

KUORMANSIDONNAN KÄSIKIRJA

LOGISTIIKAN TUTKIMUS JA KEHITYS LORDA ry

Copyright Lorda ry 2004
1. Painoksen pdf versio

Tämän kirjan laadinnan ovat tuellaan mahdollistaneet:

Finn carriers Oy Ab
Inka Oy
ICHCA Suomen Osasto
UPM Kymmene Seaways
Merenkulkuhallitus
Vakuutusosakeyhtiö Pohjola
Silja Line Oy
Yritys-Sampo
Suomen Kuorma-autoliitto ry
Teollisuusvakuutus Oy
Oy Transfennica Ab
Työsuojeluhallinto

LOGISTIIKAN TUTKIMUS JA KEHITYS LORDA ry

Logistiikan Tutkimus ja Kehitys LORDA ry:n tarkoitus on toimia logistiikkaketjun tehostamiseksi ja kustannusten alentamiseksi sekä sen osien yhteistyön kehittämiseksi. LORDA:n tarkoituksena on myös toimia logistiikkaketjussa tapahtuvan tavarankäsittelyn työmenetelmien kehittämiseksi ja turvallisuuden lisäämiseksi.

LORDA:n jäsenkunta muodostuu teollisuuden, kaupan ja logistiikkapalveluyrityksistä sekä näissä toimivista henkilöistä. LORDA:ssa ovat mukana Suomen päävientijärjestö ICHCA Suomen Osasto julkaisi lastinkäsittelyn käytännön tarpeisiin kuormansidontakäsikirjan. Kuormansidontakäsikirjan painos on loppu. Tämän vuoksi LORDA julkaisee kuormansidontakäsikirjan netissä pdf-muodossa, josta se on vapaasti kopioitavissa Kuormansidontakäsikirja löytyy osoitteista: www.logistiikkastrategia.fi ja www.logy.fi

LORDA:n edeltäjäjärjestö ICHCA Suomen Osasto julkaisi lastinkäsittelyn käytännön tarpeisiin kuormansidontakäsikirjan. Kuormansidontakäsikirjan painos on loppu. Tämän vuoksi LORDA julkaisee kuormansidontakäsikirjan netissä pdf-muodossa, josta se on vapaasti kopioitavissa Kuormansidontakäsikirja löytyy osoitteista: www.logistiikkastrategia.fi ja www.logy.fi

Logistiikan Tutkimus ja Kehitys LORDA ry:n sihteeristötehtäviä hoitaa Suomen Logistiikkayhdistys, johtaja Mikko Melasniemi, puh 09-6963 748, sähköposti: mikko.melasniemi@logy.fi, Särkiniementie 3, 00210 Helsinki.

puh 09-6963 743

Fax 09-177 675

sähköposti: logy@logy.fi

kotisivu: www.logy.fi

1. ESIPUHE	1
2. SÄÄNNÖT JA MÄÄRÄYKSET	2
2.1 Merikuljetus	2
2.2 Maantiekuljetus	3
2.3 Vaarallisten aineiden kuljetus	7
2.4 Maantieyksiköiden kuljetus meritse	12
2.5 Rautatiekuljetus.....	13
3. LASTAUS JA LASTIN KIINNITYS	14
3.1 Lastauksen suunnittelu.....	14
3.2 Yksikön tarkastus	14
3.3 Yksikön painojakauma	15
3.4 Lastiin vaikuttavat voimat ja kuorman siirtyminen	16
4. SIDONTA- JA TUENTAVÄLINEET	19
4.1 Räikkävyöt.....	20
4.2 Karhukiristin	21
4.3 Kulmasuojat	21
4.4 Kiilat ja kehdot.....	22
4.5 Peitteet	22
4.6 Ahtaussäkit.....	22
5. ESIMERKKEJÄ LASTIN KIINNITYKSESTÄ	24
5.1 Laatikot, palleetit	24
5.2 Kelat, kiepit.....	28
5.3 Rullat, tynnyrit	32
5.4 Putket	42
5.5 Palkit	46
5.6 Teräs- ja muut metallilevyt	48
5.7 Puukuitulevyt.....	52
5.8 Sahatavara.....	54
5.9 Säkit, suursäkit.....	56
5.10 Vapaakappaleet	57
5.11 Konttien ja vaihtokorien kiinnitys	58
5.12 Sekakuormat	59
6. LASTIN SIDONTATARVE	60
6.1 Sidonta lastin yli, laatikot, palleetit.....	61
6.2 Sidonta pyöreään lastin yli	64
6.3 Sidonta pyöreään makaavan lastin läpi.....	67
6.4 Vinosidonta, pitkittäissidos	70
6.5 Vaakavyöt	71

1. ESIPUHE

Tavaran paras suoja kuljetusvahinkoja vastaan on kunnollinen pakkaus sekä kuorman tuenta ja kiinnitys kuljetusvälineessä.

Tässä käsikirjassa annetaan kuorman tuennan ja sidonnan yleisohjeita, jotka ovat riittäviä normaaliolosuhteissa kuljetettaessa tavaraa maantiellä ja merellä.

Suomen ulkomaankaupan kuljetuksissa käytetään yleensä useampaa kuin yhtä kuljetusmuotoa. Olosuhteet eri kuljetusmuodoissa poikkeavat toisistaan ja siksi yhdessä kuljetusmuodossa hyväksyttävä lastin kiinnitys ei välttämättä riitä toisessa.

Kuorma on tuettava ja sidottava käytettävien kuljetusmuotojen vaatimusten mukaisesti.

Kansallisesti ja kansainvälisesti annetut säädökset määräävät kenen vastuulla tavaran kiinnitys eri kuljetusmuodoissa on. Säädöksissä on myös, varsin yleisellä tasolla, määritelty vaatimuksia siitä, mitä lastin kiinnitysten tulee kestää eri kuljetusmuodoissa. Vaatimukset on asetettu kunkin kuljetusmuodon ominaisuuksien mukaan.

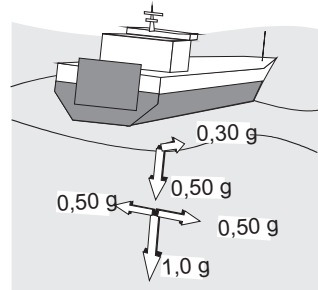
Rautatiekuljetuksille on olemassa sekä kansallisia että kansainvälisiä pakkaus- ja sidontamääräyksiä; vaadittavat toimet riippuvat siitä, missä ja millä kalustolla liikennöidään. Tässä käsikirjassa ei toisteta rautatieyhtiöiden omia ohjeita.

2. SÄÄNNÖT JA MÄÄRÄYKSET

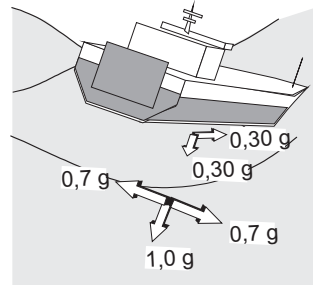
2.1 Merikuljetus

Merikuljetuksissa suurimmat lastiin vaikuttavat voimat seuraavat aluksen poikittaisesta keinunnasta. Koska keinuntakulmat voivat olla kymmeniä asteita, on kuormat tuettava ja sidottava riittävästi etenkin poikittaissuunnassa aina pahimpiin odotettavissa oleviin olosuhteisiin. Liikkeiden suuruus riippuu merialueesta, aluksesta ja säästä. Lastien kiinnitysvaatimuksista ja vastuusta merikuljetuksissa säädetään kansallisessa merilainsäädännössä. Lisäksi määräyksiä on kansainvälisissä konventioissa, jotka on useimmissa valtioissa liitetty osaksi kansallista lainsäädäntöä. Lastin kiinnitykseen merikuljetuksissa liittyviä ohjeita käsitellään mm. julkaisussa *IMO/ILO Guidelines for Packing Cargo in Freight Containers or Vehicles (MSC/circ 787)*.

Määräyksistä ja ohjeista voidaan todeta, että merikuljetuksissa **lastin kiinnitys lastiyksiköille on lastinantajan velvollisuus. Lastinantajan tulee varmistaa, että lastin tuenta kestää kaikki siihen kuljetuksen aikana kohdistuvat rasitukset.** Viranomaisten antamia yksiselitteisiä teknisiä vähimmäisvaatimuksia ei ole. **Rahdinkuljettajalla on velvollisuus tarkistaa kiinnitysten kunto ainoastaan silloin, kun on erityistä syytä epäillä, ettei lasti ole kunnolla kiinni.**



Itämeri



Pohjanmeri

2.2 Maantiekuljetus

Maantiekuljetuksessa voimakkaimmat poikittaiset liikkeet esiintyvät auton äkisti kääntyessä, ajettaessa epätasaisella tiellä sekä aina mahdollisissa onnettomuuksissa. Pitkittäiset voimat ovat suurimmillaan auton äkisti pysähtyessä esim. hätäjarrutuksessa. Koska ajonopeudet ovat korkeita, ovat voimat äkillisiä ja varsin suuria.

Huonokuntoisilla teillä ajettaessa alustan värinä aiheuttaa kuorman "ryömimistä" ja pehmeiden kuormien (jauheet ja ilmava kappaletavara) painumista. Näistä seuraa sidosten löystymistä ja kuorman hidasta siirtymistä, joten kuorman sidonta on tarkastettava kohtuullisin väliajoin, esimerkiksi taukojen yhteydessä.

Raakapuuta metsästä ajettaessa kuorman painuminen ja sidosten löystyminen on väistämätöntä, joten sidosten kiristäminen matkan aikana on ehdottoman tärkeää.

Suomen kansalliset määräykset perustuvat tieliikennelakiin. Yksityiskohtaiset määräykset kuorman tuennasta ja sidonnasta tieliikenteessä annetaan asetuksessa ajoneuvojen käytöstä tiellä (1257/92) ja asetuksessa edellisen muuttamisesta (670/1997). Seuraavassa eräitä lainauksia maantiekuljetuksia koskevista määräyksistä:

Asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä N:o 1257/1992

45. §; Tavarakuljetus; 1. ja 2. momentti

1. Ajoneuvoa ei saa siten kuormata, että kuorma sivusuunnassa ulottuu ajoneuvon korin tai kuormatilan ulkopuolelle, eikä niin, että ajoneuvolle tiellä sallittu korkeus ylittyy. Kuorma ei saa ylittää ajoneuvon etuakselin kohdalta mitattua leveyttä enempää kuin 0,35 metriä. Tämän momentin rajoituksia ei kuitenkaan sovelleta veneen kuljetukseen.

2. Kuorma saa ajoneuvolle tai ajoneuvoyhdistelmälle tiellä sallitun pituuden rajoissa ulottua ajoneuvon edessä enintään yhden metrin ja takana enintään kaksi metriä ajoneuvon uloimman osan ulkopuolelle.

47. § Kuorman varmistaminen

1. Kuorma ei saa kuormakorissa siirtyä siten, että se voi haitata ajoneuvon liikenneturvallista käyttöä. Kuorma ei saa oleellisesti liikkua kuormakoriin nähden, kun kuormaan vaikuttaa eteenpäin voima, joka vastaa kiihtyvyyttä 10 m/s^2 , tai sivulle tai taaksepäin voima, joka vastaa kiihtyvyyttä 5 m/s^2 .

2. Kuorman varmistamiseksi tulee käyttää kuorman tuentaa, sitomista, lukitsemista tai peittämistä. Kuorman varmistuksen lujutta määritettäessä saa kitkan tarjoaman pidätyskyvyn ottaa huomioon.

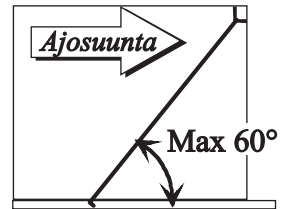
3. Kuorma on suojattava kuormapeitteellä, jos on vaara, että kuorma pölyää tai varisee tielle ajoviiman vaikutuksesta.

48. § Kuorman sitominen

1. Kuorman eteenpäin liikkumisen estävän sitomisvälineen on

oltava mahdollisimman vaakasuorassa, eikä se ilman erityistä syytä saa olla yli 60° kulmassa vaakatasoon nähden. Sitomisväline ei saa olla ajoneuvon tai kuorman terävää reunaa vasten.

2. Sitomisvälineiden tulee olla kunnollisesti jännitettyjä, ja niiden jännitys on tarvittaessa tarkastettava

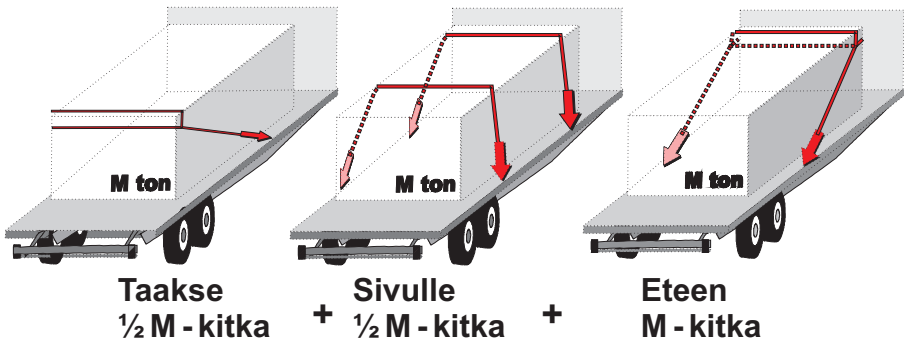


kuljetuksen kestäessä. Yksittäisen siteen tai kiinnittimen irtoaminen, vaurioituminen tai löystyminen ei saa heikentää muuta kuorman sidontaa. Sitomisvälineen kiristyslaite on sijoitettava siten, ettei se lisää ajoneuvon leveyttä.

3. Kuljetettaessa puu- tai muuta vastaavaa pitkää tavaraa se on sidottava ajoneuvon alustaan tai kuormakoriin vähintään yhdellä sidoksella. Jos kuljetettavan tavaran nimellispituus on suurempi kuin kolme metriä, on käytettävä vähintään kahta sidosta. Jos kuljetettava esine tai tavaraniippu on tuettu sivutolppia vasten, sen tulee nojata vähintään kahteen saman sivun pystytolppaan.

4. Kontti, jota ei voida lukita konttilukoilla, on sidottava vähintään neljällä sidoksella ylä- tai alakulmakiinnittimistä sekä tarvittaessa tuettava kuormakoriin.

5. Kuorman liikkumista eteenpäin estävien sidosten nimellislujuuksien summan kuormatilan molemmilta puolilta yhteen laskettuna on oltava vähintään kuorman painon suuruinen sekä sivulle ja taaksepäin vähintään puolet kuorman painosta, jollei kuorman tuenta ja kitka kuorman ja kuormatilan pohjan välillä tai kuorman laatu salli pienempää sidonnan lujuutta.



49. § Kuorman merkitseminen

1. Milloin kuorma ulottuu edessä ajoneuvon ääriiviivan ulkopuolelle tai takana yli yhden metrin ääriiviivan ulkopuolelle, on kuorman uloin osa selvästi merkittävä. Merkintään on käytettävä punaista tai punakeltaista vähintään 300 mm x 300 mm suuruista merkkilippua.

2. Pimeän tai hämärän aikana tahi muulloinkin sääolosuhteiden taikka vastaavan syyn sitä edellyttäessä on kuormanulokkeen merkintään käytettävä edessä valkoista valoa eteenpäin näyttävää valaisinta ja valkoista heijastinta sekä takana punaista valoa taaksepäin näyttävää valaisinta ja punaista heijastinta.

Asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä annetun asetuksen muuttamisesta

N:o 670/1997

46. § Kuorman sijoittaminen

1. Kuormasta on tehtävä mahdollisimman matala yhtenäinen kokonaisuus. Kuorman painopisteen tulee olla mahdollisimman alhaalla ja lähellä ajoneuvon pituussuuntaista keskiviivaa.

2. Kuorma tulee mahdollisuuksien mukaan tukea tavaratilan etupäätyä vasten. Kuormassa olevien esineiden terävät osat on suunnattava taaksepäin.

3. Suurimmalta rekisteröinnissä ja käytössä sallitulta massaltaan yli 3,5 tonnin vetoajoneuvoon kytketty keskiakseliperävaunu on kuormattava siten, että enintään pienempi seuraavista arvoista kuormittaa pystysuunnassa vetoajoneuvoa tai perävaunua, johon keskiakseliperävaunu on kytketty: 10 prosenttia perävaunun kytkentämassasta tai 1 000 kg. Suurimmalta rekisteröinnissä ja käytössä sallitulta massaltaan enintään 3,5 tonnin vetoajoneuvoon kytketty keskiakseliperävaunu on kuormattava siten, että enintään suurempi seuraavista massoista kuormittaa pystysuunnassa vetoajoneuvoa: 4 prosenttia perävaunun kytkentämassasta tai 25 kg.

// Kolmas momentti tarkoittaa että enintään 3,5 tonnin vetoajoneuvoon kytketystä keskiakseliperävaunusta aina vähintään 25 kg kuorma kohdistuu vetokoukkuun (tekijän huom.)//

4. Vetoautoon tai vetävään perävaunuun kohdistuva pystykuorma ei kuitenkaan saa ylittää autolle, perävaunulle tai vetolaitteelle hyväksytyä arvoa, alimman näistä ollessa määräävä.

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

6 § Etupäädyn tai ohjaamon suojan lujuus

Etupäädyn ja ohjaamon suojan tulee murtumatta ja repeämättä kestää päädyn tai suojan alalle tasaisesti jakautunut eteenpäin suunnattu kuormitus, jonka suuruus on:

1) umpinaisella kuormakorilla varustetussa ajoneuvossa, jonka kuormatila liittyy välittömästi ohjaamon rakenteeseen, vähintään 15 prosenttia ajoneuvolle tai kuormakorille sallitusta kantavuudesta, kuitenkin vähintään 5 kN ja enintään 30 kN;

2) muussa ajoneuvossa vähintään kolmannes ajoneuvolle sallitusta kantavuudesta, kuitenkin enintään 60 kN.

(vastaa 6000 kg x g, tekijän huom.)

3) vaihtokuormakorissa vähintään kolmannes valmistajan korille sallimasta kuormituksesta, kuitenkin enintään 60 kN.

ISO- tai vastaavan kansallisen standardin mukaisen kontin etupäädyn ei tarvitse täyttää 1. momentin vaatimuksia.

Kansainvälinen ISO-konttistandardi (ISO 1496) ja Eurooppalainen standardi vaihtokorien testauksesta (SFS-EN 283: 1991) määrittävät kontin ja vaihtokorin seinien lujuuksista:

	Umpikontti	Vaihtokori
Pääty, tasaista kuormaa	$M \cdot 0,4$	$M \cdot 0,4$
Sivu, tasaista kuormaa	$M \cdot 0,6$	$M \cdot 0,3$

Yksikön päädyistä saatava tuki on siis enintään:

Esim 20' 20 ton kontti $20 \cdot 0,4 = 8$ ton tasaista kuormaa

Esim 40' 26,5 ton kontti $26,5 \cdot 0,4 = 10,6$ ton tasaista kuormaa

Yksikön sivusta saatava tuki on siis enintään

Esim 20' 20 ton kontti $20 \cdot 0,6 = 12$ ton tasaista kuormaa

Esim 40' 26,5 ton kontti $26,5 \cdot 0,6 = 15,9$ ton tasaista kuormaa

Etupäädyn ja sivun tuki voidaan laskea hyödyksi vain kun kuorma on siihen välittömästi tuettu. Kuorman tulee jakautua riittävän suurelle alalle etupäätystä vasten.

