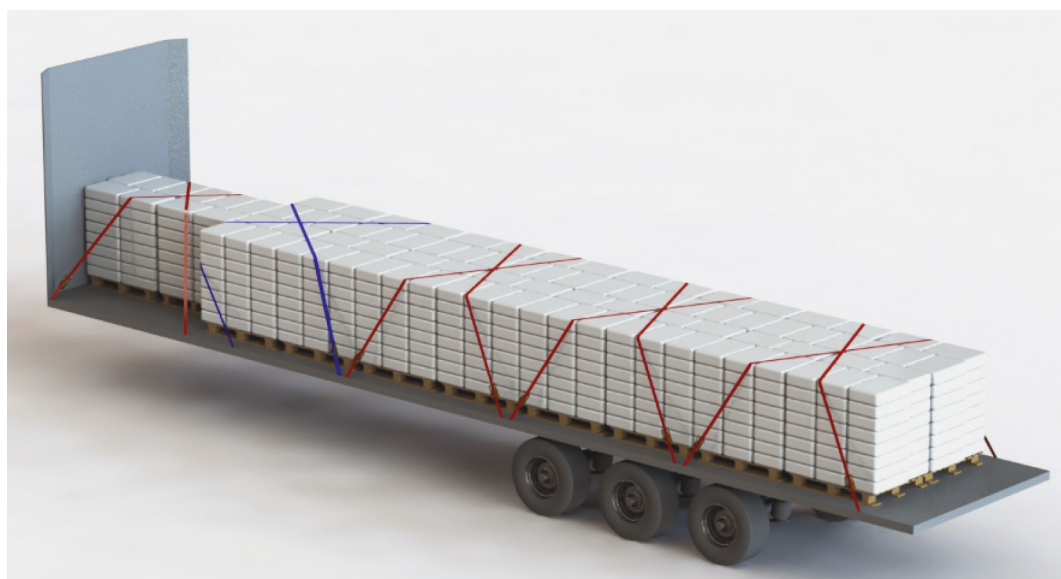
Kuorman yli tehdyn ristiinsidoksen toimivuutta muotoaan muuttavien tuotteiden sidonnassa ei voi laskea, sillä teho riippuu kitkasta, massasta, mitoista sekä tuotteen tosiasiallisesta muodonmuutoksesta. Teho on siis todennettava testaamalla. Standardin EN 12642 liitteen B tai standardin EN 12195-1 liitteen D mukaisella kokeella todetaan, kestävätkö kuorman yli ristiin sidotut lavalakuormat riittävästi g-voimia.

Toisinaan kuvatus kaltaisen ristiinsidonta kuorman yli ei kestä hitausvoimia ajosuunnassa. Silloin voidaan käyttää valjassidontaa ristiin, jossa molemmat sidontavyöt vedetään kuormalavaryhmän etuylänurkkien yli kuvassa 73 esitetyllä tavalla. Valjassidonta ristiin saa ajosuunnassa aikaan vastaavan kiinnitysvoiman kuin tavallinen valjassidonta.



Kuva 73: Neljä kuormalavaa, jotka on sidottu valjassidonnalla ristiin

Kuorman laadun mukaan voidaan käyttää myös erityistä molempien ristiinsidontojen sekä tuenan yhdistelmää. Kuvassa 74 esitetään käyttökelpoinen yhdistelmä: tuenta etupäätyä vasten ja muille kuormalavaryhmille 1–2 valjassidosta ristiin sekä yksi sidos lastin yli ristiin.



Kuva 74: Perävaunu, jossa on yhdistetty tuenta, sidonta lastin yli ristiin ja valjassidonta ristiin

8.11. SEKAKUORMAT

Sekakuorman kaikki osat on varmistettava niin, etteivät ne pääse liukumaan, kallistumaan tai siirtymään mihinkään suuntaan. Suositeltavinta on varmistaa sekakuormat tuennalla, mutta lisävarmistusta sidonnalla saatetaan tarvita. Periaatteessa kaikki kuormatyypit voidaan varmistaa edellisissä luvuissa kuvatuilla tavoilla tai pikasidontaoppaan ohjeita noudattaen.



Kuva 75: Järjestely, jossa sekakuorma on varmistettu perää vasten

Liite 1 Merkinnät

F_A : kiihtyvyysoima

F_F : kitkavoima

F_D : suorasidontavoima

F_B : tuentavoima

F_C : kosketusvoima ajoneuvon korin ja kuljetettavan kappaleen tai kahden kuljetettavan kappaleen välillä

F_T : sidontavälineen tehollinen esikiristysvoima

LC : sidoksen sidontakyky; määritelty standardeissa EN12195-2 ja -4

S_{TF} : sidoksen standardinmukainen kiristysvoima; määritelty standardeissa EN12195-2 ja -4

S_{HF} : sidoksen normaali käsikireys; määritelty standardeissa EN12195-2 ja -3

m : massa

β_x : suorasidonnan vaakatasoisen projektion ja pitkittäissuunnan välinen kulma

β_y : suorasidonnan vaakatasoisen projektion ja poikittaissuunnan välinen kulma

α : sidonnan ja vaakatasoisen välinen kulma

μ : standardissa EN 12195-1:2010 määritelty kitkakerroin

HG: painopisteen etäisyys korkeussuunnassa lastausalustasta

LG: kallistusakselin ja painopisteen välinen etäisyys vaakatasossa

RBC: vertailutuentakyky

Liite 2 Pikasidontaopas

Pikasidontaoppaassa on yksinkertaistettuja käytännön ohjeita kuorman kiinnittämiseen eurooppalaisen standardin EN 12195-1:2010 kaavojen sekä näissä ohjeissa mainittujen periaatteiden mukaisesti.

A.2.1. MENETTELY JA RAJOITUKSET

Tämän pikasidontaoppaan sidontataulukoissa esitetään kuorman paino tonneina (1 000 kg), jonka liukuminen tai kaatuminen kullakin sidoksella voidaan estää. Taulukoissa annetut arvot on pyöristetty kahden merkitsevän numeron tarkkuuteen.

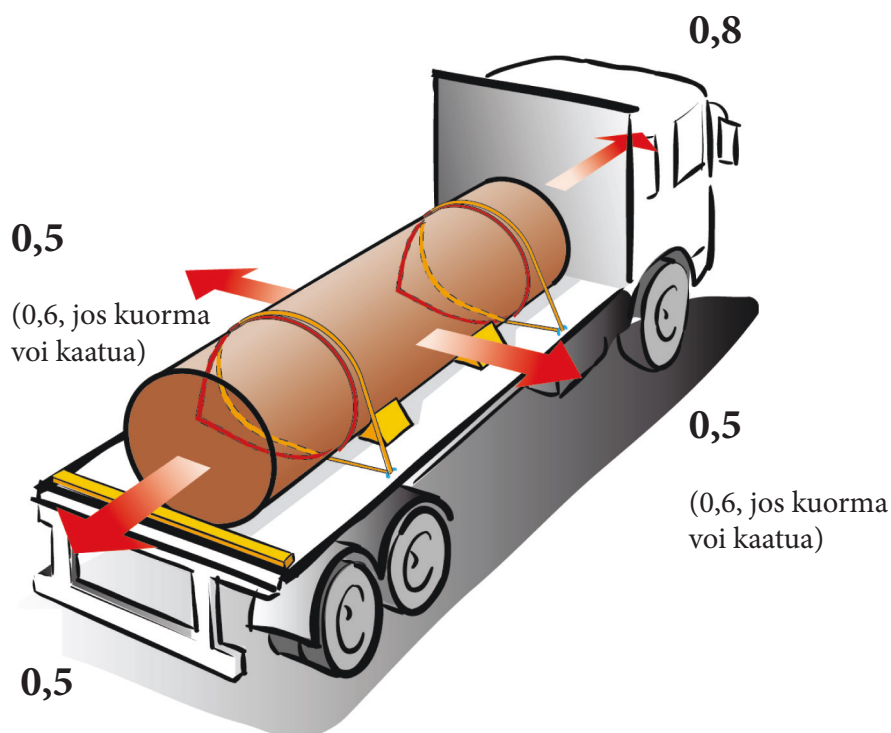
Maininta ”Ei riskiä” taulukoissa tarkoittaa, että kuorman liukumis- tai kaatumisriskiä ei ole. Vaikka liukumis- tai kaatumisriskiä ei ole, on suositeltavaa käyttää kuorman jokaista neljää tonnia kohden ainakin yhtä ylisidosta tai muuta vastaavaa järjestelyä, jolla estetään tukemattoman kuorman ryömiminen tärinän vuoksi.