Liikenneministeriön päätös ajoneuvojen kuormakoreista, kuormaamisesta ja kuorman kiinnittämisestä annetun liikenneministeriön päätöksen muuttamisesta N:o 790/1989

8 § Kiinnityspisteiden nimellislujuus

Kuormakorissa olevien kiinnityspisteiden nimellislujuuksien tulee olla vähintään seuraavat:

Ajoneuvon tai kuorma-korin kantavuus	Lattiarakenteessa oleva kiinnityspiste	Umpinaisen kuormakorin seinärakenteessa oleva kiinnityspiste
Alle 3,5t	5kN	2,5kN
3,5-6,0t	10kN	5,0kN
Yli 6,0t	20kN	5,0kN

-siis kantavuudeltaan yli 6 tonnin ajoneuvon tai kuormakorin lattiassa olevalle kiinnityspisteelle nimellislujuus on vähintään 2 tonnia x 1 g, 1 g = maan vetovoima

2.3 Vaarallisten aineiden kuljetus

Suomessa vaarallisten aineiden kuljetuksesta määräävät mm.

-Laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta N:o 719/1994

-Asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta tiellä N:o 632/1996

-Asetus vaarallisten aineiden kuljettajien ajoluvasta annetun asetuksen muuttamisesta N:o 1051/1996

-Asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta rautatiellä N:o 674/1997

Ulkomaanliikenteessä käytössä ovat ADR- (maantiellä) ja IMDG- (merellä) sekä RID- (rautatiellä) määräykset.

SEURAAVASSA ERÄITÄ LAINAUKSIA SÄÄDÖKSISTÄ. Lainaus ei ole kattava, vaan ainoastaan viittaus eräisiin huomioon otettaviin tekijöihin

Laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta (719/1994)

3. luku Velvollisuudet ja vaatimukset

8. § Lähettäjän yleiset velvollisuudet

Lähettäjä, merikuljetuksissa laivaaja, on vastuussa, että kuljetettavaksi jätetty vaarallinen aine on luokiteltu, pakattu ja pakkaus merkitty sekä jätetty kuljetettavaksi tämän lain ja sen nojalla annettujen säännösten ja määräysten mukaisesti. Lähettäjä, merikuljetuksissa laivaaja, on vastuussa siitä, että vaarallisen aineen nimi, luokitus sekä muut vaaditut tiedot tulevat oikein merkityiksi kuljetusasiakirjoihin. Kuljetusasiakirjat on toimitettava kuljetuksen suorittajalle siten kuin siitä asetuksella tai sen nojalla annettavilla määräyksillä säädetään. Kuljetusasiakirjoista ja niihin liittyvistä toimenpiteistä voidaan asetuksella antaa tarkempia säännöksiä.

9. § Kuljetuksen suorittajan velvollisuudet tiekuljetuksissa

Kuljetuksen suorittajan on huolehdittava siitä, että vaarallisen aineen kuljetukseen käytettävää ajoneuvoa voidaan tähän tehtävään käyttää ja että ajoneuvo on asianmukaisesti miehitetty. Kuljetuksen suorittajan on aina huolehdittava siitä, että ajoneuvon kuljettaja riittävässä määrin tuntee kysymyksessä olevien vaarallisten aineiden kuljettamista koskevat säännökset ja määräykset.

10. § Kuljettajan velvollisuudet tiekuljetuksissa

Kuljettajan on ennen matkan alkamista varmistauduttava siitä, että ajoneuvo vastaa kysymyksessä olevaa kuljetusta sekä on asianmukaisesti miehitetty ja kuormattu, sekä huolehdittava, että kuljetus suoritetaan voimassa olevien säännösten ja määräysten mukaisesti.

11. § Muut velvollisuudet

Vaarallisten aineiden kuljetukseen liittyvien eri osapuolten muista kuin 8-10 §:ssä mainituista velvollisuuksista voidaan antaa tarkempia säännöksiä asetuksella ja sen nojalla päätöksellä.

12. § Henkilöstön pätevyys

Kuljettajalla, joka kuljettaa vaarallisia aineita tiellä, on oltava ajokortin lisäksi vaarallisten aineiden kuljettamiseen oikeuttava ajolupa, siten kuin siitä asetuksella tarkemmin säädetään. Vaarallisten aineiden rautatiekuljetukseen osallistuvalla henkilöllä on oltava tehtävän edellyttämä pätevyys, siten kuin siitä asetuksella tarkemmin säädetään. Vaarallisten aineiden kuljetuksista vastaavalla henkilöllä on oltava tehtävän edellyttämä pätevyys, siten kuin siitä asetuksella tarkemmin säädetään. Yrityksen satama-alueella ja lentopaikalla vaarallisten aineiden kuljetuksista vastaavan henkilön pätevyydestä voidaan säätää asetuksella.

13. § Vaarallisten aineiden kuljetuksiin liittyvät yleiset vaatimukset

Vaarallinen aine on pakattava siten, että se pysyy kuljetuksen ajan pakkauksessa. Kollin pinnalla ei saa olla vaarallista ainetta. Vaarallisten aineiden kuljetusten rajoittamisesta tietyllä alueella voidaan säätää asetuksella. Vaarallisten aineiden kuljetuksiin liittyvistä teknisistä yksityiskohdista samoin kuin vaarallisten aineiden kuljetuksiin liittyvistä ilmoituksista säädetään asetuksella. Satama-alueella ja lentopaikalla siirron yhteydessä tapahtuvasta vaarallisten aineiden yhteenkuormauksesta ja satama-alueella rautatievaunujen siirtämisestä sekä vaarallisten aineiden tilapäisestä säilytyksestä terminaalissa voidaan säätää asetuksella. Lentotoiminnan polttoainesiirtoihin lentopaikalla käytettävien erikoisajoneuvojen säiliöiden rakenteesta, varustuksesta, tarkastuksista ja niihin liittyvistä merkinnöistä voidaan säätää asetuksella.

4. luku Kiellot

14. § Yleinen kuljetuskielto

Jollei vaarallinen aine ole luokiteltu, pakattu ja merkitty tässä laissa ja sen nojalla annettavissa säännöksissä tai määräyksissä tarkoitetulla tavalla tai jollei siitä ole annettu säädettyjä kuljetusasiakirjoja taikka jos vaarallisen aineen kuljettamiseen tarkoitettu pakkaus tai kuljetussäiliö on vaurioitunut, sen kuljettaminen on kielletty.

Asetus vaarallisten aineiden kuljetuksesta tiellä (632/1996)

Jos vaarallisten aineiden kuljetus alkaa, suoritetaan tai päättyy muualla kuin Suomessa, sovelletaan vaarallisten aineiden tiekuljetukseen Suomessa joko tätä asetusta tai vaarallisten tavaroiden kansainvälisistä tiekuljetuksista tehtyä eurooppalaista sopimusta (SopS 23/79), jäljempänä ADR-sopimus. Vaarallisten aineiden kuljetusreittien osalta noudatetaan kuitenkin aina lisäksi tätä asetusta.

2. luku Pakkaukset

4. § Pakkauksen rakenne

Vaarallinen aine on pakattava kuljetusta varten tämän asetuksen ja asianomaisen ministeriön määräysten mukaisesti pakkauksiin. Niiden pakkauksen osien, jotka joutuvat suoraan kosketukseen vaarallisten aineiden kanssa, tulee olla sellaisia, että ne kestävät kuljetettavan vaarallisen aineen kemiallisen ja mahdollisen muun vaikutuksen. Näissä pakkauksen osissa ei saa käyttää sellaisia aineita, jotka voivat reagoida sisällön kanssa vaarallisesti, muodostaa sisällön kanssa vaarallisia yhdisteitä tai heikentää merkittävästi pakkausta. Pakkauksen tulee kestää sisällöstä mahdollisesti aiheutuvat paineen vaihtelut. Tarvittaessa on käytettävä sopivia paineentasauslaitteita.

5. § Yhteenpakkaaminen

Asianomaisen ministeriön määräämissä tapauksissa saa erilaisia vaarallisia aineita sisältäviä sisäpakkauksia pakata yhdeksi kolliksi. Sisäpakkaukset on erotettava ulkopakkauksessa huolellisesti ja tehokkaasti toisistaan, jos sisäpakkauksen vahingoittuessa vaaralliset reaktiot kuten lämmöntuotto tai palaminen taikka hankauksen tai iskun yhteydessä herkkien seosten taikka palavien tai myrkyllisten kaasujen muodostuminen ovat mahdollisia.

6. § Tyhjät pakkaukset

Puhdistamattomat tyhjät pakkaukset, säiliöt, irrotettavat säiliöt, säiliövaihtokorit, astiayhdistelmät ja säiliökontit on suljettava samalla tavalla ja yhtä tiiviisti kuin täydet pakkaukset.

7. § Kollin merkitseminen

Lähetäjän on varustettava kuljetettavaksi jättämänsä kolli määräysten mukaisilla merkinnöillä ja lipukkeilla. Jos kolli sisältää useampia vaarallisia aineita, on kollissa oltava jokaista siinä olevaa vaarallista ainetta koskevat merkinnät ja varoituslipukkeet. Tyhjiä puhdistamattomia pakkauksia sisältävät kollit on varustettava samoilla varoituslipukkeilla kuin täydet pakkaukset.

8. § Lisäpäälly

Kollin saa pakata erilliseen lisäpäällykseen, joka ei kuitenkaan saa olla ristiriidassa kuljetettavaa ainetta koskevien pakkaussäännösten ja -määräysten kanssa. Lisäpäällyksessä on oltava määräysten mukaiset kollin merkinnät ja varoituslipukkeet.

9. § Pakkausten hyväksyminen

Asianomainen ministeriö määrää, milloin aine on kuljetettava tyyppihyväksytyssä pakkauksessa. Tällöin pakkauksen on oltava turvatekniikan keskuksen tai turvatekniikan keskuksen valtuuttaman yhteisön hyväksymä tai muun ADR-määräysten tai kansainvälisiä rautatiekuljetuksia koskevan yleissopimuksen (SopS 5/85; COTIF) liitteen B (CIM) liitteenä olevissa vaarallisia aineita koskevissa RID-määräyksissä tarkoitetun toimivaltaisen viranomaisen tai tämän valtuuttaman yhteisön hyväksymä siten kuin asianomainen ministeriö tarkemmin määrää. Tyyppihyväksytyyn muovipakkauksen sallittu käyttöaika, joka lasketaan pakkauksen valmistuspäivämäärästä, on viisi vuotta. Käyttöaika voi olla viittä vuotta lyhyempikin, jos asianomainen ministeriö niin määrää. Pakkaustyyppit on testattava turvatekniikan keskuksen hyväksymässä laboratoriossa. Radioaktiivisten aineiden pakkausten osalta toimivaltainen viranomainen on turvatekniikan keskuksen sijaan säteilyturvakeskus siten kuin asianomainen ministeriö tarkemmin määrää.

Vaarallisten aineiden pakkauksista säädetään myös Valtioneuvoston päätöksessä alusten lastauksessa ja purkamisessa noudatettavista järjestysohjeista (915/1985)

71. § Pakkaukset

Vaarallinen aine on pakattava siten, ettei pakkaus työn aikana aukea tai höllenny ja että se kestää kuljetuksessa tavallisesti ilmenevät rasitukset. Pienikokoiset pakkaukset on tarvittaessa koottava sellaisiksi yksiköiksi, että niiden merkitseminen ja turvallinen koneellinen käsittely on mahdollista. Pakkauksen on oltava sellaista ainetta, ettei kuljetettava aine vahingoita sitä eikä muodosta sen kanssa vahingollisia tai vaarallisia yhdisteitä. Kuljetettavan aineen pakkauksen on kestettävä sisällöstä mahdollisesti aiheutuvat paineen vaihtelut. Tarvittaessa on käytettävä sopivia paineentasauslaitteita.

MERILAKI (674/1994)

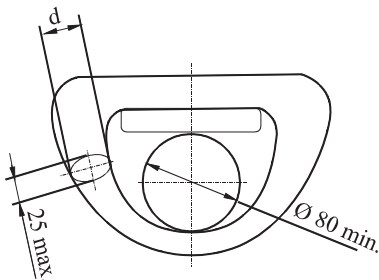
41. § Vaarallinen tavara

Jos lastinantaja on luovuttanut rahdinkuljettajalle tai alirahdinkuljettajalle vaarallista tavaraa ilmoittamatta 7. §:n mukaisesti tavarän vaarallisesta laadusta ja tarpeellisista turvallisuustoimenpiteistä ja jollei sillä, joka vastaanottaa tavarän, ole muutoinkaan tietoa sen vaarallisesta laadusta, lastinantaja on vastuussa rahdinkuljettajalle ja jokaiselle alirahdinkuljettajalle kustannuksista ja muusta vahingosta, joka syntyy tällaisen tavarän kuljetuksesta. Rahdinkuljettaja tai alirahdinkuljettaja saa tällaisessa tapauksessa olosuhteiden mukaan purkaa, tehdä vaarattomaksi tai hävittää tavarän ilman vahingonkorvausvelvollisuutta. Se, joka on ottanut tavarän huostaansa tietäen sen vaarallisen laadun, ei kuitenkaan voi vedota 1. momentin säännöksiin. Tavarän, joka osoittautuu vaaralliseksi henkilöille tai omaisuudelle, voi rahdinkuljettaja olosuhteiden mukaan purkaa, tehdä vaarattomaksi tai hävittää ilman vahingonkorvausvelvollisuutta.

2.4 Maantieyksiköiden kuljetus meritse

Kuljetettavien yksiköiden oltava asianmukaisesti sidottu ja niissä on oltava kunnolliset sidottaessa autoja ja perävaunuja roro-aluksilla on niiden kuormanpisteet ajoneuvon kiinnittämiseksi alukseen. Koska ajoneuvon puutteellisesti kiinnitetty lasti voi vaarantaa matkustajien, miehistön, aluksen ja lastin turvallisuuden, voi aluksen päällystö merilain perusteella kieltäytyä sellaisen lastin kuljetuksesta.

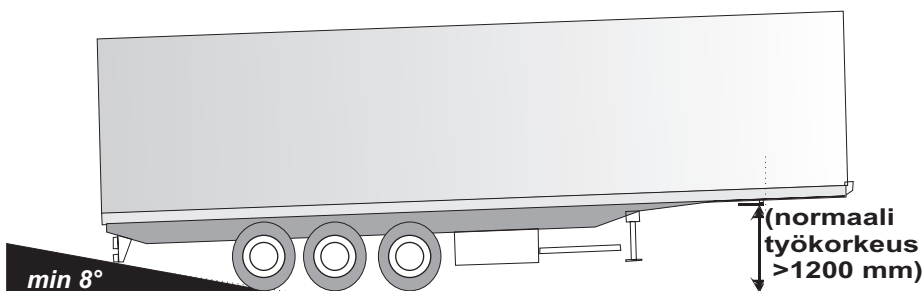
Ajoneuvojen kiinnitykseen käytetään ketjuja ja vöitä, joiden päässä on sidonta-pisteeseen kiinnitettävä koukku. Ohjeet sitomis-pisteiden sijoituksesta sekä niiden lujuus-vaatimukset annetaan standardissa ISO 9367:1994 / SFS-EN 29367



ISO 9367:1994 mukainen puoliperävaunun sitomis-piste eli surrauslenkki

Roro-aluksissa kuljetettavat puoliperävaunut:

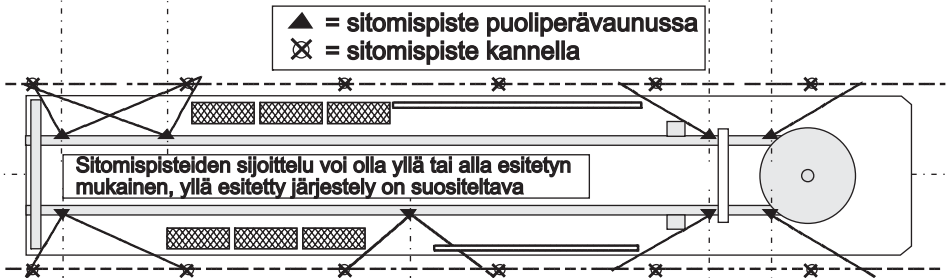
Koska puoliperävaunu lastataan alukseen sen ramppeja pitkin, on perän alla olevien rakenteiden sallittava kuvan mukainen ajo rampin alapäässä.



Pukki, jonka varassa puoliperävaunun keula lepää merimatkan aikana, sijoitetaan noin 1,3 metriä vetotapista taakse. Vaunun pohjan tulee kestää pukista kohdistuva kuorma.

Sitomispisteiden lukumäärä ajoneuvon kummallakin sivulla tulee olla sama.

Puoliperävaunut, joiden kokonaismassa on 20 t .. 40 t tulee varustaa vähintään neljällä parilla sitomispisteitä. Kokonaismassaltaan edellistä pienemmät tai suuremmat puoliperävaunut tulee varustaa sopivalla määrällä sitomispisteitä.



Roro-aluksissa kuljetettavissa rekoissa

Sitomispisteiden lukumäärän ajoneuvon kummallakin sivulla tulee olla sama. Allaolevassa taulukossa on annettu vaadittava kiinnityspisteiden lukumäärä ja kiinnityspisteen testikuorma.

Suurin sallittu Kokonaismassa	Kiinnityspisteiden lukumäärä ajoneuvon sivulla		Testikuorma $F = \frac{1,2}{n} \frac{M}{g}$ n=kiinnityspisteiden lukumäärä sivulla
	Min	Max	
3,5 t < M < 20 t	2	6	
20 t < M < 30 t	3	6	
30 t < M < 40 t	4	6	

2.5 Rautatiekuljetus

Rautateillä kuormaan vaikuttavat huomattavasti maantie- ja merikuljetuksia suuremmat pitkittäiset voimat sekä voimakas värinä.

Rautatiekuljetuksissa kotimaan liikenteessä tulee tavarankuormauksessa ja varmistamisessa noudattaa VR Osakeyhtiön "Tavarankuormausohjeet TKO" (VR2653) määräyksiä. Ulkomaille tapahtuvassa rautatiekuljetuksessa tulee noudattaa asiakirjan "Sopimus tavaravaunujen keskinäisestä käytöstä (RIV)" kuormausohjeita.

Rautatiekuljetuksissa Venäjälle noudatetaan "Määräyksiä SNTL:n ja Suomen välisessä suorassa rautatieyhdyksessä kuljetettavien tavaroiden kuormauksesta ja kiinnittämisestä", VR-julkaisu 4777.

3. LASTAUS JA LASTIN KIINNITYS

3.1 Lastauksen suunnittelu

Lastauksen ennakkosuunnittelulla varmistetaan tavaran tehokas ja turvallinen kuljetus ja voidaan saada aikaan suuriakin kustannussäästöjä. Suunnittelussa tärkeintä on valita lastille sopiva kuljetusyksikkö. Alustan tulee olla sellainen, että se kestää kuorman aiheuttamat rasitukset. Yksikössä tulee olla käyttötarkoitukseen sopivat kiinnitysvarusteet.

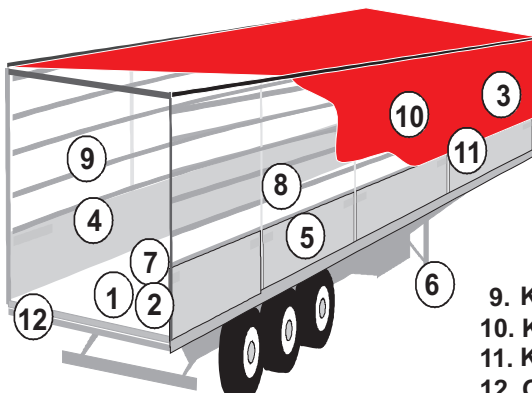
Kuljetettaessa tavaraa samassa yksikössä eri kuljetusmuodoissa huomioidaan kuormauksessa ja tuennassa eri kuljetusmuotojen kiinnitykselle ja tuennalle aiheuttamat erityyppiset rasitukset.