A.2.2. KUORMAN KIINNITYSJÄRJESTELYN ON KESTETTÄVÄ...

... 0,8 kertaa kuorman paino menosuunnassa

... 0,5 kertaa kuorman paino sivuttaissuunnassa ja taaksepäin

... 0,6 kertaa kuorman paino sivuttaissuunnassa, jos kuorma voi kaatua



A.2.3. EHDOT, JOIDEN ON TÄYTYTTÄVÄ, KUN VARMISTAMINEN TEHDÄÄN PIKASIDONTAOPPAAN OHJEIDEN MUKAAN

Kuormaa on estettävä liukumasta ja kaatumasta kaikkiin suuntiin, kun kuljetuksen aikana ilmenevät voimat kohdistuvat siihen.

Kuorma on varmistettava lukinnalla, tuennalla, sidonnalla tai näiden tekniikoiden yhdistelmällä.

Sidontavälineet

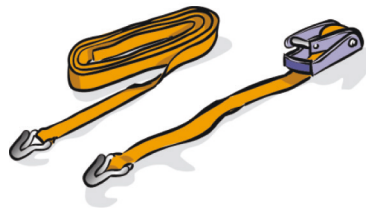
Tämän pikasidontaoppaan taulukoiden arvot on laskettu seuraavien oletusten pohjalta:

... *sidontapisteiden* kestokyky on 2 000 daN (2 tonnia kuormitusta)

... *sidontavöiden* sidontakyky (lashing capacity, LC) on 1 600 daN (1,6 tonnia kuormitusta)

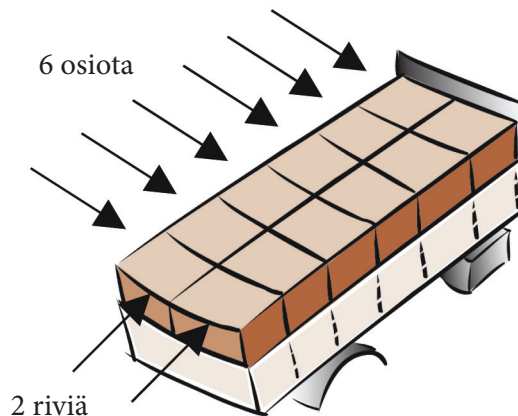
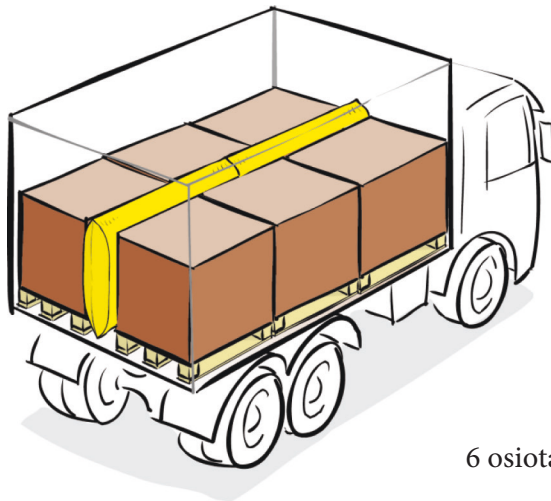
... *sidosten* $S_{TF} = 400$ daN (kun kiristetty 400 kg:aan).

Sidokset on kiristettävä vähintään 400 daN:iin (400 kg) koko kuljetuksen ajaksi.



A.2.4. TUENTA

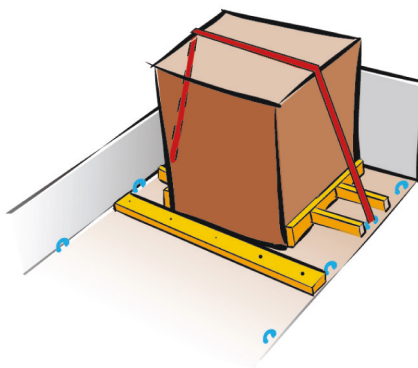
Tuentaa olisi käytettävä lastin varmistamiseen aina, kun se on mahdollista.



Tuennassa kuorman tai sen osan liikkuminen estetään asettamalla se välittömästi etupäätyä, laitoja, pylväitä, tolppia, seiniä tai muuta kuormaa vasten. Yleistä tuentaa käytettäessä tyhjän tilan yhteenlaskettu määrä vaakasuunnassa saa olla enintään 15 cm. Teräksen, betonin, kiven tai muunlaisten tiiviiden ja jäykkien kuorman osien väliin jäävä tyhjä tila olisi kuitenkin saatava mahdollisimman pieneksi.

Lastin tuenta riittävältä korkeudelta estää tehokkaasti liukumisen ja kaatumisen.

Jos lasti on tuettu vain pohjasta, kaatumisen estämiseksi saatetaan tarvita sidontaa. Tarkista asia tämän pikasidontaoppaan kaatumistaulukoista.



Etupääty ja takalaita

Etupäädyt ja takalaidat ajoneuvoissa, joiden hyötykuorma on yli 12,5 tonnia ja jotka on valmistettu standardin EN 12642 L mukaisesti.

Etupääty – EN 12642 L

Kitka-kerroin μ	Kuorman paino tonneina, joka voidaan tukea etupäätyä vasten menosuunnassa
0,15	7,8
0,20	8,4
0,25	9,2
0,30	10,1
0,35	11,3
0,40	12,7
0,45	14,5
0,50	16,9
0,55	20,3
0,60	25,4

Takalaita – EN 12642 L

Kitka-kerroin μ	Kuorman paino tonneina, joka voidaan tukea takalaitaa vasten
0,15	9,0
0,20	10,5

Kitka-kerroin μ	Kuorman paino tonneina, joka voidaan tukea takalaitaa vasten
0,25	12,6
0,30	15,8
0,35	21,0
0,40	31,6

Jos lastin paino ylittää taulukoissa esitetyt arvot, tarvitaan tuennan lisäksi sidontaa.

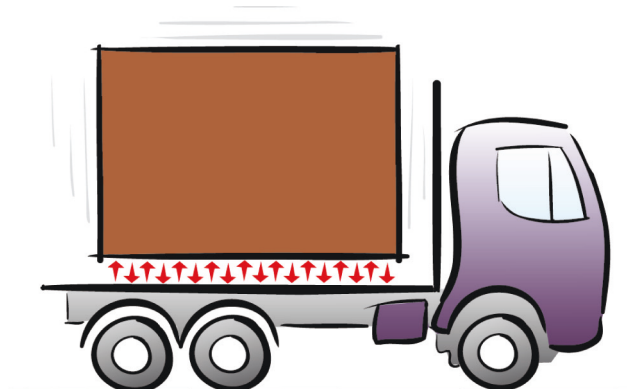
100 mm:n (4") naula



100 MM:N (4") NAULA						
Kuorman paino tonneina, jonka liukuminen voidaan estää naulaamalla yhtä naulaa kohti						
μ	Sivusuunnassa		Eteenpäin		Taaksepäin	
	Kumpikin puoli – 100 mm:n (4") naula		100 mm:n (4") naula		100 mm:n (4") naula	
	Tavallinen	Sinkitty	Tavallinen	Sinkitty	Tavallinen	Sinkitty
0,2	0,36	0,53	0,18	0,26	0,36	0,53
0,3	0,55	0,80	0,22	0,32	0,55	0,80
0,4	1,1	1,6	0,27	0,40	1,1	1,6
0,5	ei riskiä	ei riskiä	0,36	0,53	ei riskiä	ei riskiä
0,6	ei riskiä	ei riskiä	0,55	0,80	ei riskiä	ei riskiä
0,7	ei riskiä	ei riskiä	1,1	1,6	ei riskiä	ei riskiä

Nämä arvot on saatu IMO:n mallikurssista 3.18 ja laskettu uudelleen standardin EN 12195-1:2010 mukaisesti.

Sitomaton kuorma ja liikkumisriski



Jos kuorman liukumisen tai kaatumisen riskiä ei ole (tämän oppaan taulukoissa esitetyllä tavalla), sidontavälineitä ei tarvitse käyttää.