Suljettuihin yksiköihin, esimerkiksi umpikontteihin tavaraa kuormattaessa tulee suunnittelussa kiinnittää erityistä huomiota siihen, että kuorma tukeutuu tasaisesti yksikön seiniin, eikä tavarakollien väliin jää tyhjää tilaa. Jos kuormausta ei voida tehdä siten että tavara täyttää yksikön laidasta laitaan ja päästä päähän, tulee kuorma tukea tehokkaasti tavaran liikkumisen estämiseksi.

3.2 Yksikön tarkastus

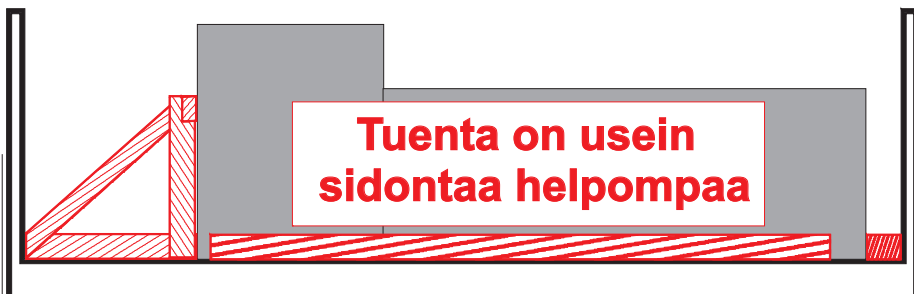
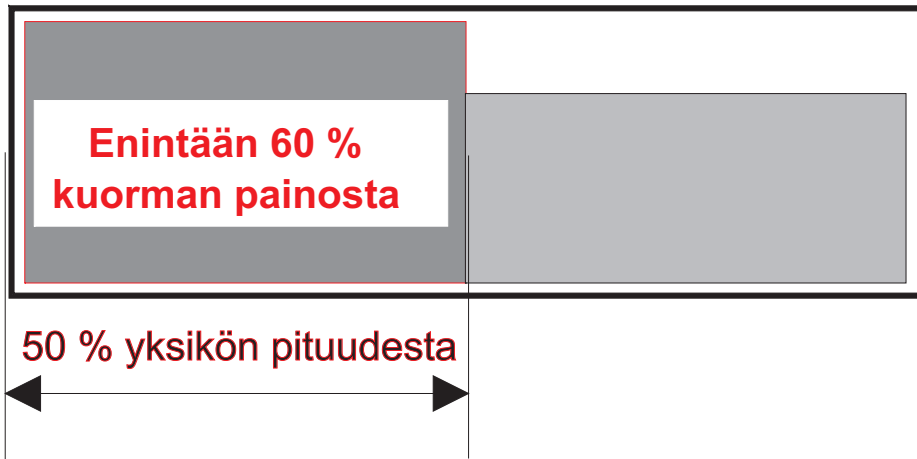
Yksikkö tulee tarkastaa ennen lastausta.

Esimerkiksi puoliperävaunun lastitilasta tulee ennen kuormausta tarkastaa, että



1. Vaunu puhdas ja hajuton
2. Lattia kunnossa
3. Etupääty ehjä
4. Laidat ehjät
5. Laitojen lukitukset ehjät
6. Tukijalat vauriottomat ja toimivat
7. Lastinkiinnitysvarusteet ehjät ja käyttökelpoiset
8. Kapellin tuet ehjät
9. Kapellilatat paikoillaan ja ehjät
10. Kapelli ehjä
11. Kapellin kiinnitys toimii
12. Ovet toimivat moitteettomasti

3.3 Yksikön painojakauma



**Ajoneuvojen akselipainot edellyttävät
kuorman oikeaa painojakaumaa!**

3.4 Lastiin vaikuttavat voimat ja kuorman siirtyminen

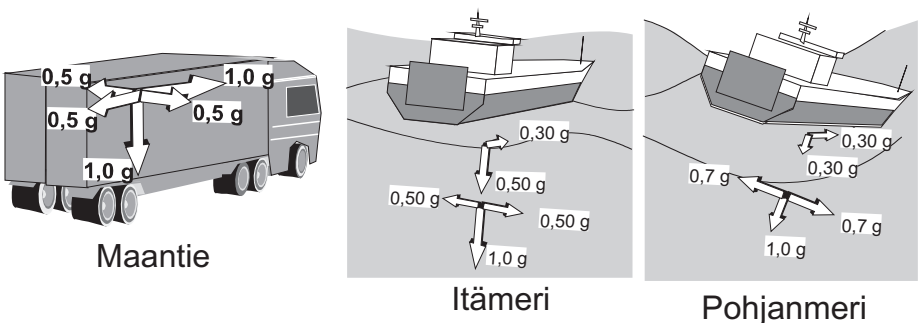
Kuljetuksen aikana kuormaan kohdistuu sen massan kiihtyvyydestä johtuvia eri suuruisia ja eri suuntaisia voimia. Lisäksi massaan vaikuttaa maan vetovoima, joka vastaa putoamiskiihtyvyyttä yksi g ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$). Tässä käsikirjassa voimia kuvataan g-arvolla.

Seuraavat kiihtyvyydet on annettu putoamiskiihtyvyyden g kerrannaisina
 Putoamiskiihtyvyyden ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$) arvo sisältyy lukuihin

kiihtyvyys	eteen	taakse	samalla alas	poikittain	samalla alas
Maantie	1,00 x g	0,50 x g	1,00 x g	0,50 x g	1,00 x g
Itämeri	0,30 x g	0,30 x g	0,50 x g	0,50 x g	1,00 x g
Pohjanmeri	0,30 x g	0,30 x g <td>0,30 x g</td> <td>0,70 x g</td> <td>1,00 x g</td>	0,30 x g	0,70 x g	1,00 x g

Taulukko 1 Kuljetusmuodoille käytetyt kiihtyvyyсарvot

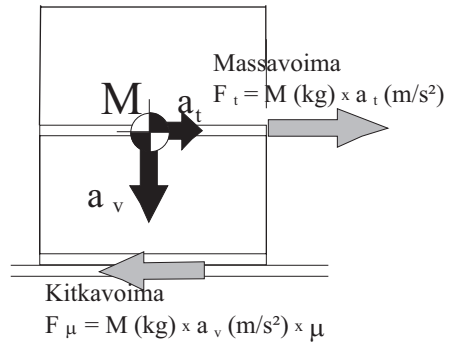
Julkaisusta "IMO/ILO Guidelines for Packing Cargo in Freight Containers or Vehicles (MSC/circ 787)"



Koska Itämerellä ja maantiellä poikittain ja samalla alas vaikuttavat kiihtyvyydet ovat yhtäsuuret, riittää poikittaissuunnassa vain toisen tarkastelu.

3.4.1 Liukuminen

Kappale liikuu alustallaan, kun liukumista estävä voima on kiihtyvyydestä aiheutuvaa massavoimaa pienempi. Kiihtyvyys johtuu nopeuden muutoksesta, kääntymisestä tai kallistuksesta.



Liukumista estävät voimat ovat kitkavoima sekä sidoksista ja tuennasta kappaleeseen kohdistuvat tukivoimat. Kitka riippuu molempien vastakkain olevien pintojen materiaalista. Materiaaliparin välistä kitkaa kuvataan kitkakertoimella μ .

Kitkakerroin (μ) x massa (M) x pintaa vasten kohtisuora kiihtyvyys (a) = pinnan suuntainen kitkavoima (F_m) [$\text{kg m/s}^2 = \text{N}$]

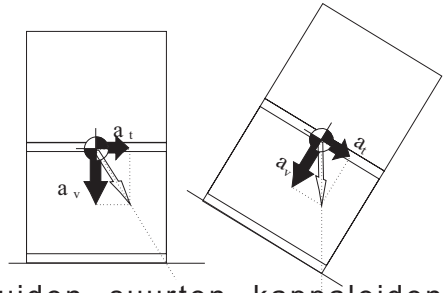
Kitkan suuruutta ei pidä yliarvioida. Öljyinen tai likainen pinta voi olla hyvinkin liukas.

Materiaalipari	Kuiva, puhdas	Kostea, epäpuhdas	Luminen, jäinen
Metalli - Metall	0,30	0,20	0,10
Puu - Puu	0,30	0,30	0,20
Puu - Metall	0,30	0,30	0,10
Puu - Betoni, kivi	0,40	0,40	0,30
Puu - Kitkavaneri	0,40	0,40	0,30
Metalli - Betoni	0,30	0,20	0,10
Puu - Kumi	0,40	0,30	0,20
Metalli - Kumi	0,40	0,20	0,10

Taulukko 2. Kitkakertoimia pinnoille

3.4.2 Kaatuminen

Sidontatarve kuorman kaatumista vastaan tarkastetaan jokaiselle lastitornille. Korkea torni kaatuu herkemmin kuin yksittäinen matalampi kappale. Painopisteen paikka on tasaisessa kuormassa kappaleen keskellä, esim.



paperirullat. Koneiden ja muiden suurten kappaleiden painopistekorkeus voi olla korkeammallakin.

Sitomattoman kappaleen herkkyyks kaatua riippuu suoraan tukevan ja kallistavan momentin erotuksesta.

Esimerkki poikittaisesta liukumisesta ja kaatumisesta

Massaltaan 1000 kg 1 m korkeita puupohjaisia palleja kitkavanerilavalla 2 kpl päällekkäin. Kitkakerroin $\mu = 0,40$ (Taulukko 2 sivulla 17), pallein mitat 1,2 m leveä x 1 m pitkä. Tornin massa (M) 2 kpl x 1000 kg. Kuljetusmuodon kiihtyvyyssarvot a saadaan taulukosta 1 sivulla 16.

Liukuminen

	Maantie ja Itämeri a (alas) 1, a (sivulle) 0,5	Pohjanmeri a (alas) 1, a (sivulle) 0,7
Kitkavoima = $\mu \cdot M \cdot g \cdot a$ (alas)	$0,4 \cdot 2000\text{kg} \cdot g \cdot 1\text{m/s}^2$	$0,4 \cdot 2000\text{kg} \cdot g \cdot 1\text{m/s}^2$
Massavoima = $M \cdot g \cdot a$ (poikittain)	$2000\text{kg} \cdot g \cdot 0,50\text{m/s}^2$	$2000\text{kg} \cdot g \cdot 0,70\text{m/s}^2$
Kitkavoima - massavoima	$= - 0,1 \cdot 2000\text{kg} \cdot g$	$= - 0,3 \cdot 2000\text{kg} \cdot g$
	$= - 200\text{ kg} \cdot g$ tarvitaan 200 kg tuki	$= - 600\text{ kg} \cdot g$ tarvitaan 600 kg tuki

Kaatuminen

Painopistekorkeus $H_{pp} = 2\text{ kpl} \times \text{korkeus} / 2 = 2 \times 1\text{m} / 2 = 1\text{ m}$

	Maantie ja Itämeri a (alas) 1, a (sivulle) 0,5	Pohjanmeri a (alas) 1, a (sivulle) 0,7
Tukeva momentti = $\text{Leveys} / 2 \cdot M \cdot g \cdot a$ (alas)	$1,2\text{ m} / 2 \cdot 2000\text{ kg} \cdot g \cdot 1$	$1,2 / 2 \cdot 2000 \cdot g \cdot 1$
Kaatava momentti = $H_{pp} \cdot M \cdot g \cdot a$ (poikittain)	$1\text{ m} \cdot 2000\text{ kg} \cdot g \cdot 0,5$	$1\text{ m} \cdot 2000\text{ kg} \cdot g \cdot 0,7$
Tukeva momentti - Kaatava momentti	$1,2 / 2 \cdot 2000 \cdot g \cdot 1$ $- 1 \cdot 2000 \cdot g \cdot 0,5$	$1,2 / 2 \cdot 2000 \cdot g \cdot 1$ $- 1 \cdot 2000 \cdot g \cdot 0,7$
	$200 \cdot g \cdot \text{kgm}$	$- 200 \cdot g \cdot \text{kgm}$
	> 0 , Tornin pysyy pystyssä	< 0 , Tukematon torni ei pysy pystyssä

-merkinen tulos tarkoittaa, ettei tukematon ja sitomaton torni pysy pystyssä.

4. SIDONTA JA TUENTAVÄLINEET

SIDONTAVÄLINEIDEN KÄYTÖSSÄ HUOMIOITAVIA SEIKKOJA

Sidontavälineen valinnassa ja käytössä on otettava huomioon vaadittava sidontavoima, tapa, jolla kuorma tulee sitoa sekä kuorman laatu.

Kuorman koko, muoto ja paino sekä kuljetuksen olosuhteet vaikuttavat oikean sidontavälineen valintaan.

Sidontavälineiden on oltava riittävän vahvoja ja oikean pituisia valittuun sidontatapaan. Lastaustapa ja sidonta on syytä suunnitella etukäteen. On huomioitava, että kuorma voidaan purkaa osissa eri purkauspisteisiin. On varmistettava, että sopivia sidontavälineitä on käytettävissä tarpeeksi.

Johtuen sidontavälineiden erilaisista mekaanisista ominaisuuksista ja venymästä (esim. kettinki ja sidontavyö), erityyppisiä sidontavälineitä ei saa käyttää samassa kuormassa.

Sidontavälineet on otettava pois käytöstä jos:

- vyössä on repeytymiä, viiltoja, hankaumia ja yli 10 % kantavista langoista on poikki tai ompeleet ovat vahingoittuneet.
- mikäli käytettävissä metallipäätteissä on havaittavissa muodonmuutoksia, kulumia tai ruostumista.

Korjauksia saa tehdä vain valmistajan valtuutuksella. Ainoastaan etiketillä varustettuja sidontavälineitä saa korjata. Korjauksen jälkeen on sidontavälineen vastattava alkuperäisen sidontavälineen vaatimuksia. Mikäli sidontaväline on ollut kosketuksissa kemikaalien kanssa, on ennen sen käytön jatkamista varmistettava laitteen käyttökelpoisuus valmistajalta.

Sidontavälineet on tarkastettava säännöllisesti asiantuntevan henkilön toimesta ja poistettava käytöstä, mikäli aihetta ilmenee. Silmämääräinen tarkastus ennen jokaista käyttökertaa on suositeltavaa.

Sidontavälinettä ei saa ylikuormittaa. Mekaanisia apuvälineitä (esimerkiksi jatkovartta) kiristämiseen ei saa käyttää, elleivät ne ole erityisesti suunniteltu kyseiseen sidontavälineeseen.

Sidontavälineessä ei saa olla solmuja.

Vyö on suojattava kitkaa, hankautumista ja teräviä kulmia vastaan käyttämällä asianmukaisia suoja. Myös etikettien vahingoittuminen on pyrittävä estämään.

Käytä sidontavälineitä aina valmistajan antamien ohjeiden mukaisesti.

4.1 Räikkävyöt

Omalla kiristimellä varustettu vyö voi olla joko yksiosainen, jolloin se vedetään kuorman ympäri tai kaksiosainen, jolloin vyön päissä olevat koukut kiinnitetään kuormatilan lastinkiinnityslenkkeihin. Kaksiosaisen vyön lyhyempi osa on yleensä varustettu kiristimellä.

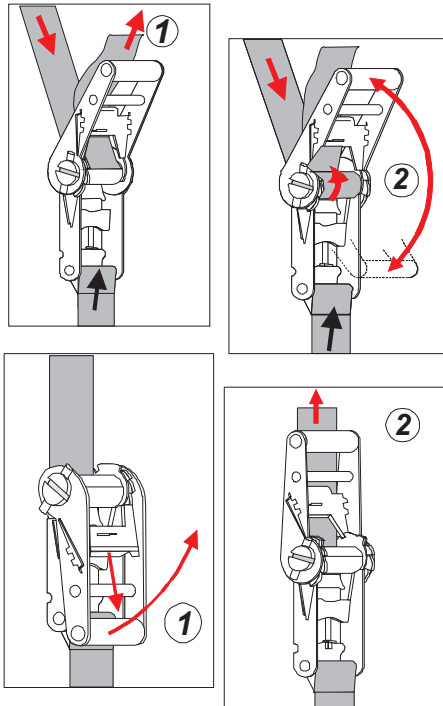
Näin käytät räikkävyötä.

KIRISTÄMINEN:

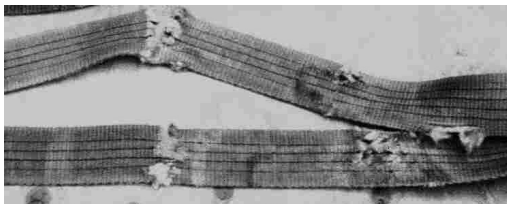
1. Vedä vyön vapaa pää kiristimen läpi ja kiristä käsin vetämällä mahdollisimman kireälle.
2. Vedä kiristyskahvasta edestakaisin kunnes vyö on riittävän kireällä. Vyö lukittuu automaattisesti jokaisen vedon jälkeen saavutettuun kireyteen.

AVAAMINEN:

1. Vyö avataan vetämällä ensin hammasrattaiden lukitus-salpaa alaspäin ja kääntämällä sitten kiristys-kahva ylös.
2. Tämän jälkeen vyö voidaan vetää ulos läpi kiristimen.



VIALLISTA VYÖTÄ EI SAA KÄYTTÄÄ!

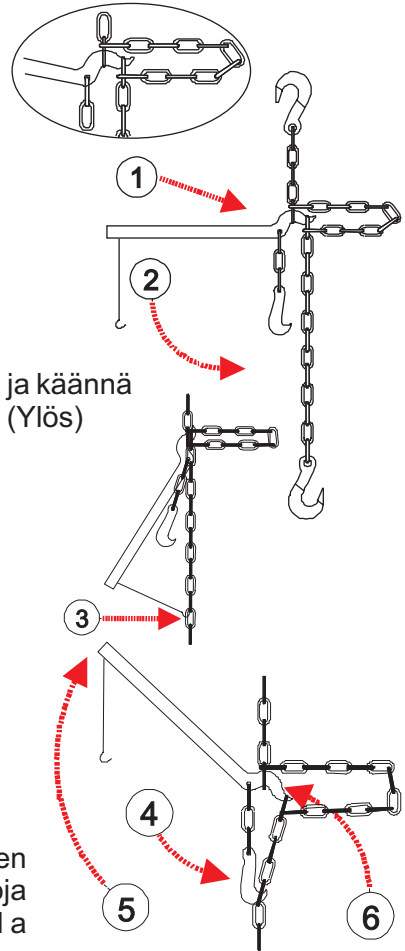


4.2 Karhukiristin

Käyttöohje:

1. Aseta karhu kuvan osoittamalla tavalla kettingin lenkkien lävitse vapaaseen lenkkiin.
 2. Kiristä kettinki vääntämällä varresta nuolen osoittamaan suuntaan. (Alas)
 3. Kiinnitä varren päässä oleva koukku kettinkiin.
- Jos lisäkiristäminen on tarpeen:
4. Kiinnitä varmistuskoukku.
 5. Irrota varren päässä oleva koukku ja käännä vartta nuolen osoittamaan suuntaan. (Ylös)
 6. Pujota karhun pää läpi seuraavasta lenkistä ja kiristä uudelleen.

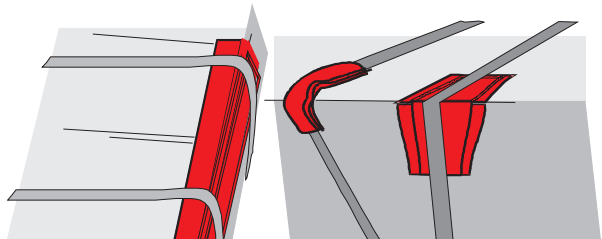
Käytä tarvittaessa jatkovartta riittävän kireyden saavuttamiseksi.



4.3 Kulmasuojat

Kulmasuojien käyttö voidaan ja ketjujen alla on suositeltavaa. Kulmasuoja suojaa kuormaa jakamalla

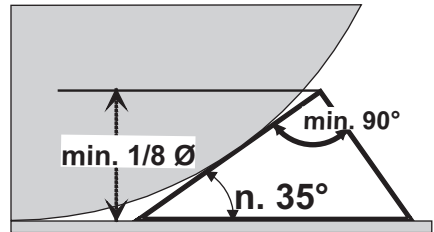
sidontavälineen kuorman laajemmalle alalle kappaleen pinnalla ja samalla suojaa terävien kulmien yli vedetyt liinat. Kulmasuojien mitat ja materiaalit vaihtelevat käyttötarkoituksen mukaan. Saatavilla on myös kevyitä kertakäyttöisiä kulmasuojia.



4.4 Kiilat ja kehdot

Pyöreiden kappaleiden tukemiseen käytettävät kiilat voivat olla puisia, kumisia tai metallisia.

Kiilan kulma vaikuttaa sekä sen itsensä että lastin paikallaan pysymiseen.



Suosittelava kiilan kulma on n. 35 astetta. Kiilan korkeuden on oltava riittävä; vähintään 1/8 rullan halkaisijasta (tai 1/4 säteestä).

Kiila on varmistettava paikalleen, jos on olemassa vaara sen liikkumiseen.

Kehdon koon ollessa säädettävissä on ehdottoman tärkeä huolehtia oikeista asetuksista riittävän tuen saavuttamiseksi sekä kehdon suojaamiseksi. Kehto ei saa olla väljä.

4.5 Peitteet

Kuorman sidontaan käytettävien peitteiden tulee olla tähän tarkoitukseen valmistettuja, ehjiä ja lujuudeltaan riittäviä. Jos peitteen ja sen kiinnikkeiden alkuperästä ja lujuudesta ei ole valmistajan ohjetta, ei sitä tule käyttää kuorman sidontaan.

Tavallinen pressu on vain sääsuoja!!

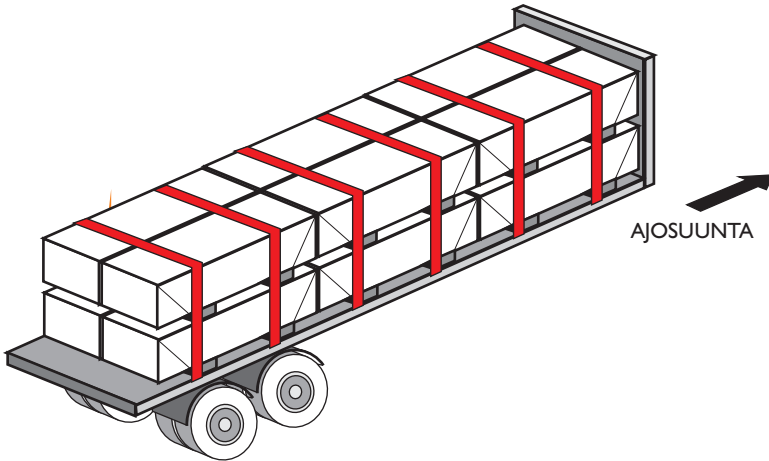
4.6 Ahtaussäkit

Kuorma voidaan tukea myös ilmatäytteisillä ahtaussäkeillä. Säkkien käytössä on huomattava työilman tarve, suojaus teräviä kulmia vastaan esimerkiksi kertakäyttöisillä kulmasuojilla, säkkien oikea täyttöpaine, tarve ja mahdollisuus tarkastaa täysinäisyys matkan aikana, sekä tuettavien kuormien ja tukevien seinien riittävä lujuus.

5. ESIMERKKEJÄ LASTIN KIINNITYKSESTÄ

5.1 Laatikot, palleitit

5.1.1 Tukevat laatikot tai palleitit

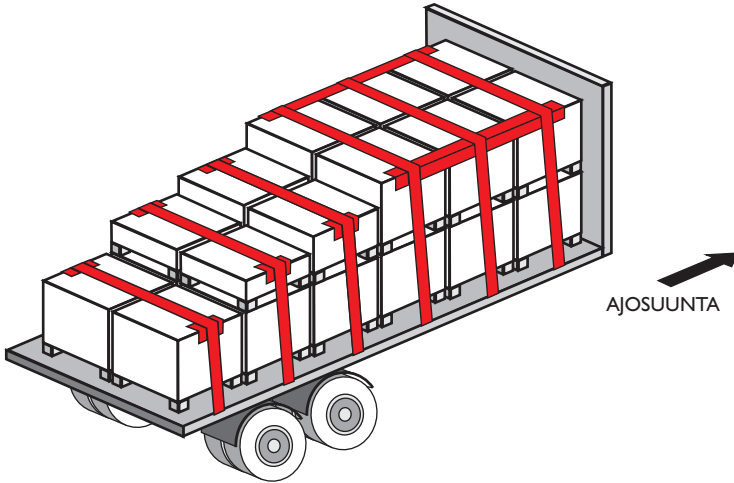


Tasalaatuinen pakettilasti - Sidonta kuorman yli

Kuorman liikkumista eteenpäin estävien sidosten nimellislujuuksien summan kuormatilan molemmilta puolilta yhteenlaskettuna on oltava vähintään kuorman painon suuruisen sekä sivulle ja taaksepäin vähintään puolet kuorman painosta, jollei kuorman tuenta ja kitka kuorman ja kuormatilan pohjan välillä tai kuorman laatu salli pienempää sidonnan lujuutta.

Sidostarve voidaan laskea myös kohdan 6.1 mallin mukaan.

5.1.2 Erikokoiset laatikot tai palleitit lavalla

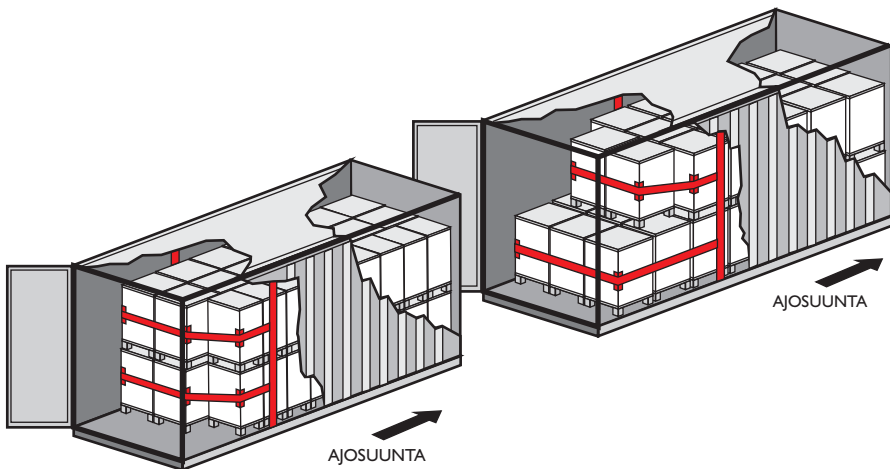


Erikorkuisia palleiteja kuormattaessa pyritään kuormasta tekemään mahdollisimman tasakorkuinen eli saman korkuiset palleitit lastataan vierekkäin. Palleitit sidotaan alustaan räikkä- tai kertakäyttövyöllä. Palleitien kulmien alla on käytettävä kulmasuojia; samankorkuisten palleitien kohdalla mieluiten pitkiä.

Erikorkuisten palleitien kohdalla jokainen palleitirivi on sidottava omalla vyöllä.

Kuorman liikkumista eteenpäin estävien sidosten nimellislujuuksien summan kuormatilän molemmilta puoliilta yhteenlaskettuna on oltava vähintään kuorman painon suuruinen sekä sivulle ja taaksepäin vähintään puolet kuorman painosta, jollei kuorman tuenta ja kitka kuorman ja kuormatilän pohjan välillä tai kuorman laatu salli pienempää sidonnan lujuutta.

5.1.3 Laatikot ja palletit kontissa



Lastattaessa palleteja siten, että koko kuormatila ei tule täyteen, on kiinnitettävä erityistä huomiota kuorman tasaiseen painonjakaumaan.

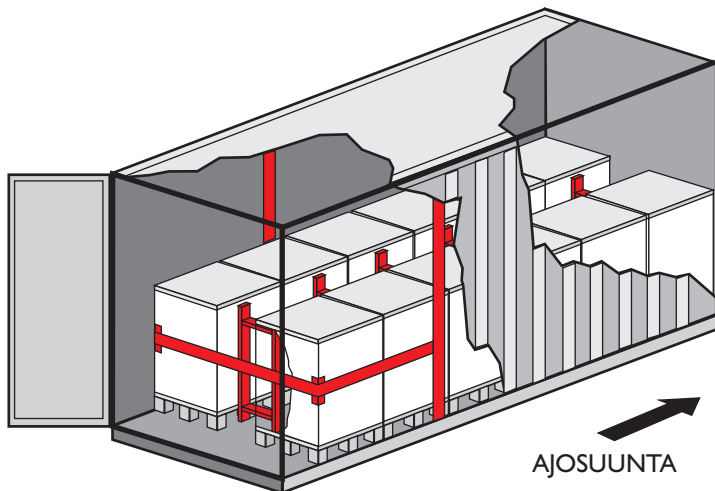
Pystyvyöt kiinnitetään kontin kuormansidontalenkkeihin ja jokainen palletikerros sidotaan pystyvöihin kiinnitetyllä vaakavyöllä.

Palletin kulmien ja vyön välissä on käytettävä kulmasuojia.

Vöiden paikallaanpysyminen on varmistettava lastin yli vedetyllä tai kontin yläkiinnityslenkkeihin sidotulla varmistusnarulla.

Jos kontissa ei ole kuormansidontalenkkejä, voidaan lastinkiinnitys suorittaa sitomalla osa lähinnä ovea olevista palleista vyöllä yhteen nippuun.

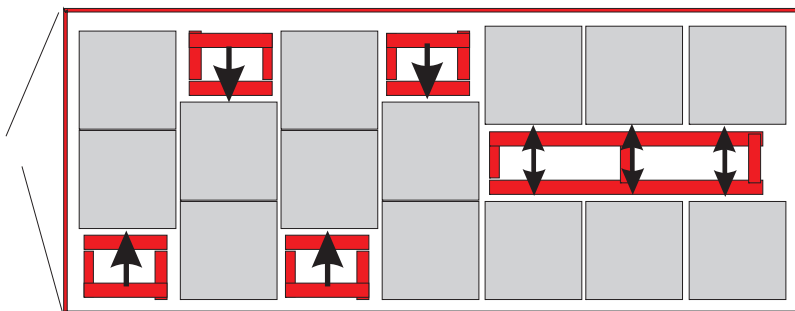
5.1.4 Laatikoiden ja pallettien tuenta kontissa



Pallettien tuenta puutavaralla

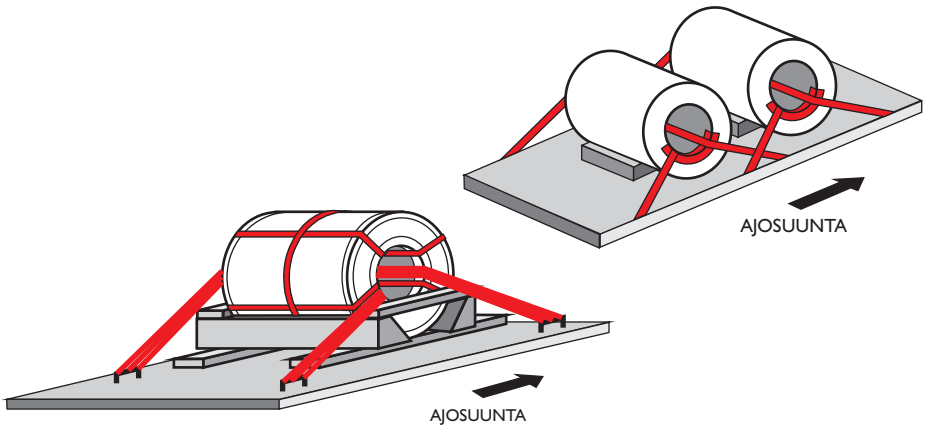
Jos kuorman pallettikoko on sellainen, että kontin seinän ja pallettien väliin jää runsaasti tyhjää tilaa, on kuorma tuettava myös sivusuunnassa puutavaraa käyttäen.

Tuenta voidaan tehdä pallettien väliin kontin keskelle kuten kuvassa tai riveittäin vuorotellen kontin kummallekin seinälle.



5.2 Kelat, kiepit

5.2.1 Kelat yksittäin sidottuna



Kelat lastataan yhteen kerrokseen, aluspuiden päälle siten, että ne eivät hankaannu toisiaan vasten.

Kelat tuetaan koko kelan mittaisilla kiiloilla eli kulmapuilla.

Liikkumisen estämiseksi sivusuunnassa kulmapuut voidaan yhdistää poikittaisilla tukipuilla.

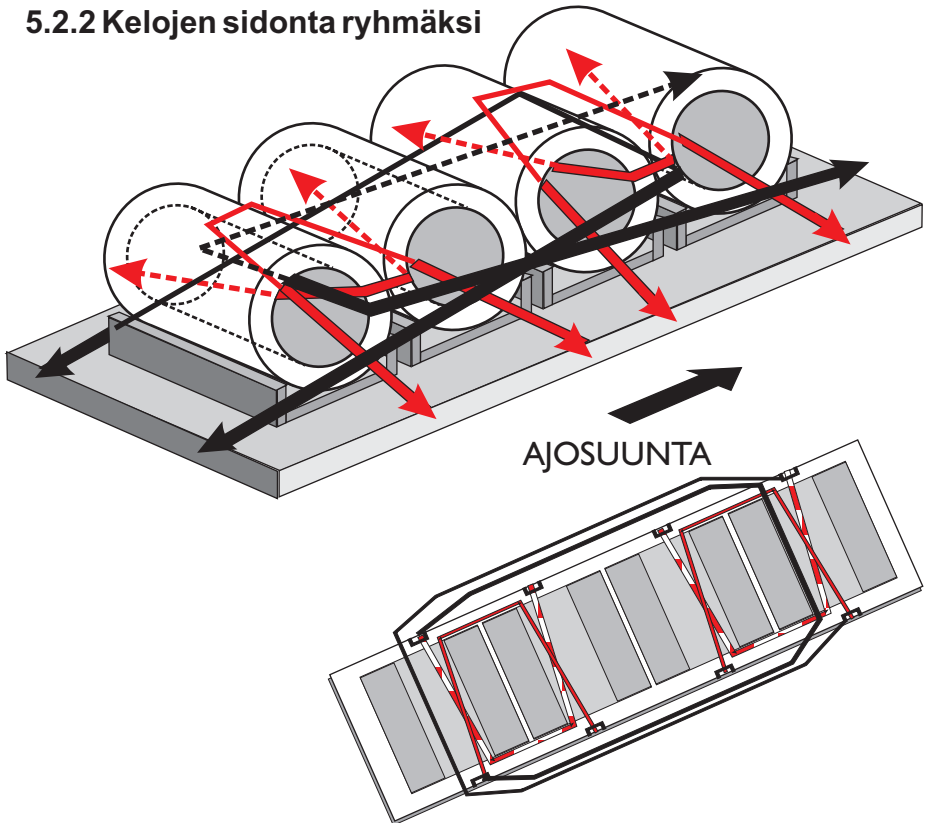
Tämän lisäksi kelat sidotaan kuljetusalustaan riittävän vahvalla räikkä- tai kertakäyttövyöllä.

Kuorman eteenpäin liikkumisen estävän sitomisvälineen on oltava mahdollisimman vaakasuorassa eikä se ilman erityistä syytä saa olla yli 60° kulmassa vaakatasoon nähden. Sitomisväline ei saa olla ajoneuvon tai kuorman terävää reunaa vasten.

Kuorman liikkumista eteenpäin estävien sidosten nimellisljuuksien summan kuormatilan molemmilta puolilta yhteenlaskettuna on oltava vähintään kuorman painon suuruinen sekä sivulle ja taaksepäin vähintään puolet kuorman painosta, jollei kuorman tuenta ja kitka kuorman ja kuormatilan pohjan välillä tai kuorman laatu salli pienempää sidonnan lujutta.

Sidostarve voidaan laskea myös kohdan 6.3 mallin mukaan.

5.2.2 Kelojen sidonta ryhmäksi

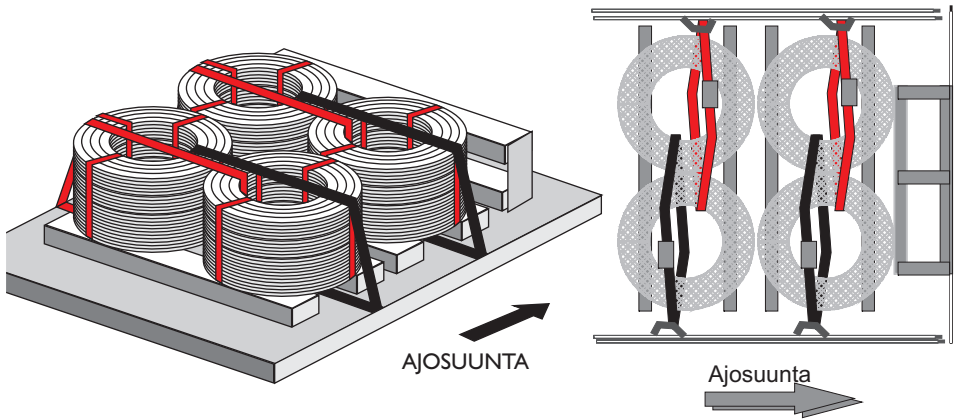


Kuorman eteenpäin liikkumisen estävän sitomisvälineen on oltava mahdollisimman vaakasuorassa eikä se ilman erityistä syytä saa olla yli 60° kulmassa vaakatasoon nähden. Sitomisväline ei saa olla ajoneuvon tai kuorman terävää reunaa vasten.

Kuorman liikkumista eteenpäin estävien sidosten nimellislujuuksien summan kuormatilan molemmilta puolilta yhteenlaskettuna on oltava vähintään kuorman painon suuruinen sekä sivulle ja taaksepäin vähintään puolet kuorman painosta, jollei kuorman tuenta ja kitka kuorman ja kuormatilan pohjan välillä tai kuorman laatu salli pienempää sidonnan lujuutta.

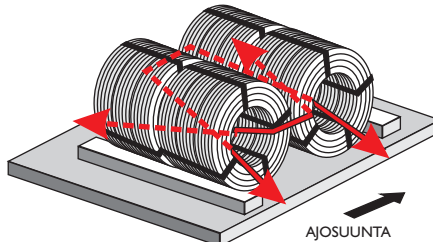
5.2.3 Kiepit

Suuret kiepit, vaaka-asennossa



Kiepit sidotaan vastapuolelle. Pitkittäissuunnassa voidaan käyttää tuentaa puutavaralla, tyhjiällä palleilla tai vastaavaa.