Vaikka liukumis- tai kaatumisriskiä ei ole, nyrkkisääntönä on, että kuorman jokaista neljää tonnia kohden käytetään ainakin yhtä ylisidosta tai muuta vastaavaa järjestelyä, jolla estetään tukemattoman kuorman ryömiminen tärinän vuoksi.

A.2.5. MUUT KUORMANVARMISTUSMENETELMÄT

Kuorman varmistamisessa voidaan hyödyntää myös kitkaa tai jotakin sidontamenetelmää.

Sidontaan liittyvät laskelmat

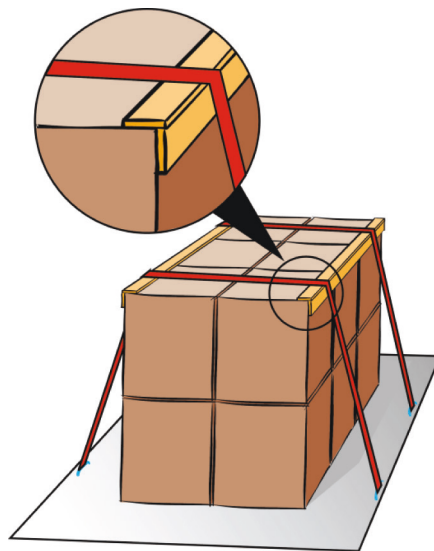
Jos kuorman liikkuminen halutaan estää sitomalla, toimi seuraavasti:

1. Laske, montako sidosta tarvitaan, jotta kuorma ei pääse liukumaan.
2. Laske, montako sidosta tarvitaan, jotta kuorma ei pääse kallistumaan.
3. Näistä kahdesta arvosta suurempi ilmaisee tarvittavien sidosten vähimmäismäärän.

Kantavat reunaprofiilit

Toisinaan sidoksia tarvitaan vähemmän kuin kuorman osioiden lukumäärä. Kuorman kaikki osiot on kuitenkin varmistettava.

Kantavilla reunaprofiileilla sidosten teho voidaan jakaa laajemmalle alueelle. Profiilit voidaan valmistaa laudasta, jonka mitat ovat vähintään 25 × 100 mm. Muita lujuudeltaan vastaavia materiaaleja, kuten alumiinia, voi myös käyttää. Sidoksia olisi oltava vähintään kuorman joka toisessa osiossa ja aina molemmissa päädyissä.



A.2.6. LIUKUMINEN

Kuorman ja lastausalustan (tai alla olevan kuorman) välisellä kitkalla on suuri vaikutus siihen, miten pitkälle yksi sidos riittää estämään liukumista.

Liitteen 4 taulukossa esitetään tyyppisiä kitkakertoimia eräille yleisille materiaaliyhdistelmille, kun ne ovat kiinni toisissaan tai ajoneuvon lastausalustassa.

Taulukossa esitetyt arvot pätevät kuiville ja märille pinnoille, jos kosketuspinnat ovat puhtaat ja vaurioitumattomat eikä niissä ole huurretta, jätää tai lunta. Muussa tapauksessa on käytettävä kitkakerrointa (μ) = 0,2. Öljytyt tai rasvaiset pinnat vaativat erityisiä varotoimenpiteitä.

Suorasidontaa käytettäessä lasti voi liikkua hieman, ennen kuin sidosten venyminen alkaa tuottaa kiinnitysvoimaa. Tällöin muodostuu dynaamista kitkaa, joka oletetaan 75 %:ksi kitkakertoimesta. Tämä vaikutus on otettu huomioon pikasidontaoppaan taulukoissa.

A.2.7. KAATUMINEN

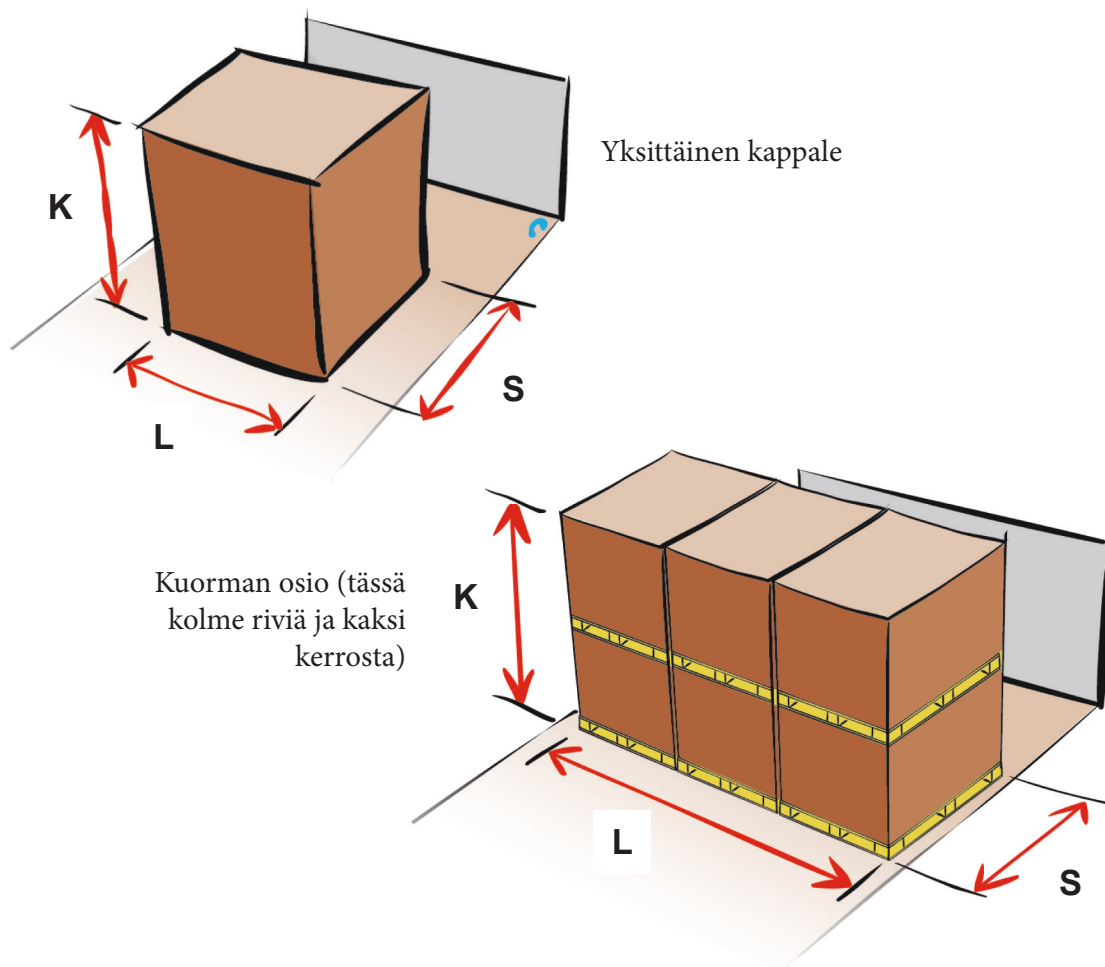
Suurin kuorman paino, jonka kaatuminen voidaan estää, käy selville tämän pikasidontaoppaan taulukoista.

Varmistettavasta kuormasta on laskettava K/L (korkeus jaettuna leveydellä) tai K/S (korkeus jaettuna syvyydellä).

Saatu tulos on pyöristettävä ylöspäin lähimpään taulukossa ilmoitettuun arvoon.

Kappaleet, joiden painopiste on keskipisteen lähellä

Seuraavista piirroksista käy ilmi, miten kuorman korkeus (K), syvyys (S) ja leveys (L) mitataan.