Pienet, kiepit, pystyasennossa kuten kelat

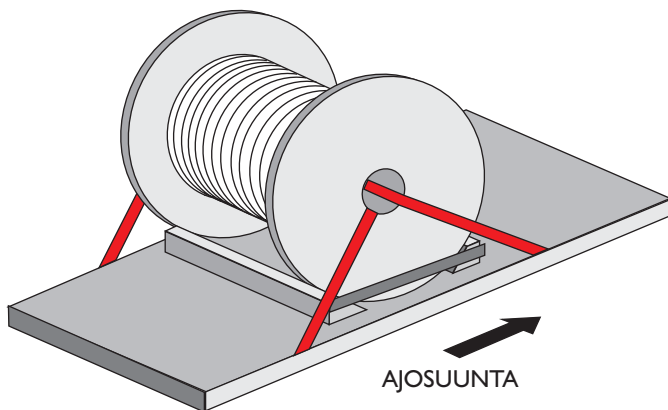


Kiepit paketoidaan vanteella tai vyöllä.

Paketit, esim 2 rinnan, sidotaan kuten edellisen esimerkin kelat ryhmäksi (ks. 5.2.2).

Kuorman liikkumista eteenpäin estävien sidosten nimellisljuuksien summan kuormatilan molemmilta puolilta yhteenlaskettuna on oltava vähintään kuorman painon suuruinen sekä sivulle ja taaksepäin vähintään puolet kuorman painosta, jollei kuorman tuenta ja kitka kuorman ja kuormatilan pohjan välillä tai kuorman laatu salli pienempää sidonnan ljuutta.

5.2.4 Kelat



Kelat tuetaan koko kelan mittaisilla kiiloilla eli kulmapuilla. Liikkumisen estämiseksi sivusuunnassa kulmapuut voidaan yhdistää poikittaisilla tukipuilla.

Tämän lisäksi kelat sidotaan kuljetusalustaan riittävän vahvalla räikkä- tai kertakäyttövyöllä.

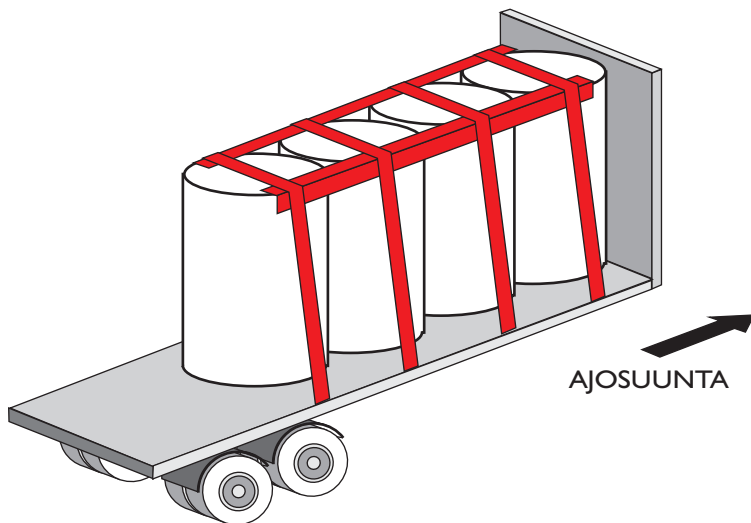
Kuorman eteenpäin liikkumisen estävän sitomisvälineen on oltava mahdollisimman vaakasuorassa eikä se ilman erityistä syytä saa olla yli 60° kulmassa vaakatasoon nähden. Sitomisväline ei saa olla ajoneuvon tai kuorman terävää reunaa vasten.

Kuorman liikkumista eteenpäin estävien sidosten nimellislujuuksien summan kuormatilan molemmilta puolilta yhteenlaskettuna on oltava vähintään kuorman painon suuruinen sekä sivulle ja taaksepäin vähintään puolet kuorman painosta, jollei kuorman tuenta ja kitka kuorman ja kuormatilan pohjan välillä tai kuorman laatu salli pienempää sidonnan lujuutta.

Sidostarve voidaan laskea myös kohdan 6.3 mallin mukaan.

5.3 Rullat, tynnyrit

5.3.1 Jumborullat



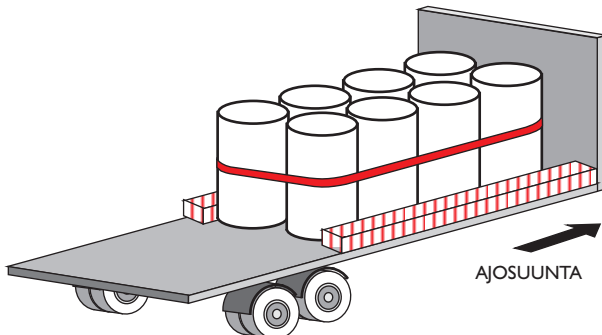
Suurikokoiset ns. jumborullat sijoitetaan kuormatilan keskelle yhteen riviin kiinni toisiinsa, jos kuormatilan kantavuus sen sallii.

Jos paino jakautuu epätasaisesti kuormatilassa, on rullat lastattava kahteen ryhmään kuormatilan eri päihin. Välissä on käytettävä tukea, tai taaemman ryhmän sidoksen on oltava erittäin luja pitkittäissuunnassa.

Rullien kulmat suojataan kulmasuojilla ja rullat sidotaan kertakäyttö- tai räikkävöillä.

Kuorman liikkumista eteenpäin estävien sidosten nimellislujuuksien summan kuormatilan molemmilta puolilta yhteenlaskettuna on oltava vähintään kuorman painon suurin sekä sivulle ja taaksepäin vähintään puolet kuorman painosta, jollei kuorman tuenta ja kitka kuorman ja kuormatilan pohjan välillä tai kuorman laatu salli pienempää sidonnan lujuutta.

5.3.2 Rullien sidonta vaakavyöllä



Rullat lastataan nippuun tiiviisti toisiaan vasten. Rullat sidotaan räikkävyöllä tai kertakäyttövyöllä vaakatasossa koko kuorman ympäri.

Sidontavyön alavalmisen estämiseksi vedetään varmistusnauha kuorman yli.

Vaakavyöllä estetään ainoastaan lastin kaatumisen.

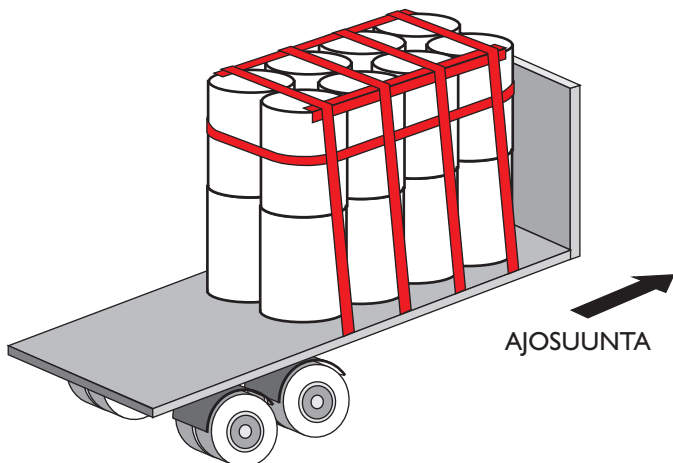
Yleensä lasti tulee tukea myös liukumista vastaan (esim. maantiekuljetuksessa kitkakertoimen ollessa $< 0,5$) esimerkiksi tukemalla yksikön laitoihin.

Vaakavyön käyttö poikittaisena tukena yli kolme kolia pitkälle ryhmälle ei ole perusteltua, paitsi käytettäessä poikittaisia välisidoksia.



Kuorman liikkumista eteenpäin estävien sidosten nimellislujuuksien summan kuormatilan molemmilta puolilta yhteenlaskettuna on oltava vähintään kuorman painon suuruinen sekä sivulle ja taaksepäin vähintään puolet kuorman painosta, jollei kuorman tuenta ja kitka kuorman ja kuormatilan pohjan välillä tai kuorman laatu salli pienempää sidonnan lujuutta

5.3.3 Pienten rullien kiinnitys



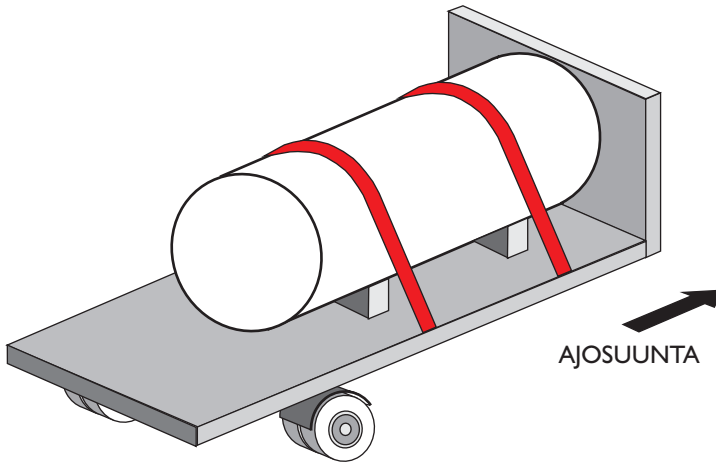
Lastattaessa pienikokoisia rullia yksikölle, sidotaan ylin rullakerros vaakavyöllä tai jos rullakerroksia on 4-5, sidotaan kaksi ylintä kerrosta vaakavyöllä. Vaakavyön paikallaanpysyminen varmistetaan kuorman yli vedetyillä tukinaruilla.

Rullien kulmat suojataan pitkillä kulmaprofiileilla ja kuorma kiinnitetään yksikköön poikittaissidonnalla.

Sidontaan käytetään kettinkiä tai räikkävyötä. Kettinkiä käytettäessä on rullien päädyt suojattava kuorman päällä karhukiristimen kohdalla suojalevyllä.

Kuorman liikkumista eteenpäin estävien sidosten nimellislujuuksien summan kuormatilan molemmilta puolilta yhteenlaskettuna on oltava vähintään kuorman painon suuruinen sekä sivulle ja taaksepäin vähintään puolet kuorman painosta, jollei kuorman tuenta ja kitka kuorman ja kuormatilan pohjan välillä tai kuorman laatu salli pienempää sidonnan lujuutta.

5.3.4 Rullat pitkittäin makuulla



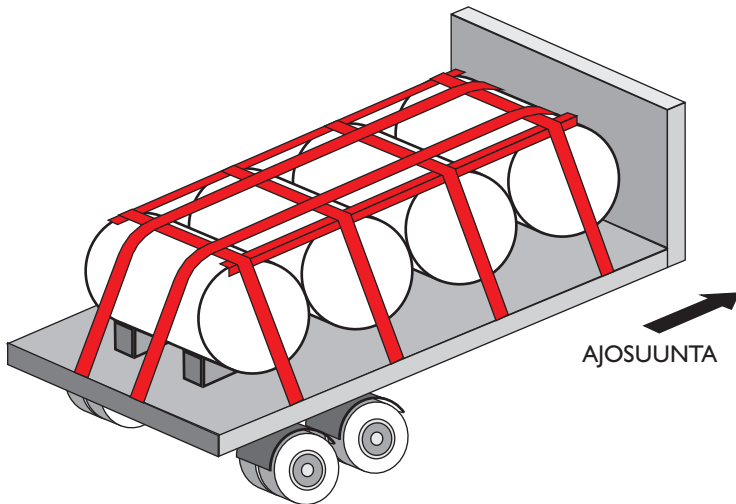
Rulla on lastattava etupäätyä vasten tai on käytettävä pitkittäistuentaa.

Rulla tuetaan kiiloilla ja sidotaan vöillä kiinni lavaan. Kiilan korkeuden on oltava riittävä; vähintään 1/8 osa rullan halkaisijasta. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää aaltopahvista kehtoa, joka on rakennettu rullan halkaisijalle sopivaksi tai puutavarasta rakennettua kehikkoa, johon kiilat voidaan naulata kiinni.

Kuorman liikkumista eteenpäin estävien sidosten nimellislujuuksien summan kuormatilan molemmilta puolilta yhteenlaskettuna on oltava vähintään kuorman painon suuruinen sekä sivulle ja taaksepäin vähintään puolet kuorman painosta, jollei kuorman tuenta ja kitka kuorman ja kuormatilan pohjan välillä tai kuorman laatu salli pienempää sidonnan lujuutta.

Sidostarve voidaan laskea myös kohdan 6.2 mallia soveltaen.

5.3.5 Rulla poikittain makuullaan



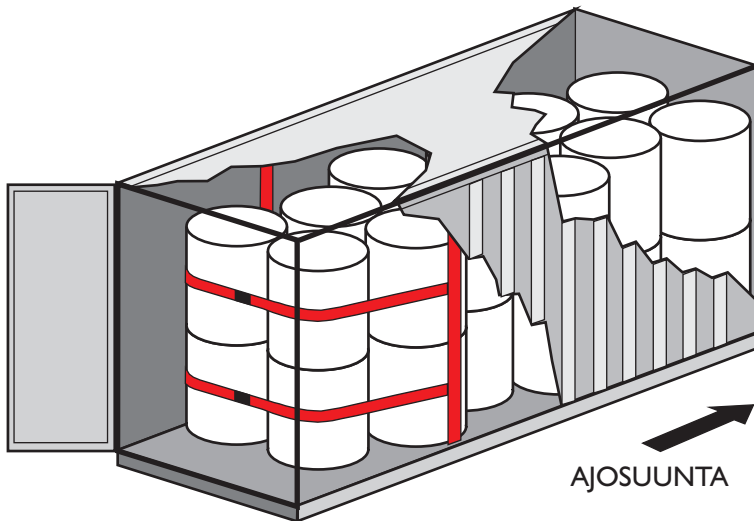
Rulla makuullaan poikittain ajosuuntaan nähden.

Rullat tuetaan kiiloilla lavan etu- ja takaosasta sekä kiinnitetään pituussuunnassa yli lastin vedetyillä vöillä.

Poikittaissuunnassa rullat kiinnitetään vöillä. Vöiden alla on käytettävä kulmasuojia rullien kulmien vaurioitumisen ehkäisemiseksi.

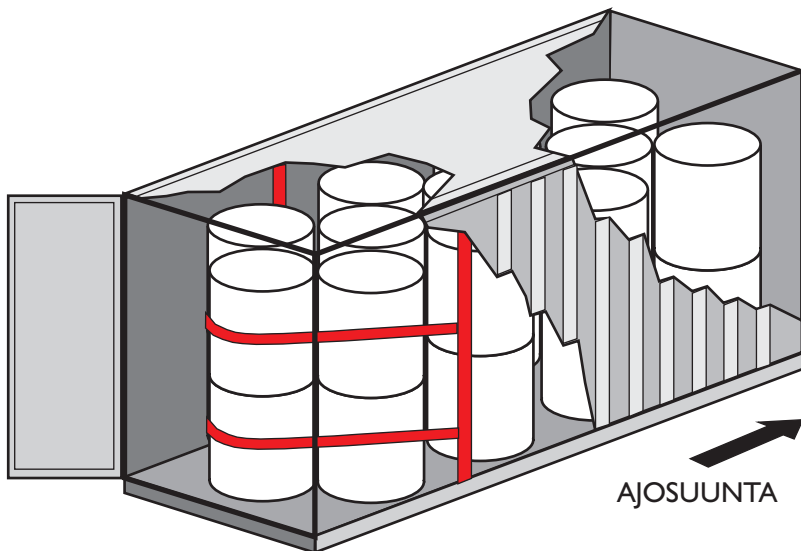
Kuorman liikkumista eteenpäin estävien sidosten nimellislujuuksien summan kuormatilan molemmilta puolilta yhteenlaskettuna on oltava vähintään kuorman painon suurin sekä sivulle ja taaksepäin vähintään puolet kuorman painosta, jollei kuorman tuenta ja kitka kuorman ja kuormatilan pohjan välillä tai kuorman laatu salli pienempää sidonnan lujuutta.

5.3.6 Rullien sidonta kontissa kertakäyttövyöllä



Pystyvyöt kiinnitetään kontin kuormansidontalenkkeihin. Jokainen rullakerros sidotaan pystyvöihin kiinnitetyllä vaakavyöllä. Varmistusnauhat kiinnitetään kontin yläkiinnityslenkkeihin tai vedetään yli kuorman vaakavöiden alasvalumisen estämiseksi. Vaihtoehtoinen sidontatapa: Katso kohta 5.3.2.

5.3.7 Rullat ja tynnyrit vajaassa kontissa

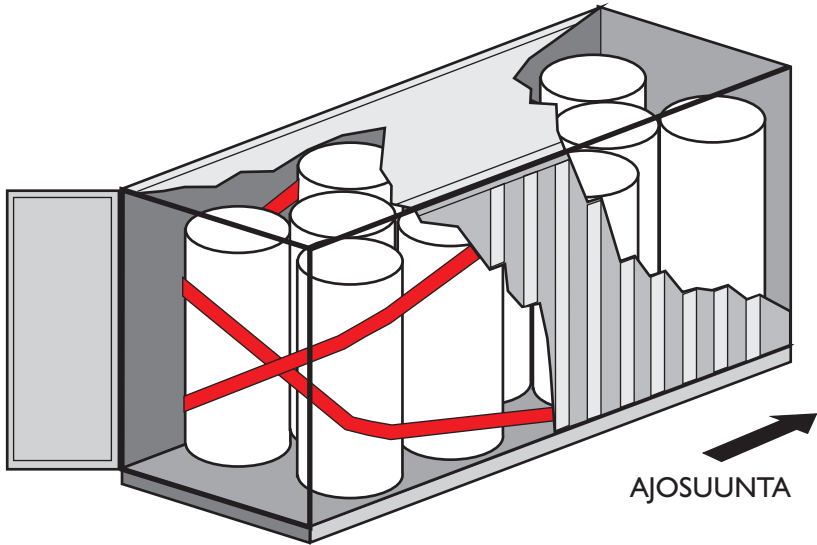


Kun konttiin lastattava rullamäärä ei täytä koko kuormatilan tilavuutta, on rullat sijoitettava konttiin siten, että lastin paino jakautuu tasaisesti koko lattiapinta-alalle.

Tällöin tulee käyttää kuvan esittämää lastaustapaa, jossa joka toiseen riviin lastataan kaksi rullaa ja joka toiseen riviin vain yksi rulla kontin keskelle.

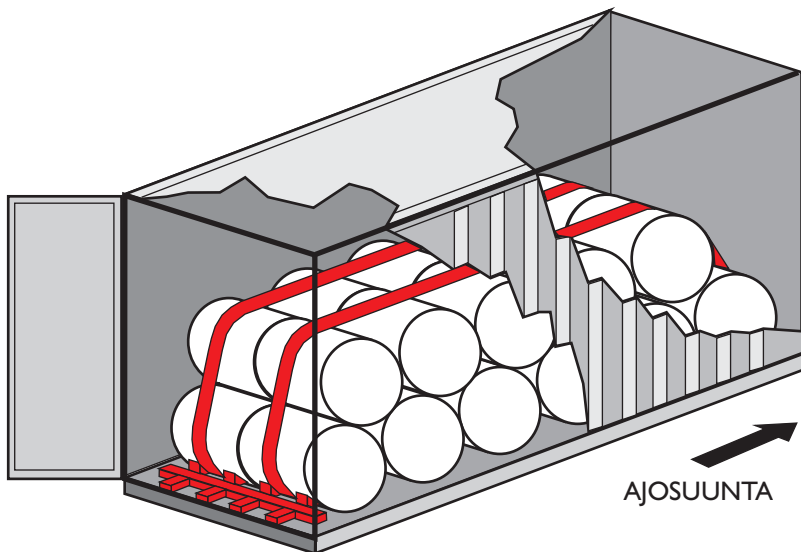
Sidonta tehdään kuten edellisessä kohdassa 5.3.6.