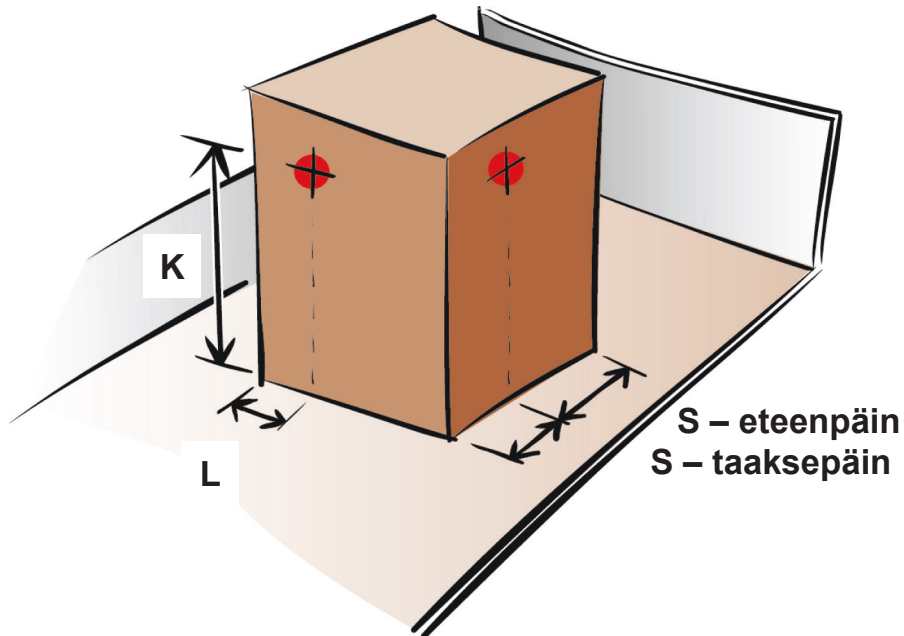
Kappaleet, joiden painopiste on eri paikassa kuin keskipiste

Jos varmistettavan kappaleen painopiste on keskipisteen yläpuolella tai reunassa, korkeus, syvyys ja leveys mitataan oheisen piirroksen mukaisesti.

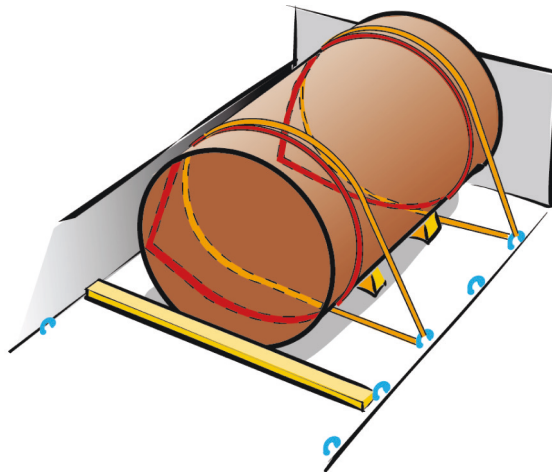
K = Etäisyys maasta painopisteeseen

L = Lyhin etäisyys painopisteen ja sivuttaisen kaatumispisteen välillä

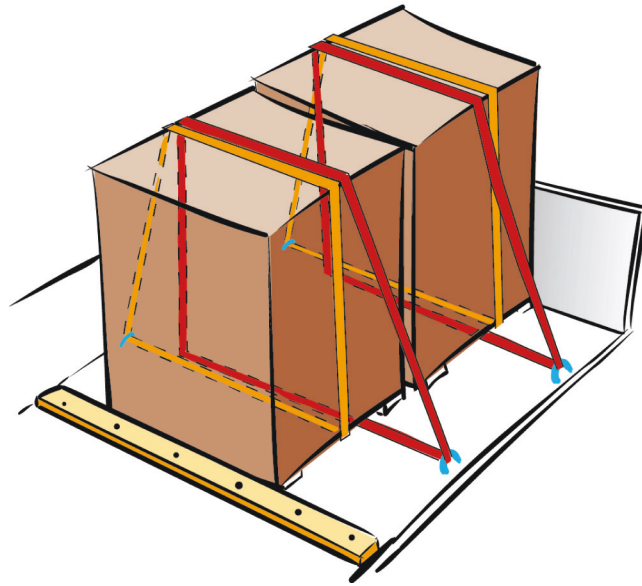
S = Piirroksen mukainen etäisyys



A.2.8. SILMUKKASIDONTA



Silmukkasidonnassa eli ”puhtiin” sidonnassa kappale varmistetaan molemmilta puolilta kahdella sidontavyöllä. Näin estetään kuorman kaatuminen. Pitkissä kappaleissa on käytettävä ainakin kahta sidosta.



Jos kuorma koostuu useammasta kuin yhdestä osiosta ja osiot tukevat toisiaan niin, etteivät ne pääse kiertymään, yksi sidos kuorman osiota kohti saattaa riittää.

Kuorman paino tonneina, jonka liukuminen voidaan estää silmukkaparia kohti			
μ^*	Sivusuunnassa	μ^*	Sivusuunnassa
0,15	4,7	0,45	13
0,20	5,4	0,50	ei riskiä
0,25	6,2	0,55	ei riskiä
0,30	7,3	0,60	ei riskiä
0,35	8,7	0,65	ei riskiä
0,40	11	0,70	ei riskiä

* Liitteen 4 mukainen kitkakerroin

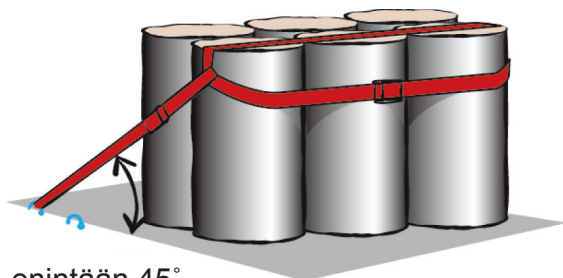
Kuorman paino tonneina, jonka kaatuminen voidaan estää silmukkaparia kohti					
Sivusuunnassa					
K/L	1 rivi	2 riviä	3 riviä	4 riviä	5 riviä
0,6	ei riskiä	ei riskiä	ei riskiä	6,5	4,1
0,8	ei riskiä	ei riskiä	5,6	3,1	2,3
1,0	ei riskiä	ei riskiä	3,1	2,0	1,6
1,2	ei riskiä	4,6	2,1	1,5	1,3
1,4	ei riskiä	3,0	1,6	1,2	1,0
1,6	ei riskiä	2,2	1,3	1,0	0,86

Kuorman paino tonneina, jonka kaatuminen voidaan estää silmukkaparia kohti					
Sivusuunnassa					
K/L	1 rivi	2 riviä	3 riviä	4 riviä	5 riviä
1,8	ei riskiä	1,8	1,1	0,86	0,74
2,0	ei riskiä	1,5	0,94	0,75	0,65
2,2	5,1	1,2	0,83	0,67	0,58
2,4	3,7	1,1	0,74	0,60	0,53
2,6	2,9	0,96	0,66	0,54	0,48
2,8	2,4	0,86	0,61	0,50	0,44
3,0	2,0	0,78	0,56	0,46	0,41
3,2	1,8	0,72	0,51	0,43	0,38

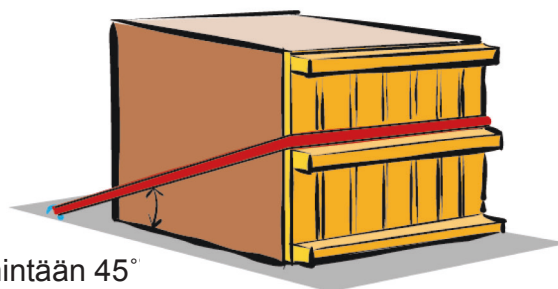
Taulukoissa annetut arvot pätevät vain, kun silmukkasidoksen päät on kiinnitetty eri sidontapisteisiin. Jos silmukkasidoksen molemmat päät on kiinnitetty samaan sidontapisteeseen, on pisteen kestävä $1,4 \times$ sidoksen LC.

A.2.9. VALJASSIDONTA

Valjassidoksella estetään kappaleen siirtyminen menosuuntaan ja/tai taaksepäin. Lastausalustan ja sidontavyön välinen kulma ei saa olla yli 45 astetta.



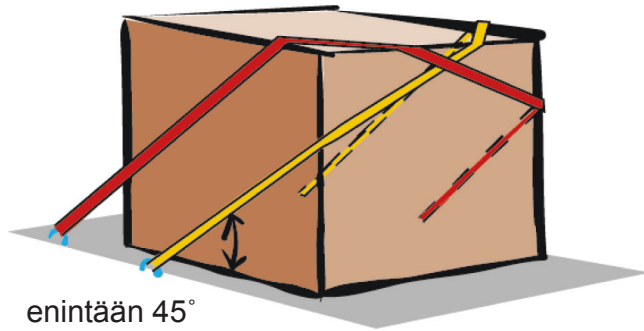
enintään 45°



enintään 45°

Valjassidonta voidaan toteuttaa usealla tavalla. Muualla kuin kappaleen yläosassa kulkeva sidos ei riitä estämään yhtä suuren kuorman painon kaatumista.

Jos valjassidos kulkee esimerkiksi kappaleen puolivälistä, se riittää varmistamaan vain puolet taulukossa mainitusta kuorman painosta.



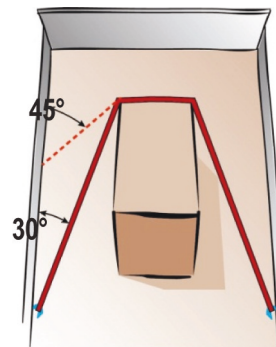
enintään 45°

Kuvan valjassidonta on tehty niin, että kiinnityspisteitä on kaksi molemmilla puolilla, mikä riittää varmistamaan kaksi kertaa taulukossa ilmoitetun painon.

Kuorman paino tonneina, jonka liukuminen voidaan estää yhtä valjassidosta kohti					
μ^*	Eteenpäin	Taaksepäin	μ^*	Eteenpäin	Taaksepäin
0,15	3,7	6,6	0,45	6,7	19
0,20	4,1	7,6	0,50	7,5	ei riskiä
0,25	4,5	8,8	0,55	8,4	ei riskiä
0,30	4,9	10	0,60	9,6	ei riskiä
0,35	5,4	12	0,65	11	ei riskiä
0,40	6,0	15	0,70	13	ei riskiä

* Liitteen 4 mukainen kitkakerroin

Kuorman paino tonneina, jonka kaatuminen voidaan estää yhtä valjassidosta kohti		
K/S	Eteenpäin	Taaksepäin
1,2	ei riskiä	ei riskiä
1,4	54	ei riskiä
1,6	26	ei riskiä
1,8	19	ei riskiä
2,0	15	ei riskiä
2,2	13	101
2,4	12	55
2,6	11	40
2,8	10	32
3,0	9,9	28
3,2	9,5	25



Jos sivuttaissuuntainen kulma on yli 5°, taulukon arvoja on pienennettävä seuraavasti:

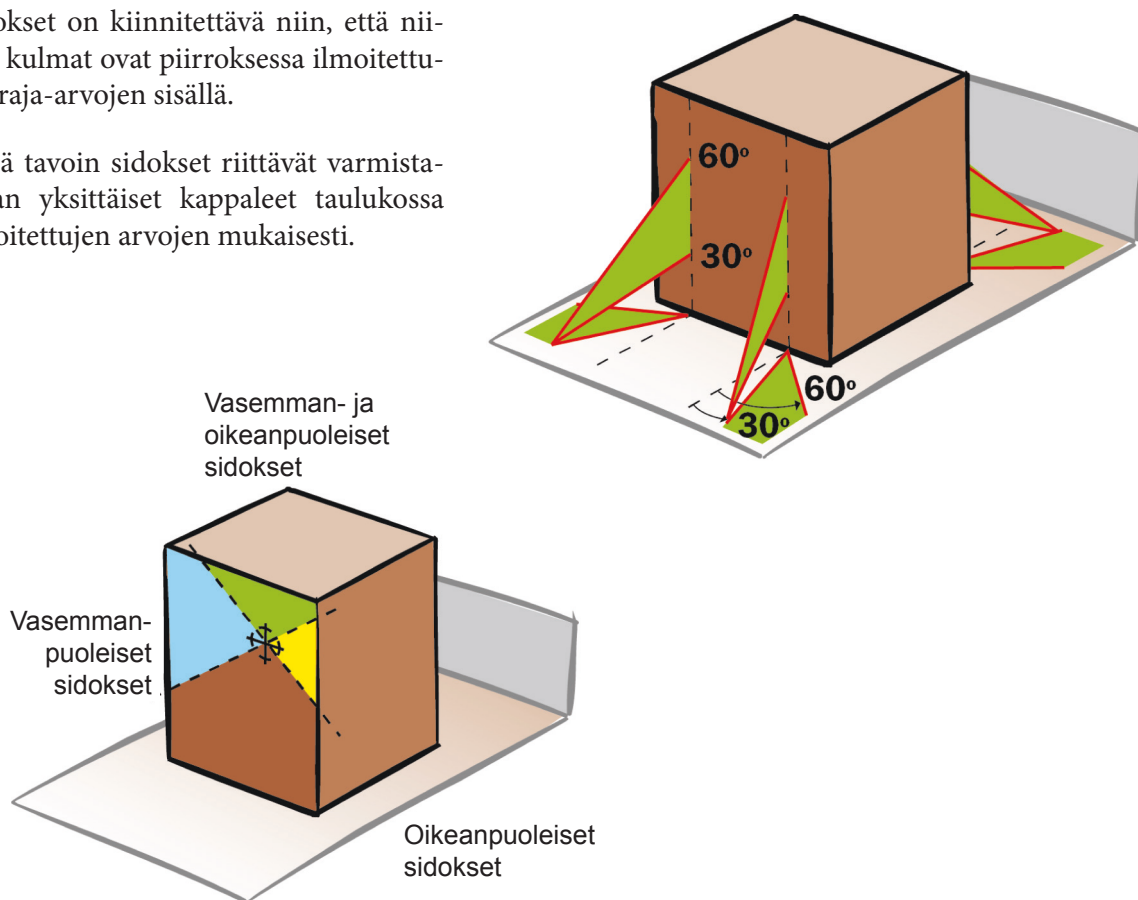
Kulma 5–30° ⇒ 15 %

Kulma 30–45° ⇒ 30 %

A.2.10. SUORASIDONTA

Sidokset on kiinnitettävä niin, että niiden kulmat ovat piirroksessa ilmoitettujen raja-arvojen sisällä.

Tällä tavoin sidokset riittävät varmistamaan yksittäiset kappaleet taulukossa ilmoitettujen arvojen mukaisesti.



Alueita, joille sidokset voidaan kiinnittää, rajaa kaksi suoraa linjaa, jotka kulkevat vinoittain painopisteen kautta 45 asteen kulmassa.

Kuorman paino tonneina, jonka liukuminen voidaan estää yhtä suoraa sidosta kohti							
μ^*	Sivusuunnassa	Eteenpäin	Taaksepäin	μ^*	Sivusuunnassa	Eteenpäin	Taaksepäin
0,15	1,5	0,82	1,5	0,45	5,4	1,9	5,4
0,20	1,8	0,95	1,8	0,50	ei riskiä	2,2	ei riskiä
0,25	2,2	1,1	2,2	0,55	ei riskiä	2,6	ei riskiä
0,30	2,6	1,3	2,6	0,60	ei riskiä	3,0	ei riskiä
0,35	3,3	1,4	3,3	0,65	ei riskiä	3,5	ei riskiä
0,40	4,2	1,7	4,2	0,70	ei riskiä	4,2	ei riskiä

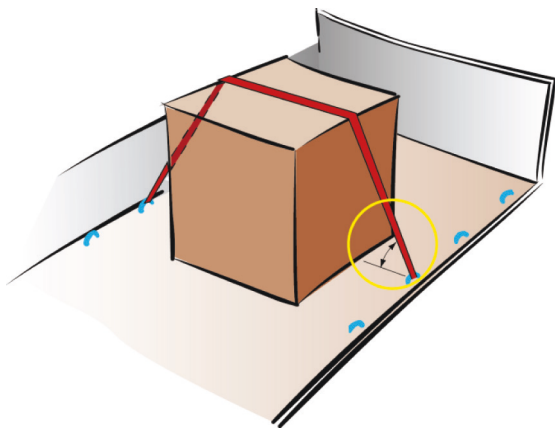
* Liitteen 4 mukainen kitkakerroin

Kuorman paino tonneina, jonka kaatuminen voidaan estää yhtä suoraa sidosta kohti					
K/L	Sivusuunnassa		K/S	Eteenpäin	Taaksepäin
1,2	ei riskiä		1,2	ei riskiä	ei riskiä
1,4	ei riskiä		1,4	8,2	ei riskiä
1,6	ei riskiä		1,6	3,8	ei riskiä
1,8	ei riskiä		1,8	2,6	ei riskiä
2,0	ei riskiä		2,0	2,0	ei riskiä
2,2	4,1		2,2	1,7	13,0
2,4	3,2		2,4	1,5	6,9
2,6	2,6		2,6	1,4	4,9
2,8	2,3		2,8	1,2	3,9
3,0	2,0		3,0	1,2	3,3
3,2	1,9		3,2	1,1	2,9

A.2.11. KUORMAN YLI SIDONTA

Oheisen taulukon käytössä on huomattava, että sidoksen ja lastausalustan välinen kulma on erittäin merkityksellinen. Taulukoiden arvot pätevät, kun kulma on 75–90°. Jos kulma on 30–75°, on käytettävä kaksinkertainen määrä sidoksia tai puolitettava taulukon arvot.