5.3.8 Isojen rullien tai tynnyreiden sidonta



Rullat voi sitoa sopivan vahvuisella kertakäyttövyöllä. Isokokoiset rullat voidaan sitoa ristikkäin kontin ylä- ja alakiinnityslenkkeihin kiinnitetyillä vöillä. Rullien on oltava riittävän isokokoisia, jotta ylälenkkiin sidottu vyö ei kulje rullan kulman yli ja aiheuta vaurioita.

5.3.9 Rullat ja tynnyrit makuullaan kontissa



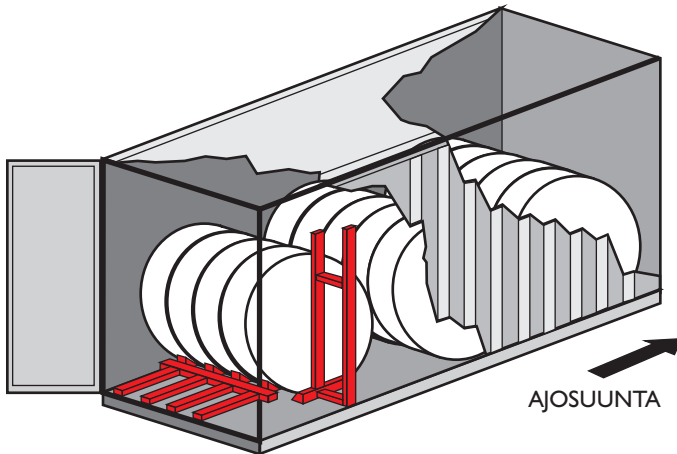
Poikittain makuulleen konttiin lastatut rullat tuetaan puukiiloilla, joiden on oltava rullan halkaisijaan sopivia. Nyrkkisääntönä kiilan korkeuden tulisi olla 1/8 rullan halkaisijasta. Joka kolmas rullarivi on kiilattava.

Kiilojen paikallaanpysyminen varmistetaan naulaamalla kiilojen taakse lankku 50x100 mm puutavarasta.

Jos naulaaminen lattiaan ei ole mahdollista, voidaan puutavarasta rakentaa kehikko, joka tuetaan kontin oviaukon kulmiin.

Makuurullia voidaan sitoa myös käyttämällä kiilojen lisäksi kuorman pitkittäissuuntaisia vöitä.

5.3.10 Suuret rullat ja tynnyrit makuullaan kontissa



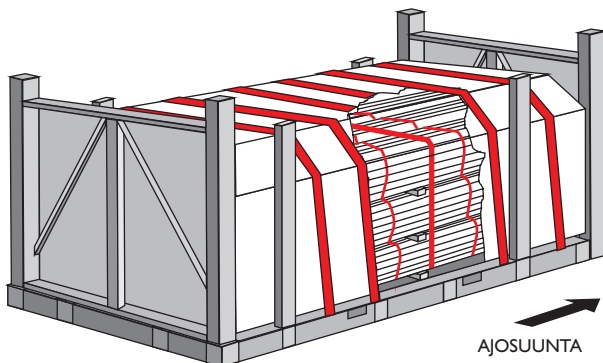
Lastattaessa halkaisijaltaan suurikokoisia rullia makuulleen, on rullat kiilattava riittävän suurikokoisilla kiiloilla pyörimisen estämiseksi. Kiilojen paikallaanpysyminen tulee varmistaa poikittaistuella, joka on tarvittaessa naulattava alustaan.

Jos rullien ja seinän väliin jää tyhjää tilaa, on myös sivusuuntainen liike syytä estää rakentamalla puutavarasta sivutuki.

Rullat tulee lastata jättäen tyhjää tilaa eri puolille vuorotellen.

5.4 Putket

5.4.1 Putket päädyllisellä lavalla



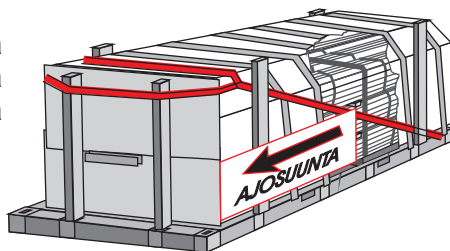
Putkikerroksien väliin asetettava aluspuut kokoa 75 x 75 mm läpi koko kuorman, mutta ei yli lavan reunojen.

Putkiniput on sidottava yhteen kolmella teräsvanteella.

Suojapeite on asetettava siten, että se ei lepata, vaan on tiiviisti paikallaan. Tolpat on asetettava paikoilleen.

Päädylisellä lavalla pituussuuntainen liike on estettävä käyttämällä irtopäytyjä, jotka tehtaalla nostetaan paikalleen.

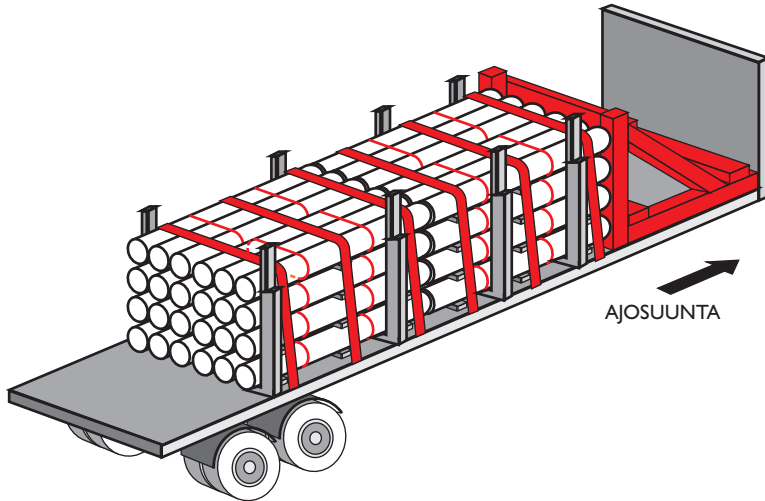
Päätytolpilla varustetulla lavalla pitkittäisliike estetään kuorman ja tolppien väliin asetetulla tukevalla vanerilla sekä pitkittäisvyöllä.



Poikittaissidoksia on oltava vähintään tieliikenneasetuksen säätämä määrä. Esim. 6 kpl 2 tonnin kertakäyttövöitä 21 tonnin kuormassa. (21 ton / 2 ton / 2)

Kuorman liikkumista eteenpäin estävien sidosten nimellislujuuksien summan kuormatilan molemmilta puolilta yhteenlaskettuna on oltava vähintään kuorman painon suuruinen sekä sivulle ja taaksepäin vähintään puolet kuorman painosta, jollei kuorman tuenta ja kitka kuorman ja kuormatilan pohjan välillä tai kuorman laatu salli pienempää sidonnan lujuutta.

5.4.2 Niputetut putket

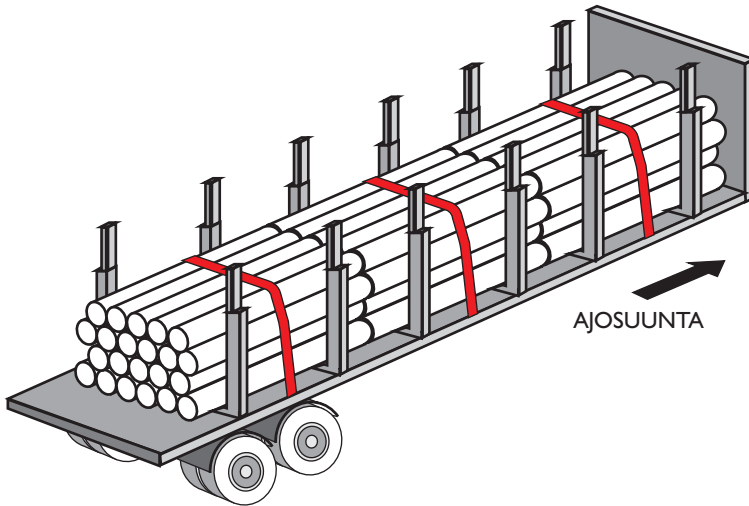


Nippujen alle ja väliin asetetaan 75 x 75 mm välipuut.

Niput kiinnitetään laavaan sidontavöillä, joita on oltava vähintään tieliikenneasetuksen määräämä määrä.

Kuljetettaessa puu- tai muuta vastaavaa pitkää tavaraa se on sidottava ajoneuvon alustaan tai kuormakoriin vähintään yhdellä sidoksella. Jos kuljetettavan tavaran nimellispituus on suurempi kuin kolme metriä, on käytettävä vähintään kahta sidosta. Jos kuljetettava esine tai tavarannippu on tuettu sivutolppia vasten, sen tulee nojata vähintään kahteen saman sivun pystytolppaan.

5.4.3 Irtoputket



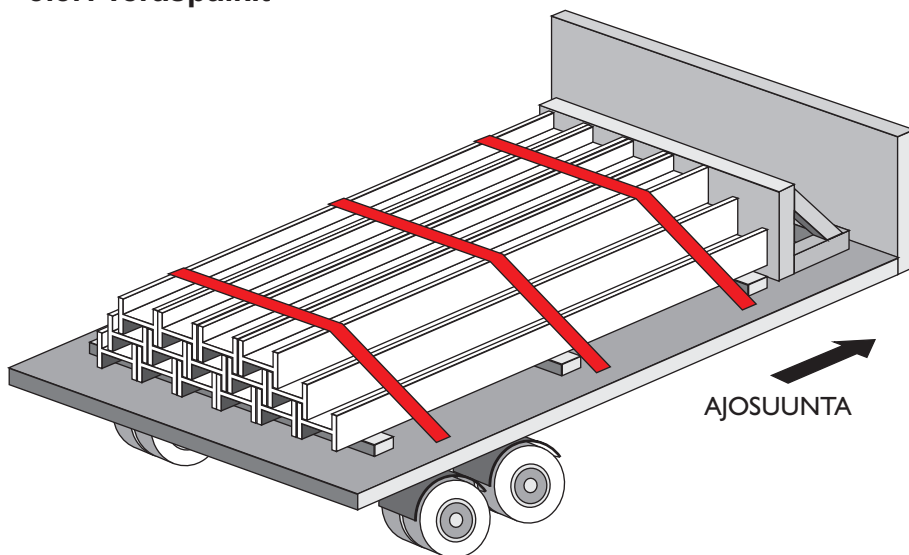
Putkikuorma tulee tukea etupäästä kuormatilan etulaitaan tai erilliseen tukirakennelmaan.

Kuljetettaessa puu- tai muuta vastaavaa pitkää tavaraa se on sidottava ajoneuvon alustaan tai kuormakoriin vähintään yhdellä sidoksella. Jos kuljetettavan tavaran nimellispituus on suurempi kuin kolme metriä, on käytettävä vähintään kahta sidosta. Jos kuljetettava esine tai tavaraniippu on tuettu sivutolppia vasten, sen tulee nojata vähintään kahteen saman sivun pystytolppaan.



5.5 Palkit

5.5.1 Teräspalkit

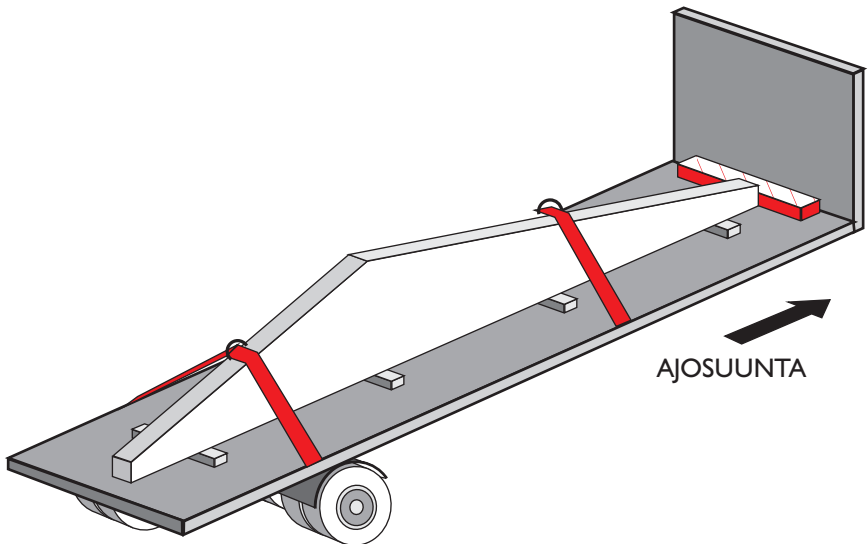


Trukkipurkua varten on asetettava riittävästi poikittaisia alus- ja välipuita.

Palkkikuorma tulee tukea etupäästä kuormatilan etulaitaan tai erilliseen tukirakennelmaan.

Kuorman liikkumista eteenpäin estävien sidosten nimellislujuuksien summan kuormatilan molemmilta puolilta yhteenlaskettuna on oltava vähintään kuorman painon suurin sekä sivulle ja taaksepäin vähintään puolet kuorman painosta, jollei kuorman tuenta ja kitka kuorman ja kuormatilan pohjan välillä tai kuorman laatu salli pienempää sidonnan lujuutta.

5.5.2 Betonipalkit



Palkin alle on asetettava riittävästi aluspuita elementin ja lattian suojaamiseksi.

Elementit sidotaan valuun kiinnitetyistä lenkeistä.

Elementtien on tukeuduttava lavan etupäätyyn ja päätyyn kohdistuvan kuorman jakauduttava riittävän leveälle alalle. Tarvittaessa rakennetaan tuki.

Yleensä elementin valmistajan tulee selvittää kiinnitystarve ja sallitut sidontatavat.

Kuorman liikkumista eteenpäin estävien sidosten nimellislujuuksien summan kuormatilan molemmilta puolilta yhteenlaskettuna on oltava vähintään kuorman painon suuruinen sekä sivulle ja taaksepäin vähintään puolet kuorman painosta, jollei kuorman tuenta ja kitka kuorman ja kuormatilan pohjan välillä tai kuorman laatu salli pienempää sidonnan lujuutta.

5.6 Teräs- ja muut metallilevyt

Kuljetusta varten levyt on yleensä niputettu.

Teräs on varsinkin suojaöljyttynä lähes kitkaton materiaali, joten sidosten määrää ei voine liioitella.

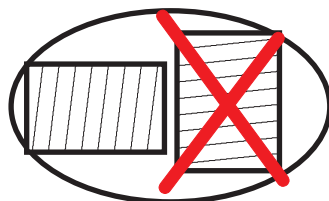
Liukumisvaaran vuoksi suositellaan levynippujen ympäri "puhtiin" sidontaa.

Levypakettien alla ja välissä on käytettävä aluspuita.

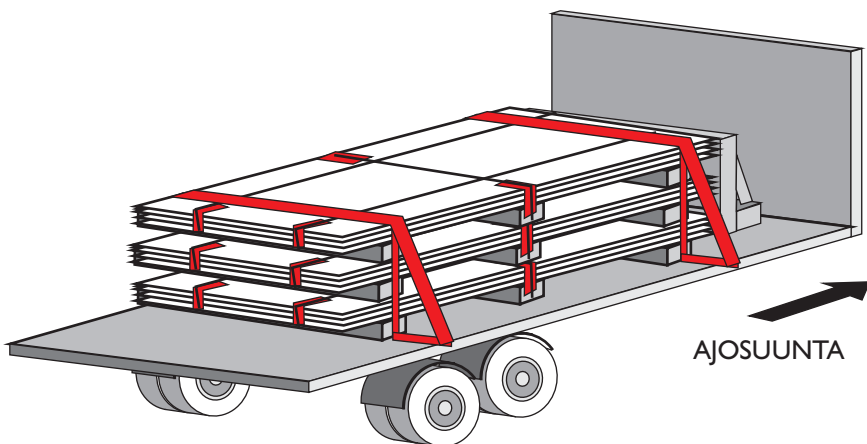
Aluspuiden tulee olla riittävän paksuja (75 x 75 mm), jotta trukkisarvet mahtuvat nippujen väliin niitä vahingoittamatta.

ALUSPUIDEN TULEE OLLA SUORAKAITEEN MUOTOISIA JA VAAKASUORASSA ASENNOSSA.

PYÖREÄT JA PYSTYSSÄ OLEVAT ALUSPUUT JOHTAVAT KUORMAN SIIRTYMISEEN.



5.6.1 Metallilevyt pinossa



Levyt on lastattava kiinni lavan etureunaan tai jos se ei ole painojakauman vuoksi mahdollista, on lavan etureunan ja kuorman väliin rakennettava puutavarasta erillinen levynippuja koko korkeudeltaan tukeva tuki. Tarvittaessa on lisäksi käytettävä vinosidosta.

Teräslevyt kiinnitetään kuljetusalustaan joko kettingillä tai vyöllä. On käytettävä vähintään kahta kettinkiä/vyötä levynippua kohti.

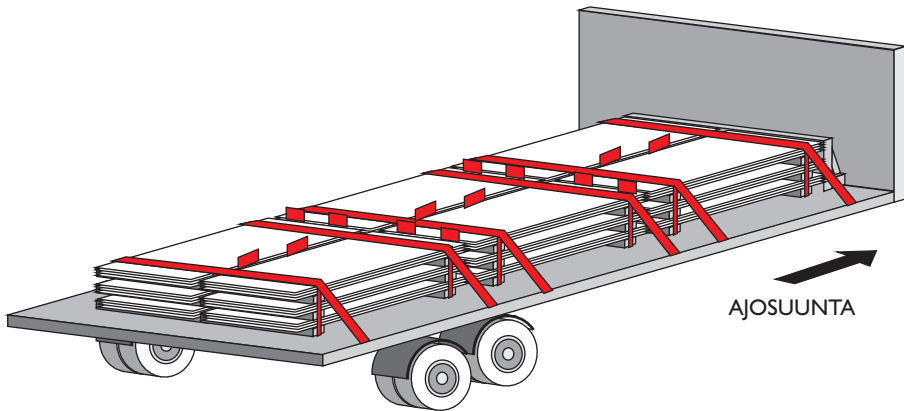
Vyöt on suojattava teräviä kulmia ja nipusta mahdollisesti siirtyviä vyöt leikkaavia levyjä vastaan. Koska teräslevyjen reunat ovat teräviä ja myös helposti taittavia, on tärkeää suojata myös vanteet.

Kuorman liikkumista eteenpäin estävien sidosten nimellislujuuksien summan kuormatilan molemmilta puolilta yhteenlaskettuna on oltava vähintään kuorman painon suuruinen sekä sivulle ja taaksepäin vähintään puolet kuorman painosta, jollei kuorman tuenta ja kitka kuorman ja kuormatilan pohjan välillä tai kuorman laatu salli pienempää sidonnan lujuutta.



Niputetut levyt puhtiin sidottuna

5.6.2 Pienet metallilevyt

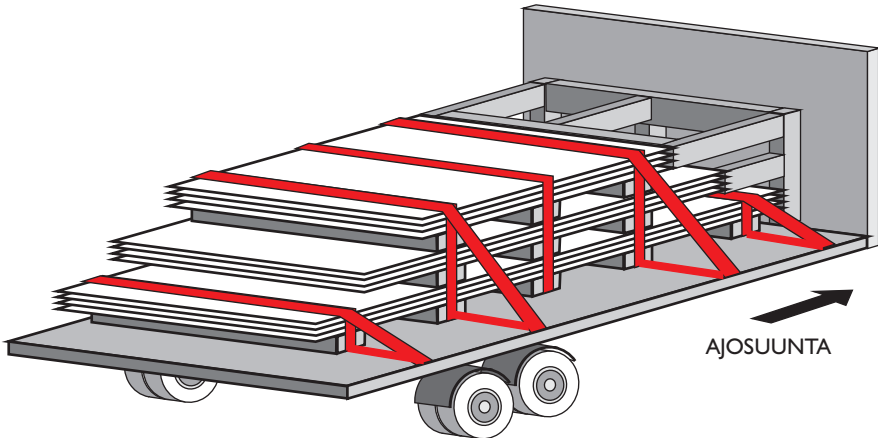


Jos levynippuja voidaan kuljettaa peräkkäin ja/tai rinnakkain, tulee nippujen välissä käyttää puutavaraa suojaamassa nippujen reunoja kolhiintumasta toisiaan vasten.