Jos kulma jää alle 30 asteen, on käytettävä jotain muuta kuormanvarmistusmenetelmää.



Kuorman paino tonneina, jonka liukuminen voidaan estää yhtä ylisidosta kohti			
μ^*	Sivusuunnassa	Eteenpäin	Taaksepäin
0,15	0,31	0,15	0,31
0,20	0,48	0,21	0,48
0,25	0,72	0,29	0,72
0,30	1,1	0,38	1,1
0,35	1,7	0,49	1,7
0,40	2,9	0,63	2,9

Kuorman paino tonneina, jonka liukuminen voidaan estää yhtä ylisidosta kohti			
μ^*	Sivusuunnassa	Eteenpäin	Taaksepäin
0,45	6,4	0,81	6,4
0,50	ei riskiä	1,1	ei riskiä
0,55	ei riskiä	1,4	ei riskiä
0,60	ei riskiä	1,9	ei riskiä
0,65	ei riskiä	2,7	ei riskiä
0,70	ei riskiä	4,4	ei riskiä

* Liitteen 4 mukainen kitkakerroin

Kuorman paino tonneina, jonka kaatuminen voidaan estää yhtä ylisidosta kohti								
Sivusuunnassa						K/S	Eteenpäin	Taaksepäin
K/L	1 rivi	2 riviä	3 riviä	4 riviä	5 riviä			
0,6	ei riskiä	ei riskiä	ei riskiä	5,8	2,9	0,6	ei riskiä	ei riskiä
0,8	ei riskiä	ei riskiä	4,9	2,1	1,5	0,8	ei riskiä	ei riskiä
1,0	ei riskiä	ei riskiä	2,2	1,3	0,97	1,0	ei riskiä	ei riskiä
1,2	ei riskiä	4,1	1,4	0,91	0,73	1,2	ei riskiä	ei riskiä
1,4	ei riskiä	2,3	0,99	0,71	0,58	1,4	5,3	ei riskiä
1,6	ei riskiä	1,5	0,78	0,58	0,49	1,6	2,3	ei riskiä
1,8	ei riskiä	1,1	0,64	0,49	0,42	1,8	1,4	ei riskiä
2,0	ei riskiä	0,90	0,54	0,42	0,26	2,0	1,1	ei riskiä
2,2	4,5	0,75	0,47	0,37	0,32	2,2	0,83	7,2
2,4	3,3	0,64	0,42	0,33	0,29	2,4	0,68	3,6
2,6	2,4	0,56	0,37	0,30	0,26	2,6	0,58	2,4
2,8	1,8	0,50	0,34	0,28	0,24	2,8	0,51	1,8
3,0	1,4	0,45	0,31	0,25	0,22	3,0	0,45	1,4
3,2	1,2	0,41	0,29	0,24	0,21	3,2	0,40	1,2

Jos lastin yksittäisissä osioissa käytetään useampaa kuin yhtä sidosta, kiristimet on mahdollisuuksien mukaan sijoitettava vuorotellen molemmin puolin.

Eteen- ja taaksepäin suuntautuvaa liikettä koskevissa laskenta-arvoissa oletetaan, että sidoksia on yhtä monta kuorman jokaisessa osiossa.

A.2.12. MUUT SIDONTAVÄLINEET

LC- ja S_{TF} -arvot on merkitty sidontavälineisiin.

Jos kettingin LC-arvoa ei tunneta, sen oletetaan olevan 50 % murtokuormituksesta.



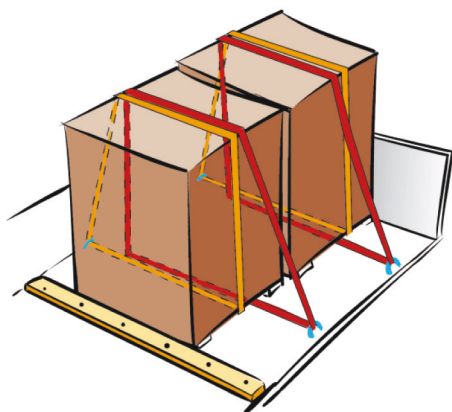
Uudelleenlaskenta

Käytettäessä sidontavälineitä, joiden kapasiteetti on muu kuin LC 1 600 tai S_{TF} 400, on liukumista ja kaatumista koskevien taulukoiden arvot kerrottava seuraavilla luvuilla.

Uudelleenlaskennassa ei pidä koskaan käyttää suurempaa LC- tai S_{TF} -arvoa kuin se, jonka sidontapisteet kestävät.

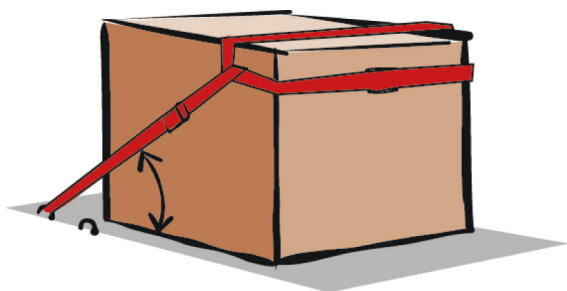
Menetelmät

Silmukkasidonta



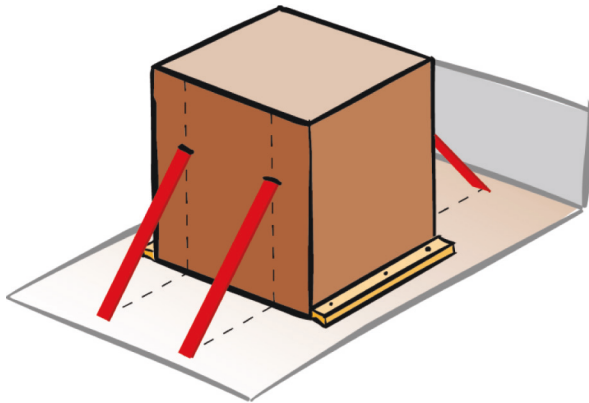
$$\frac{\text{Actual LC}}{1600} = \text{Multiplication factor}$$

Valjassidonta



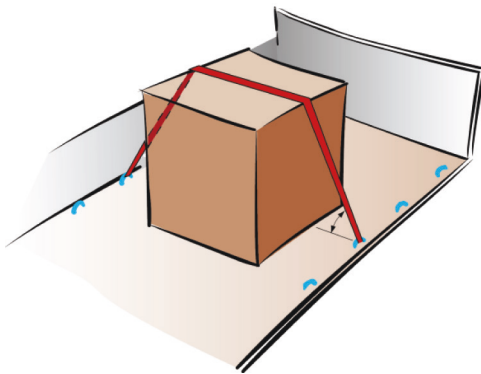
$$\frac{\text{Actual LC}}{1600} = \text{Multiplication factor}$$

Suorasidonta



$$\frac{\text{Actual LC}}{1600} = \text{Multiplication factor}$$

Kuorman yli sidonta



Liukuminen:

$$\frac{\text{Actual } S_{TF}}{400} = \text{Multiplication factor}$$

Kaatumiselle käytetään seuraavista arvoista pienempää:

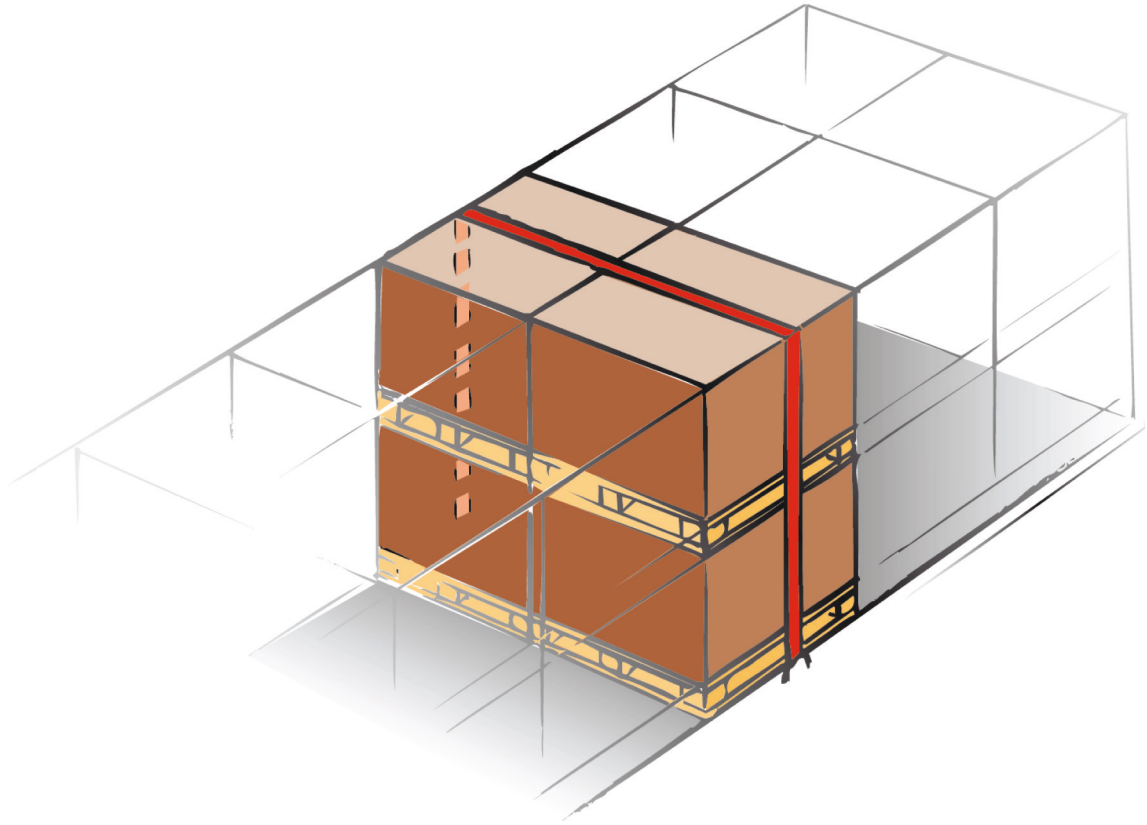
$$\frac{\text{Actual } S_{TF}}{400} \text{ or } \frac{\text{Actual LC}}{1600} = \text{Multiplication factor}$$

A.2.13. USEISTA KERROKSISTA KOOSTUVA KUORMA

Useaan kerrokseen lastattujen kappaleiden, joita ei ole tuettu sivultapäin, varmistamiseen tarvittavien ylisidosten määrä lasketaan seuraavasti.

Vaiheita on neljä:

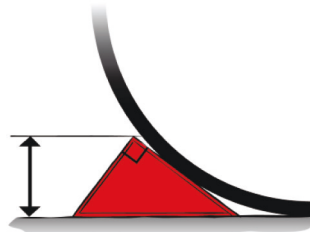
1. Laske, montako sidosta tarvitaan varmistamaan koko osion paino liukumisen varalta pohjaan vaikuttavan kitkan perusteella.
2. Laske, montako sidosta tarvitaan varmistamaan ylemmän osion paino liukumisen varalta kerrosten välissä vaikuttavan kitkan perusteella.
3. Laske, montako sidosta tarvitaan estämään koko osion kaatuminen.
4. Kolmesta saadusta arvosta suurin ilmaisee tarvittavien sidosten määrän.



A.2.14. MUUNLAISET KUORMAT

Pyörivät tavarat

Pyörivien tavaroiden liikkuminen on estettävä kii-
loilla tai vastaavilla esteillä.



Muut kuin jäykät tavarat

Muille kuin jäykille tavaroille tässä ohjeessa esite-
tyt varmistusmenetelmät eivät välttämättä riitä.



Liite 3 Kitkakertoimia

Ote standardista EN 12195-1:2010, liite B (velvoittava)

Kosketuspinnan materiaaliyhdistelmät ^(a)	Kitkakerroin μ
Sahatavara	
Sahatavara – kertopuu/vaneri	0,45
Sahatavara – rihlattu alumiini	0,4
Sahatavara – kutistekalvo	0,3
Sahatavara – ruostumaton teräslevy	0,3
Höylätty puu	
Höylätty puu – kertopuu/vaneri	0,3
Höylätty puu – rihlattu alumiini	0,25
Höylätty puu – ruostumaton teräslevy	0,2
Muovipalletti	
Muovipalletti – kertopuu/vaneri	0,2
Muovipalletti – rihlattu alumiini	0,15
Muovipalletti – ruostumaton teräslevy	0,15
Teräs ja metalli	
Teräshäkki, teräsarkku – kertopuu/vaneri	0,45
Teräspakkaus – rihlattu alumiini	0,3
Teräspakkaus – ruostumaton teräslevy	0,2
Betoni	
Karkea betoni – sahapuinen aluspuu	0,7
Sileä betoni – sahapuinen aluspuu	0,55
Liukuestematto	
Kumi	0,6 ^(b)
Muu materiaali	Sertifioinnin mukaan ^(c)
<p>^a On varmistuttava siitä, että käytettävät kitkakertoimet soveltuvat kyseessä olevaan kuljetusmuotoon. Pinta, kuiva tai märkä mutta puhdas, ei öljyä, jäätä, rasvaa. Jos kontaktipintoja ei ole pyyhitty puhtaaksi lumesta ja jäästä, ei saa käyttää kitkakerrointa, joka on suurempi kuin $\mu = 0,2$. Erityiset varoimet ovat tarpeen öljyisten ja rasvaisten pintojen suhteen.</p> <p>^b Voidaan käyttää suorasidonnassa kertoimella $f_{\mu} = 1,0$.</p> <p>^c Kun käytetään erityismateriaaleja, kuten liukumisenestomattoja, vaaditaan sertifikaatti kitkakertoimesta μ.</p>	

Liite 4 Puutteiden arviointi

Kohde	Puutteet	Puutteiden arviointi		
		Vähäinen	Vakava	Vaarallinen
A	Kuljetuspakkaus ei mahdollista asianmukaista kuorman kiinnitystä.	Tarkastajan harkinnan mukaan		
B	Yksi tai useampi kuorma-yksikkö ei ole asianmukaisesti sijoitettu.	Tarkastajan harkinnan mukaan		
C	Ajoneuvo ei ole soveltuva lastatulle kuormalle (muu kuin kohdassa 10 lueteltu puute).	Tarkastajan harkinnan mukaan		
D	Ajoneuvon päällirakenteen ilmeiset puutteet (muu kuin kohdassa 10 lueteltu puute).	Tarkastajan harkinnan mukaan		
10	Ajoneuvon soveltuvuus			
10.1	Etuseinä (jos käytetty kuorman kiinnitykseen)			
10.1.1	Osassa ruostevaurioita tai muoto-poikkeamia Osa haljennut, mikä vaarantaa rahtitilan eheyden		X	X
10.1.2	Riittämätön lujuus (todistus tai merkintä, jos saatavana) Riittämätön korkeus suhteessa kuljetettavaan kuormaan		X	X
10.2.	Sivuseinät (jos käytetty kuorman kiinnitykseen)			
10.2.1.	Osassa ruostevaurioita, muoto-poikkeamia, huonossa kunnossa olevia saranoita tai kahvoja Osa haljennut; puuttuvia tai toimimattomia saranoita tai kahvoja		X	X
10.2.2.	Tuen riittämätön lujuus (todistus tai merkintä, jos saatavana) Riittämätön korkeus suhteessa kuljetettavaan kuormaan		X	X
10.2.3.	Sivuseinien lautojen riittämätön kunto Osa haljennut		X	X
10.3.	Takaseinä (jos käytetty kuorman kiinnitykseen)			
10.3.1.	Osassa ruostevaurioita, muoto-poikkeamia, huonossa kunnossa olevia saranoita tai kahvoja Osa haljennut; puuttuvia tai toimimattomia saranoita tai kahvoja		X	X
10.3.2.	Riittämätön lujuus (todistus tai merkintä, jos saatavana) Riittämätön korkeus suhteessa kuljetettavaan kuormaan		X	X
10.4.	Pylväät (jos käytetty kuorman kiinnitykseen)			
10.4.1.	Osassa ruostevaurioita tai muoto-poikkeamia tai kiinnitys ajoneuvoon on riittämätön Osa haljennut; kiinnitys ajoneuvoon epävakaa		X	X
10.4.2.	Riittämätön lujuus tai suunnittelu Riittämätön korkeus suhteessa kuljetettavaan kuormaan		X	X
10.5.	Kiinnityspisteet (jos käytetty kuorman kiinnitykseen)			
10.5.1.	Riittämätön kunto tai suunnittelu Eivät kestä vaadittuja kuormaan vaikuttavia voimia		X	X
10.5.2.	Riittämätön määrä Riittämätön määrä suhteessa vaadittuihin kuormaan vaikuttaviin voimiin		X	X
10.6.	Vaaditut erityisrakenteet (jos käytetty kuorman kiinnitykseen)			
10.6.1.	Riittämätön kunto, vahingoittunut Osa haljennut; eivät kestä kiinnitysvoimia		X	X
10.6.2.	Eivät sovellu kuljetettavalle kuormalle Puuttuvat		X	X
10.7.	Lattia (jos käytetty kuorman kiinnitykseen)			
10.7.1.	Riittämätön kunto, vahingoittunut Osa haljennut; ei kestä kuormaa		X	X

Kohde	Puutteet	Puutteiden arviointi		
		Vähäinen	Vakava	Vaarallinen
10.7.2.	Riittämätön kuormaluokitus Ei kestä kuormaa		X	X
20	Kiinnitysmenetelmät			
20.1.	Lukitus, tuenta ja suora sidonta			
20.1.1	Kuorman suora kiinnitys (tuenta)			
20.1.1.1.	Liian suuri etäisyys etuseinään, jos käytetty kuorman suoraan kiinnitykseen Yli 15 cm ja vaarassa lävistää seinän		X	X
20.1.1.2.	Liian suuri etäisyys sivuseinään, jos käytetty kuorman suoraan kiinnitykseen Yli 15 cm ja vaarassa lävistää seinän		X	X
20.1.1.3.	Liian suuri etäisyys takaseinään, jos käytetty kuorman suoraan kiinnitykseen Yli 15 cm ja vaarassa lävistää seinän		X	X
20.1.2.	Kiinnityslaitteet, kuten sidontakiskot, tukipalkit, listat ja kiilat edessä, sivuilla ja takana			
20.1.2.1.	Epäasianmukainen kiinnitys ajoneuvoon Riittämätön kiinnitys Ei kestä kiinnitysvoimia, löystynyt	X	X	X
20.1.2.2.	Epäasianmukainen kuorman kiinnitys Riittämätön kuorman kiinnitys Täysin tehoton	X	X	X
20.1.2.3.	Kiinnitysvälineiden riittämätön soveltuvuus Kiinnitysvälineet täysin soveltumattomia		X	X
20.1.2.4.	Pakkauksen kiinnittämiseen valitun menetelmän epäoptimaalinen soveltuvuus Valittu menetelmä täysin epäasianmukainen		X	X
20.1.3	Suora kiinnitys verkkojen ja peitteiden avulla			
20.1.3.1.	Verkkojen ja peitteiden kunto (merkintä puuttuu/vahingoittunut mutta laite edelleen hyvässä kunnossa) Kuorman kiinnityslaitteet vahingoittuneita Kuorman kiinnityslaitteet vakavasti vaurioituneita eivätkä enää soveltuvia käyttöön	X	X	X
20.1.3.2.	Verkkojen ja peitteiden riittämätön lujuus Kestävät alle 2/3 vaadituista kiinnitysvoimista		X	X
20.1.3.3.	Verkkojen ja peitteiden riittämätön kiinnitys Kiinnitys kestää alle 2/3 vaadituista kiinnitysvoimista		X	X
20.1.3.4.	Verkkojen ja peitteiden riittämätön soveltuvuus kuorman kiinnittämiseen Täysin soveltumattomia		X	X
20.1.4.	Kuormayksiköiden tai niiden välien erottelu ja pehmustaminen			
20.1.4.1.	Erottelun ja pehmustamisen soveltuvuus Liiallinen erottelu tai liian suuret välit		X	X
20.1.5.	Suorasidonta (vaakasuuntainen sidonta, poikittaissuuntainen sidonta, ristikkäissidonta, silmukkasidonta ja valjassidonta)			
20.1.5.1.	Vaaditut kiinnityslujuudet riittämättömiä Alle 2/3 vaaditusta lujuudesta		X	X
20.2.	Kitkavarmistus			
20.2.1.	Vaadittujen kiinnityslujuuksien saavuttaminen			
20.2.1.1.	Vaaditut kiinnityslujuudet riittämättömiä Alle 2/3 vaaditusta lujuudesta		X	X

Kohde	Puutteet	Puutteiden arviointi		
		Vähäinen	Vakava	Vaarallinen
20.3.	Käytetyt kuorman kiinnityslaitteet			
20.3.1.	Kuorman kiinnityslaitteiden soveltuvuus Täysin soveltumaton laite		X	X
20.3.2.	Merkintä (esim. merkki/testitiedot) puuttuu/vahingoittunut, mutta laite on edelleen hyvässä kunnossa Merkintä (esim. merkki/testitiedot) puuttuu/vahingoittunut, mutta laite on selvästi vaurioitunut	X	X	
20.3.3.	Kuorman kiinnityslaitteet vahingoittuneita Kuorman kiinnityslaitteet vakavasti vaurioituneita eivätkä enää soveltuvia käyttöön		X	X
20.3.4.	Sidontavintturien virheellinen käyttö Vialliset sidontavintturit		X	X
20.3.5.	Kuorman kiinnityslaitteiden virheellinen käyttö (esim. kulmasuojien puute) Kuorman kiinnityslaitteet viallisia (esim. solmuja)		X	X
20.3.6.	Kuorman kiinnityslaitteiden kiinnitys epäasianmukainen Alle 2/3 vaaditusta lujuudesta		X	X
20.4.	Lisävarusteet (esim. liukuestematot ja kulmasuojat)			
20.4.1.	Käytetty soveltumattomia varusteita Käytetty väärää tai viallisia varusteita Käytetty täysin soveltumattomia varusteita	X	X	X
20.5.	Irtotavaran, kevyen ja irtonaisen materiaalin kuljettaminen			
20.5.1.	Irtotavara lentänyt ilmapirran mukana ajoneuvon liikennöidessä tiellä; häiritsee todennäköisesti liikennettä Aiheuttaa vaaran liikenteelle		X	X
20.5.2.	Irtotavaraa ei ole kiinnitetty riittävällä tavalla Kuorman häviäminen; aiheuttaa vaaran liikenteelle		X	X
20.5.3.	Kevyiden kuormien suojauksen puute Kuorman häviäminen; aiheuttaa vaaran liikenteelle		X	X
20.6.	Pyöreän puutavaran kuljetukset			
20.6.1.	Kuljetettu materiaali (tukit) on osittain irrallaan			X
20.6.2.	Kuormayksikön kiinnityslujuudet riittämättömiä Alle 2/3 vaaditusta lujuudesta		X	X
30	Kuorma täysin kiinnittämättä			X

MISTÄ EU:N JULKAISUJA SAA?

Maksuttomat julkaisut:

- yksi kappale:
EU Bookshopista (<http://bookshop.europa.eu>)
- enemmän kuin yksi kappale tai julisteet/kartat:
Euroopan unionin edustustoista (http://ec.europa.eu/represent_fi.htm),
muissa kuin EU-maissa sijaitsevista lähetystöistä
(http://eeas.europa.eu/delegations/index_fi.htm),
ottamalla yhteyttä Europe Direct -palveluun (http://europa.eu/europedirect/index_fi.htm) tai
soittamalla 00 800 6 7 8 9 10 11 (maksuton numero koko EU:n alueella) (*).

(*) Saat pyytämäsi tiedot maksutta. Myös useimmat puhelut ovat maksuttomia, joskin jotkin operaattorit, puhelinkioskit tai hotellit voivat periä puheluista maksun.

Maksulliset julkaisut:

- EU Bookshopista (<http://bookshop.europa.eu>).

Maksulliset tilaukset:

- Euroopan unionin julkaisutoimiston myyntiedustajalta
(http://publications.europa.eu/others/agents/index_fi.htm).