Nippuja kasassa pitävät vanteet ja kuorman sitovat liinat on myös suojattava.

Kuorman liikkumista eteenpäin estävien sidosten nimellislujuuksien summan kuormatilan molemmilta puolilta yhteenlaskettuna on oltava vähintään kuorman painon suuruinen sekä sivulle ja taaksepäin vähintään puolet kuorman painosta, jollei kuorman tuenta ja kitka kuorman ja kuormatilan pohjan välillä tai kuorman laatu salli pienempää sidonnan lujuutta.

5.6.3 Erikokoiset metallilevyt



Erisuuruisia levynippuja kuljettaessa on pienimmät asetettava päällimmäisiksi. Pitkittäisen kuormajakauman vuoksi tuki etuseinää vasten voidaan porrastaa.

Alus- ja välipuiden on oltava päällekkäin, jotta vältetään levyjen taipumiselta ja kuorman elämiseltä.

Jokainen erikokoinen nippu on kiinnitettävä sääntöjen mukaisesti. Kuorman liikkumista eteenpäin estävien sidosten nimellislujuuksien summan kuormatilan molemmilta puolilta yhteenlaskettuna on oltava vähintään kuorman painon suuruinen sekä sivulle ja taaksepäin vähintään puolet kuorman painosta, jollei kuorman tuenta ja kitka kuorman ja kuormatilan pohjan välillä tai kuorman laatu salli pienempää sidonnan lujuutta.

5.7 Puukuitulevyt

Filmivanerin kitkakerroin on lähes 0, joten niputetut levyt on kiinnitettävä äärimmäisen huolellisesti liukumista vastaan.

Karheammille levyille, kuten puu- tai kitkapintainen vaneri ja lastulevy, kitkakerroin on n. 0,4, jos levyt ovat puhtaat ja pölyttömät.

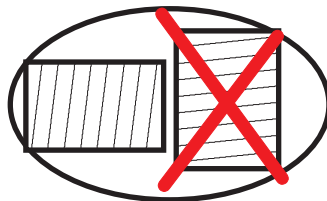
Levypakettien alla ja välissä on käytettävä aluspuita.

Aluspuiden tulee olla riittävän paksuja, jotta trukkarisarvet mahtuvat nippujen väliin niitä vahingoittamatta.

ALUSPUIDEN TULEE OLLA SUORAKAITEEN MUOTOISIA JA VAAKASUORASSA ASENNOSSA. PYÖREÄT JA PYSTYSSÄ

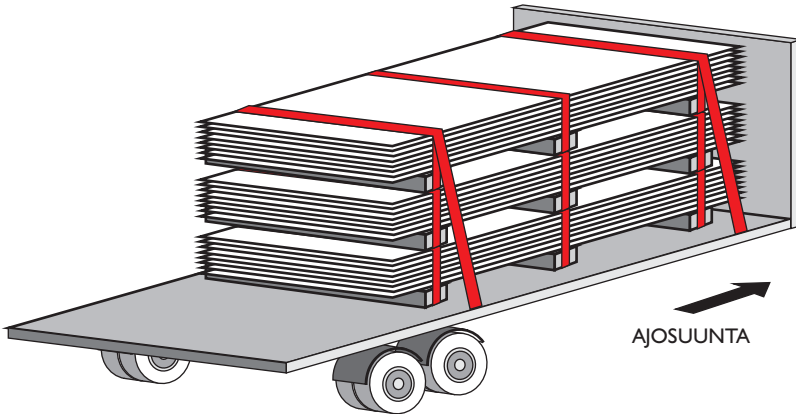
OLEVAT ALUSPUUT JOHTAVAT KUORMAN SIIRTYMISEEN.

Kuorman liikkumista eteenpäin estävien sidosten nimellislujuuksien summan kuormatilan molemmilta puolilta yhteenlaskettuna on oltava vähintään kuorman painon suuruinen sekä sivulle ja taaksepäin vähintään

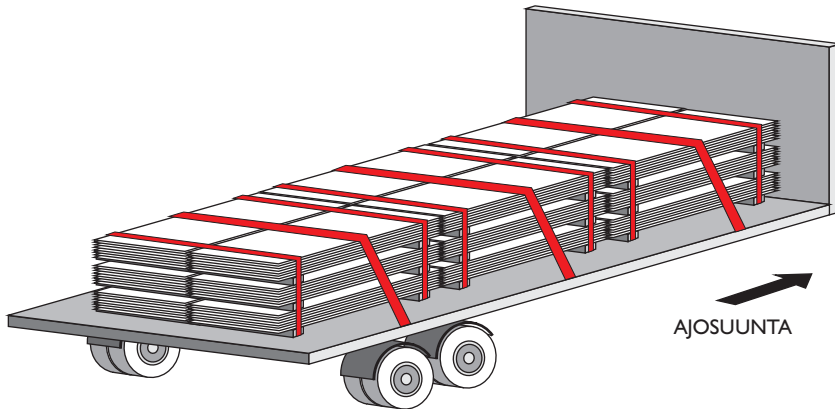


puolet kuorman painosta, jollei kuorman tuenta ja kitka kuorman ja kuormatilan pohjan välillä tai kuorman laatu salli pienempää sidonnanlujuutta.

5.7.1 Isot puukuitulevyt



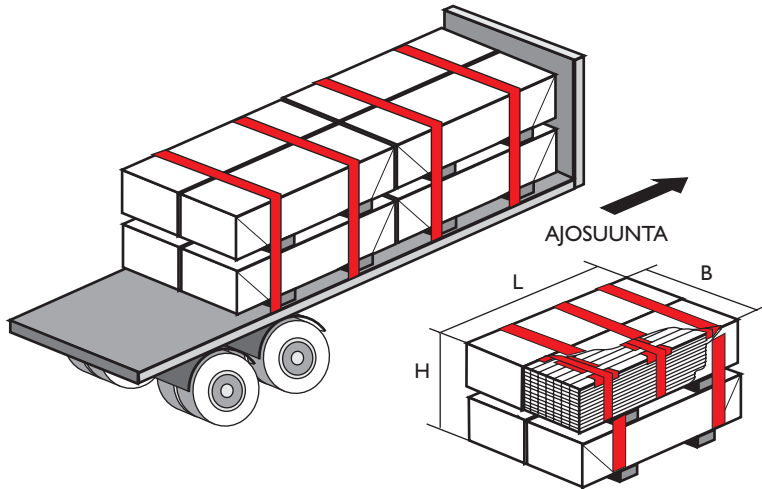
5.7.2 Pienet puukuitulevyt



Jos levynippuja voidaan kuljettaa peräkkäin ja/tai rinnakkain, tulee harkita puutavaran tai levyjen käyttöä nippujen välissä suojaamassa nippujen reunoja kolhiintumasta toisiaan vasten.

5.8 Sahatavara

5.8.1 Sahatavara

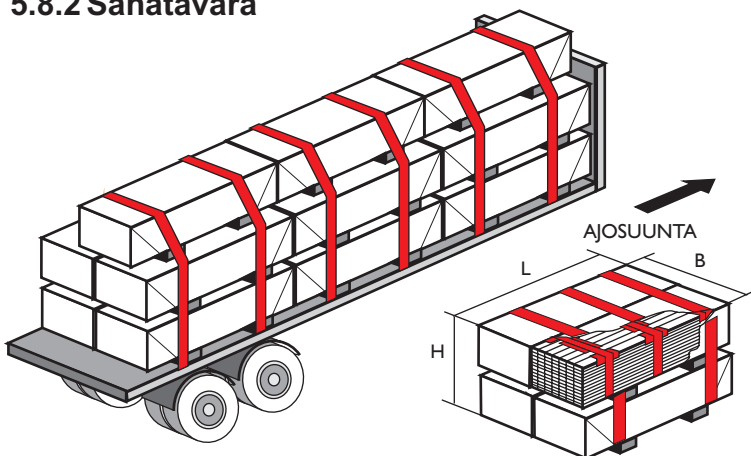


Sahatavara niputetaan käyttämällä teräsvannetta.

Nippujen alle ja väliin asetetaan vähintään 75 x 75 mm paksut välipuut.

Sahatavaraniput lastataan tiiviisti toisiaan vasten ja sidotaan vyöllä kiinni kuormatilan lastinkiinnityslenkkeihin, vähintään kaksi vyötä pakettinippua kohti.

5.8.2 Sahatavara



Lastattaessa kolme nippua päällekkäin, kannattaa päällimmäinen nippu lastata keskelle, alempien nippujen saumalle kuorman tukevoittamiseksi.

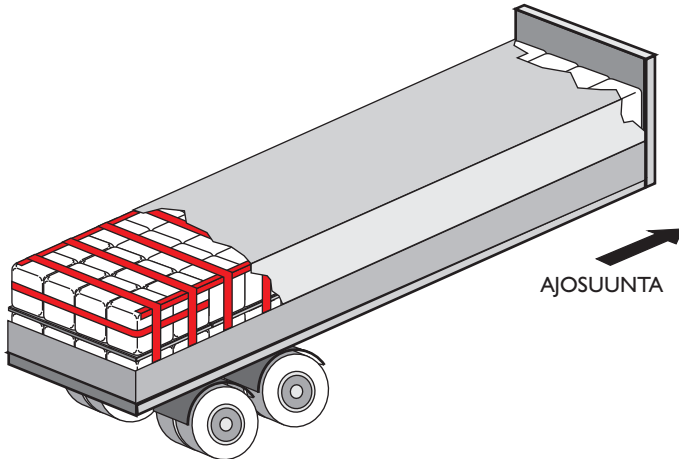
Kuorman liikkumista eteenpäin estävien sidosten nimellislujuuksien summan kuormatilan molemmilta puolilta yhteen laskettuna on oltava vähintään kuorman painon suuruinen sekä sivulle ja taaksepäin vähintään puolet kuorman painosta, jollei kuorman tuenta ja kitka kuorman ja kuormatilan pohjan välillä tai kuorman laatu salli pienempää sidonnan lujuutta.

Sidostarve voidaan laskea myös kohdan 6.1 mallia soveltaen.

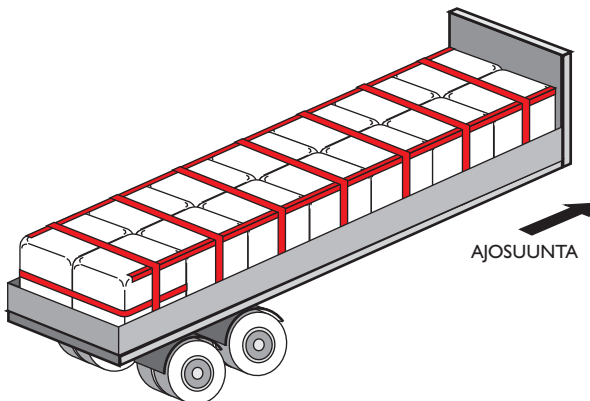
Kuljetettaessa paketoimatonta puutavaraa se on sidottava ajoneuvon alustaan tai kuormakoriin vähintään yhdellä sidoksella. Jos kuljetettavan tavarän nimellispituus on suurempi kuin kolme metriä, on käytettävä vähintään kahta sidosta. Jos kuljetettava esine tai tavaränippu on tuettu sivutolppia vasten, sen tulee nojata vähintään kahteen saman sivun pystytolppaan.

5.9 Säkit, suursäkit

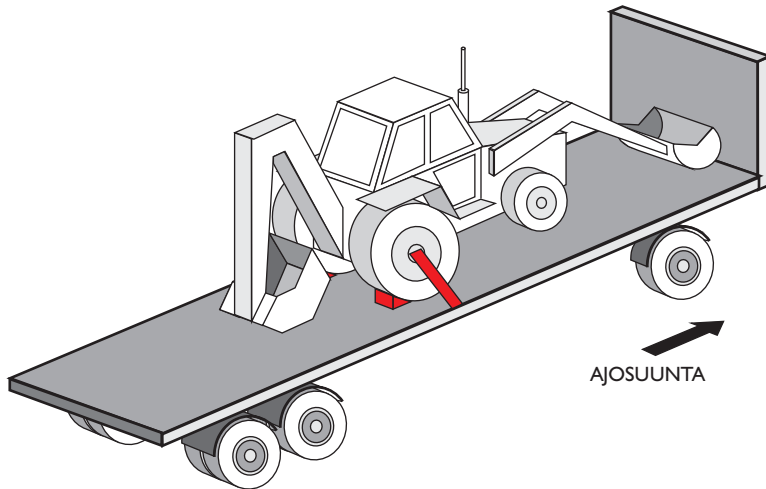
Säkkejä kuljetettaessa on muistettava jauheiden taipumus painua kasaan tärinän voimasta, mikä johtaa sidosten löystymiseen.



Kuorman liikkumista eteenpäin estävien sidosten nimellislujuuksien summan kuormatilan molemmilta puolilta yhteenlaskettuna on oltava vähintään kuorman painon suuruinen sekä sivulle ja taaksepäin vähintään puolet kuorman painosta, jollei kuorman tuenta ja kitka kuorman ja kuormatilan pohjan välillä tai kuorman laatu salli pienempää sidonnan lujuutta.



5.10 Vapaakappaleet



Jos mahdollista, jousitus tulee kuolettaa esimerkiksi tukemalla kone rungostaan. Jos tämä ei onnistu, sidotaan jousittamattomista osista , esim. pyöristä. Tämän lisäksi estetään jousitetun ajoneuvonosan heilahtelu tukemalla.

Kiilat asetetaan raskaimpiin akseleihin.

Kauhat ja muut toimilaitteet on tuettava tai laskettava kantaville kuljetusvälineen rakenteille, mahdollisesti myös sidottava. Hydrauliiikan varaan kauhoja yms. ei saa jättää.

Kuorman liikkumista eteenpäin estävien sidosten nimellislujuuksien summan kuormatilan molemmilta puolilta yhteenlaskettuna on oltava vähintään kuorman painon suuruinen sekä sivulle ja taaksepäin vähintään puolet kuorman painosta, jollei kuorman tuenta ja kitka kuorman ja kuormatilan pohjan välillä tai kuorman laatu salli pienempää sidonnan lujuutta.

5.11 Konttien ja vaihtokorien kiinnitys

Suosittelavinta on käyttää konttilukoilla varustettua vaunua.

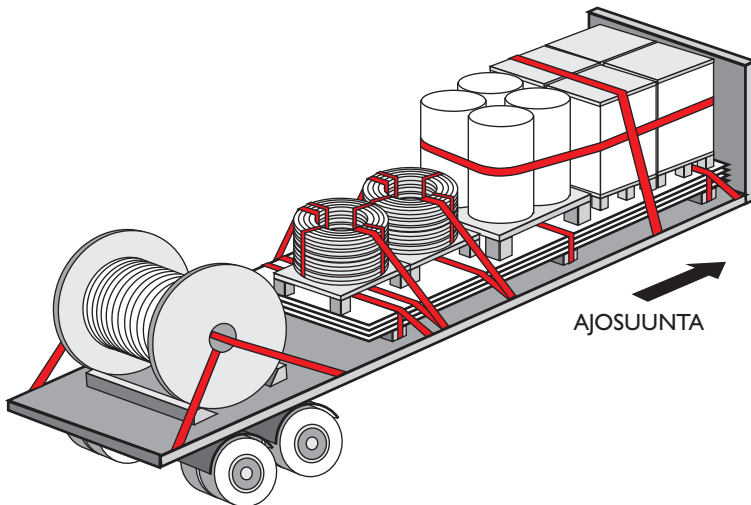
Lukot on kiinnitettävä ja varmistettava.

Kontti, jota ei voida lukita konttilukoilla, on sidottava vähintään neljällä sidoksella ylä- tai alakulmakiinnittimistä sekä tarvittaessa tuettava kuormakoriin.

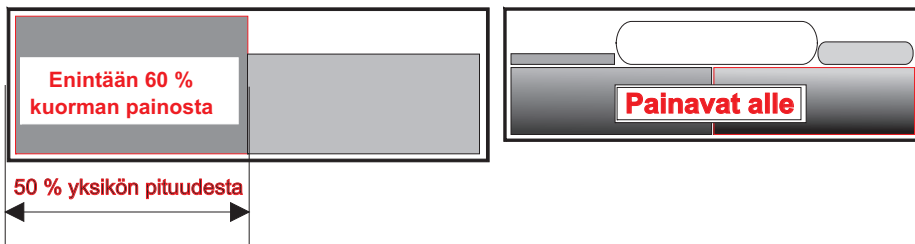
Jos on perusteltua syytä epäillä, esim. auton käyttäytymisen vuoksi, kontin sisällä olevan kuorman olevan väärin lastattu, puutteellisesti tuettu / sidottu tai kontin olevan ylipainoinen, on kuljettajan tarkastettava kontti, arvioitava itselleen ja ympäristölle aiheutuva vaara ja tarvittaessa ryhdyttävä korjaaviin toimenpiteisiin tai keskeytettävä kuljetus.

Sinetöidynkin kontin avaaminen on mahdollista tullin virkailijan läsnä-ollessa.

5.12 Sekakuormat



Sekakuormat tulee, kuten kuormat yleensä, lastata siten että:



Kuorman liikkumista eteenpäin estävien sidosten nimellislujuuksien summan kuormatilan molemmilta puolilta yhteen laskettuna on oltava vähintään kuorman painon suuruinen sekä sivulle ja taakse päin vähintään puolet kuorman painosta, jollei kuorman tuenta ja kitka kuorman ja kuormatilan pohjan välillä tai kuorman laatu salli pienempää sidonnan lujuutta.

Kuorman eteenpäin liikkumisen estävän sitomisvälineen on oltava mahdollisimman vaakasuorassa, eikä se ilman erityistä syytä saa olla yli 60° kulmassa vaakatasoon nähden. Sitomisväline ei saa olla ajoneuvon tai kuorman terävää reunaa vasten.

6. LASTIN SIDONTATARVE

Sidontatarve voidaan määrittää laskemalla tai Ajoneuvojen käytöstä tiellä annetun asetuksen (1257/1992) mukaan:

48 § Kuorman sitominen

1. Kuorman eteenpäin liikkumisen estävän sitomisvälineen on oltava mahdollisimman vaakasuorassa, eikä se ilman erityistä syytä saa olla yli 60° kulmassa vaakatasoon nähden. Sitomisväline ei saa olla ajoneuvon tai kuorman terävää reunaa vasten.

2. Sitomisvälineiden tulee olla kunnollisesti jännitettyjä, ja niiden jännitys on tarvittaessa tarkastettava kuljetuksen kestäessä. Yksittäisen siten tai kiinnittimen irtoaminen, vaurioituminen tai löystyminen ei saa heikentää muuta kuorman sidontaa. Sitomisvälineen kiristyslaite on sijoitettava siten, ettei se lisää ajoneuvon leveyttä.

3. Kuljetettaessa puu- tai muuta vastaavaa pitkää tavaraa se on sidottava ajoneuvon alustaan tai kuormakoriin vähintään yhdellä sidoksella. Jos kuljetettavan tavarän nimellisipituus on suurempi kuin kolme metriä, on käytettävä vähintään kahta sidosta. Jos kuljetettava esine tai tavaränippu on tuettu sivutolppia vasten, sen tulee nojata vähintään kahteen saman sivun pystytolppaan.

4. Kontti, jota ei voida lukita konttilukoilla, on sidottava vähintään neljällä sidoksella ylä- tai alakulmakiinnittimistä sekä tarvittaessa tuettava kuormakoriin.

5. Kuorman liikkumista eteenpäin estävien sidosten nimellislujuuksien summan kuormatilan molemmilta puolilta yhteenlaskettuna on oltava vähintään kuorman painon suuruinen sekä sivulle ja taaksepäin vähintään puolet kuorman painosta, jollei kuorman tuenta ja kitka kuorman ja kuormatilan pohjan välillä tai kuorman laatu salli pienempää sidonnan lujuutta.

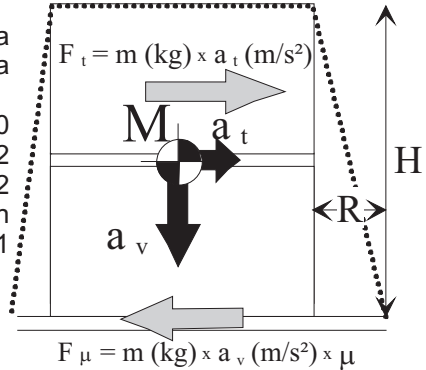
Laskettaessa sidosten lujuudet seuraavien esimerkkien tapaan lasketaan:

- 1) Liukuminen ja kaatuminen poikittain ja pitkittäin**
- 2) Tuki yksikön seinistä**
- 3) Vaadittavat sidosten lujuudet**

6.1 Sidonta lastin yli, laatikot, palleit ja muut muotolujat kulmikkaat kappaleet

6.1.1 Sidonta- ja tuentatarpeen määrittely

Massaltaan 500 kg 1 m korkeita puupohjaisia palleita kitkavanerisella lavalla 2 kpl päällekkäin, 2 rinnan, 13 peräkkäin. Kitkakerroin $\mu = 0,40$ (taulukko 2 sivulla 17), pallein mitat 1,2 m leveä x 1 m pitkä. Tornin massa (M) 2 kpl x 500 kg. Kuljetusmuodon kiihtyvyyssarvot a saadaan taulukosta 1 sivulla 16



Liukuminen poikittain, tarkastellaan lastiriveittäin 500 kg x 4 kpl

	Maantie ja Itämeri a (alas) 1, a (sivulle) 0,5	Pohjanmeri a (alas) 1, a (sivulle) 0,7
Kitkavoima = $\mu \cdot M \cdot g \cdot a$ (alas)	$0,4 \cdot 2000\text{kg} \cdot g \cdot 1$	$0,4 \cdot 2000\text{kg} \cdot g \cdot 1$
Massavoima = $M \cdot g \cdot a$ (poikittain)	$2000\text{kg} \cdot g \cdot 0,50$	$2000\text{kg} \cdot g \cdot 0,70$
Kitkavoima	= - $0,1 \cdot 2000\text{kg} \cdot g$	= - $0,3 \cdot 2000\text{kg} \cdot g$
- massavoima	= - $200 \text{ kg} \cdot g$	= - $600 \text{ kg} \cdot g$
+ / -	tarvitaan 200 kg tuki	tarvitaan 600 kg tuki

-merkkinen tulos tarkoittaa, ettei kitka yksin riitä

Kaatuminen poikittain, tarkastellaan lastitorneittain 500 kg x 2 kpl

Painopistekorkeus $H_{pp} = 2\text{kpl} \times \text{korkeus} / 2 = 2 \times 1\text{m} / 2 = 1\text{m}$

	Maantie ja Itämeri a (alas) 1, a (sivulle) 0,5	Pohjanmeri a (alas) 1, a (sivulle) 0,7
Tukeva momentti = $Leveys / 2 \cdot M \cdot g \cdot a$ (alas)	$1,2\text{ m} / 2 \cdot 1000 \text{ kg} \cdot g \cdot 1$	$1,2 / 2 \cdot 1000 \cdot g \cdot 1$
Kaatava momentti = $H_{pp} \cdot M \cdot g \cdot a$ (poikittain)	$1\text{ m} \cdot 1000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,5$	$1\text{ m} \cdot 1000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,7$
Tukeva momentti	$1,2 / 2 \cdot 1000 \cdot g \cdot 1$	$1,2 / 2 \cdot 1000 \cdot g \cdot 1$
- Kaatava momentti	$- 1 \cdot 1000 \cdot g \cdot 0,5$	$- 1 \cdot 1000 \cdot g \cdot 0,7$
Torneja 2 rinakkain, koko momentti x 2	$200 \cdot g \cdot \text{kgm}$	$-200 \cdot g \cdot \text{kgm}$
	> 0, Rivi pysyy pystyssä	< 0, Tukematon rivi ei pysy pystyssä

-merkkinen tulos tarkoittaa, ettei tukematon ja sitomaton torni pysy pystyssä

Liukuminen eteenpäin, tarkastellaan koko kuormaa

Massa (M) = $500 \text{ kg} \times 2 \times 2 \times 13 = 26\,000 \text{ kg}$

	Maantie a (alas) 1, a (eteen) 1	Itämeri a (alas) 0,5, a (eteen) 0,3	Pohjanmeri a(alas) 0,3, a(sivulle) 0,3
Kitkavoima = $\mu \cdot M \cdot g \cdot a$ (alas)	$0,4 \cdot 26\,000 \text{ kg} \cdot g \cdot 1$	$0,4 \cdot 26\,000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,5$	$0,4 \cdot 26\,000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,3$
Massavoima = $M \cdot g \cdot a$ (eteen)	$26\,000 \text{ kg} \cdot g \cdot 1$	$26\,000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,3$	$26\,000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,3$
Kitkavoima - massavoima	= - $0,6 \cdot 26\,000 \text{ kg} \cdot g$ = - 15 600 kg · g	= - $0,1 \cdot 26\,000 \text{ kg} \cdot g$ = - 2 600 kg · g	= - $0,18 \cdot 26\,000 \text{ kg} \cdot g$ = - 4 680 kg · g
+ / -	tarvitaan 15 600 kg tuki	tarvitaan 2 600 kg tuki	tarvitaan 4 680 kg tuki

Kaatuminen eteenpäin, tarkastellaan torneittain

Painopistekorkeus $H_{pp} = 2 \text{ kpl} \times \text{korkeus} / 2 = 2 \times 1 \text{ m} / 2 = 1 \text{ m}$

	Maantie a (alas) 1, a (eteen) 1	Itämeri a (alas) 0,5, a (eteen) 0,3	Pohjanmeri a(alas) 0,3, a(sivulle) 0,3
Tukeva momentti = Leveys / 2 · M · g · a (alas)	$1 \text{ m} / 2 \cdot 1000 \text{ kg} \cdot g \cdot 1$	$1 \text{ m} / 2 \cdot 1000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,5$	$1 \text{ m} / 2 \cdot 1000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,3$
Kaatava momentti = $H_{pp} \cdot M \cdot g \cdot a$ (eteen)	$1 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg} \cdot g \cdot 1$	$1 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,3$	$1 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,3$
Tukeva momentti - Kaatava momentti	$1 \text{ m} / 2 \cdot 1000 \text{ kg} \cdot g \cdot 1$ - $1 \cdot 1000 \text{ kg} \cdot g \cdot 1$	$1 \text{ m} / 2 \cdot 1000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,5$ - $1 \cdot 1000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,3$	$1 \text{ m} / 2 \cdot 1000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,3$ - $1 \cdot 1000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,3$
	- $500 \text{ kg} \cdot g \cdot \text{kgm}$	- $50 \text{ kg} \cdot g \cdot \text{kgm}$	- $500 \text{ kg} \cdot g \cdot \text{kgm}$
Torneja 13 peräkkäin, koko momentti x 13	- 500 · 13 · g · kgm = - 6,5 · g · ton m	- 50 · 13 · g · kgm = - 0,65 · g · ton m	- 150 · 13 · g · kgm = - 1,95 · g · ton m
	< 0, Tukemattomat tornit eivät pysy pystyssä	< 0, Tukemattomat tornit eivät pysy pystyssä	< 0, Tukemattomat tornit eivät pysy pystyssä

6.1.2 Etuseinän tuki

Merikuljetukseen yksikkö voidaan lastata perä kulkusuuntaa kohti, etuseinän tukivoimaa ei siis huomioida.

Etuseinän tukivoima maantiekuljetuksessa = $60 \text{ kN} = 6000 \text{ kg} \cdot g$ (sivu 6).

Tasaiselle kuormalle voidaan olettaa etuseinän tukimomentiksi seinän korkeus / 2 x 6000 kg, esim $2,5 \text{ m} / 2 \times 6000 \text{ kg} = 7\,500 \text{ g} \cdot \text{kgm}$

Liukuminen eteenpäin

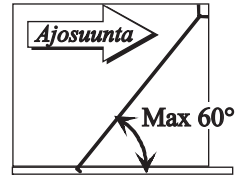
	Maantie	Itämeri	Pohjanmeri
Seinän tukivoima	6000 kg · g	0	0
Kitkavoima - massavoima	- 15 600 kg · g	- 2 600 kg · g	- 4 680 kg · g
	Etuseinän lisäksi pituussuunnassa tarvitaan 9 600 kg sidos	Taakse liukumista vastaan tarvitaan 2 600 kg sidos	Taakse liukumista vastaan tarvitaan 4 680 kg sidos
		Eteen riittää etuseinä	Eteen riittää etuseinä

Kaatuminen eteenpäin

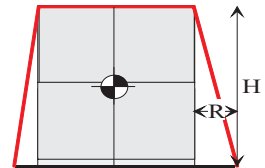
	Maantie	Itämeri	Pohjanmeri
Seinän tukimomentti	7500 g · kg m	0	0
Tuettava voima	- 6,5 · g · ton m	- 0,65 · g · ton m	- 1,95 · g · ton m
	Etuseinä riittää tueksi kaatumista vastaan	Taakse kaatumista vastaan tarvitaan sidos.	Taakse kaatumista vastaan tarvitaan sidos.
		Eteen riittää etuseinä	Eteen riittää etuseinä

6.1.3 Sidonta

Kuorman eteenpäin liikkumisen estävän sitomisvälineen on oltava mahdollisimman vaakasuorassa, eikä se ilman erityistä syytä saa olla yli 60° kulmassa vaakatasoon nähden. Sitomisväline ei saa olla ajoneuvon tai kuorman terävää reunaa vasten.



R/H =	Fs =
0,1...0,4	1,1 · Fk · n
0,5...0,6	1,2 · Fk · n
0,7...0,8	1,3 · Fk · n
0,9	1,4 · Fk · n
1,0	1,5 · Fk · n



Taulukko 3

Edellisen sivun esimerkin mukaan pitkittäissidokseksi:

Maantie	Itämeri	Pohjanmeri
Etuseinän lisäksi pituussuunnassa tarvitaan 9600 kg sidos	Taakse liukumista vastaan tarvitaan 2600 kg sidos	Taakse liukumista vastaan tarvitaan 4680 kg sidos
	Eteen riittää etuseinä	Eteen riittää etuseinä

Esimerkissä poikittaissidoksia seuraavasti:

	Maantie ja Itämeri	Pohjanmeri
Liukumista vastaan riveittäin	tarvitaan 200 kg tuki	Tarvitaan 600 kg tuki
Taulukosta 3 R/H = 0,3 m / 2m >>	Sidoksen lujuus liukumista vastaan taulukosta	Sidoksen lujuus liukumista vastaan taulukosta
1,1 · tarvittava tuki	= 1,1 · 200 · g · kg	= 1,1 · g · 600 kg
	= 220 · g kg	= 660 · g kg
Kaatumista vastaan riveittäin	200 · g kgm > 0 Rivi pysyy pystyssä	-200 · g kgm < 0 Tukematon rivi ei pysy pystyssä
Taulukosta 3 R/H = 0,3 m / 2m >> 1,1 · momentti / tornin korkeus		= 1,1 · 200 · g · kgm / 2 m = 110 · g kg
Liukumista ja kaatumista vastaan tarvittavat arvot lasketaan yhteen	= (220 + 0) · g kg = 220 · g kg	= (660 + 110) · g kg = 770 · g kg
	2,2 kN	7,7 kN

Poikittaiset sidokset: Maantiellä ja Itämerellä 2,2 kN / rivi
Pohjanmerellä 7,7 kN / rivi

Tai vaihtoehtoisesti asetuksen ajoneuvojen käytöstä tiellä 48. § mukaan: Kuorman liukumista eteenpäin estävien sidosten nimellislujuuksien summan kuormatilan molemmilta puolilta yhteen laskettuna on oltava vähintään kuorman painon suuruinen sekä sivulle ja taakse päin vähintään puolet kuorman painosta.

6.2 Sidonta pyöreän lastin yli

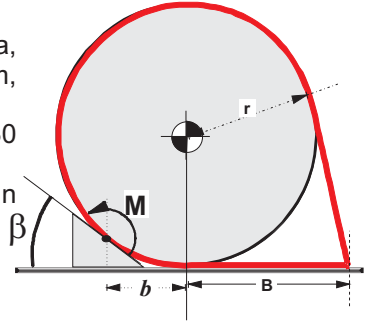
Suuret putket ja makaavat rullat pitkittäin lavaan nähden

6.2.1 Sidonta- ja tuentatarpeen määrittely

Massaltaan 5000 kg teräsputki pitkittäin lavalla, halkaisija 1,8 m: säde 0,9 m, pituus 5 m, painopistekorkeus 0,9 m.

Putki märällä puualustalla: kitkerroin $\mu = 0,30$ (taulukko 2 sivulla 17), Kiilan kulma 35°

Kuljetusmuodon kiihtyvyyssarvot a saadaan taulukosta 1 sivulla 16



Liukuminen poikittain

	Maantie ja Itämeri a (alas) 1, a (sivulle) 0,5	Pohjanmeri a (alas) 1, a (sivulle) 0,7
Kitkavoima = $\mu \cdot M \cdot g \cdot a$ (alas)	$0,3 \cdot 5000\text{kg} \cdot g \cdot 1$	$0,3 \cdot 5000\text{kg} \cdot g \cdot 1$
Massavoima = $M \cdot g \cdot a$ (poikittain)	$5000\text{kg} \cdot g \cdot 0,50$	$5000\text{kg} \cdot g \cdot 0,70$
Kitkavoima	= - $0,2 \cdot 5000\text{kg} \cdot g$	= - $0,4 \cdot 5000\text{kg} \cdot g$
- massavoima	= - $1000 \text{ kg} \cdot g$	= - $2000 \text{ kg} \cdot g$
+ / -	tarvitaan 1000 kg tuki	tarvitaan 2000 kg tuki

Kaatuminen poikittain

	Maantie ja Itämeri a (alas) 1, a (sivulle) 0,5	Pohjanmeri a (alas) 1, a (sivulle) 0,7
Tukeva momentti = säde $\cdot \sin$ (kiilan kulma) $\cdot M \cdot g \cdot a$ (alas)	$0,9 \text{ m} \cdot \sin 35^\circ \cdot 5000 \text{ kg} \cdot g \cdot 1$ = $0,9 \text{ m} \cdot 0,57 \cdot 5000 \text{ kg} \cdot g \cdot 1$	$0,9 \text{ m} \cdot \sin 35^\circ \cdot 5000 \text{ kg} \cdot g \cdot 1$ = $0,9 \text{ m} \cdot 0,57 \cdot 5000 \text{ kg} \cdot g \cdot 1$
Kaatava momentti = säde $\cdot \cos$ (kiilan kulma) $\cdot M \cdot g \cdot a$ (poik.)	$0,9 \text{ m} \cdot \cos 35^\circ \cdot 5000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,5$ = $0,9 \text{ m} \cdot 0,82 \cdot 5000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,5$	$0,9 \text{ m} \cdot \cos 35^\circ \cdot 5000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,7$ = $0,9 \text{ m} \cdot 0,82 \cdot 5000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,7$
Tukeva momentti		
- Kaatava momentti	= $720 \cdot g \cdot \text{kgm}$	= $18 \cdot g \cdot \text{kgm}$

Liukuminen eteenpäin

	Maantie a (alas) 1, a (eteen) 1	Itämeri a (alas) 0,5, a (eteen) 0,3	Pohjanmeri a (alas) 0,3, a (sivulle) 0,3
Kitkavoima = $\mu \cdot M \cdot g \cdot a$ (alas)	$0,3 \cdot 5000\text{kg} \cdot g \cdot 1$	$0,3 \cdot 5000\text{kg} \cdot g \cdot 0,5$	$0,3 \cdot 5000\text{kg} \cdot g \cdot 0,3$
Massavoima = $M \cdot g \cdot a$ (eteen)	$5000\text{kg} \cdot g \cdot 1$	$5000\text{kg} \cdot g \cdot 0,3$	$5000\text{kg} \cdot g \cdot 0,3$
Kitkavoima	= - $0,7 \cdot 5000\text{kg} \cdot g$	= - $0,15 \cdot 5000\text{kg} \cdot g$	= - $0,21 \cdot 5000\text{kg} \cdot g$
- massavoima	= - $3500 \text{ kg} \cdot g$	= - $750 \text{ kg} \cdot g$	= - $1050 \text{ kg} \cdot g$
+ / -	tarvitaan 3500 kg tuki	tarvitaan 750 kg tuki	tarvitaan 1050 kg tuki

Koska putki on varsin pitkä, ei pituussuuntaista kaatumista tarkastella

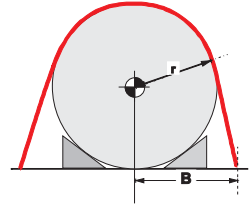
6.2.2 Tuki liukumista vastaan

Merikuljetukseen yksikkö voidaan lastata perä kulkusuuntaa kohti, etuseinän tukivoimaa ei siis huomioida. Etuseinän tukivoima maantiekuljetuksessa = 60 kN = 6000 kg · g (sivu 6).

	Maantie	Itämeri	Pohjanmeri
Seinän tukivoima	6000 kg · g	0	0
Kitkavoima - massavoima	- 3500 kg · g	- 750 kg · g	- 1050 kg · g
	Eteen liukumista vastaan riittää etuseinä	Eteen liukumista vastaan riittää etuseinä	Eteen liukumista vastaan riittää etuseinä
Taakse liukua vastaan	0,3 · 5000kg · g · 1 - 5000kg · g · 0,5 = - 1000 kg · g		
	tarvitaan 1000 kg tuki tai sidonta	tarvitaan 750 kg tuki tai sidonta	tarvitaan 1050 kg tuki tai sidonta

6.2.3 Sidonta a) Sidonta putken yli (kun B>r)

Esimerkiksi koko sidontaleveys $2 B = 2,5$
 m: $B=1,25$ m (kuva)
 säde $r=0,9$ m



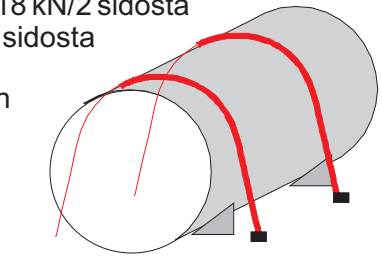
	Maantie ja Itämeri	Pohjanmeri
Liukumista vastaan	= - 0,2 · 5000kg · g = - 1000 kg · g	= - 0,4 · 5000kg · g = - 2000 kg · g
	tarvitaan 1000 kg tuki	tarvitaan 2000 kg tuki
Sidokseen vaakavoimasta = $F \cdot B / (B - r)$	$1000 \text{ kg} \cdot g \cdot 1,25 / (1,25 - 0,9)$ = 3572 kg · g	$2000 \text{ kg} \cdot g \cdot 1,25 / (1,25 - 0,9)$ = 7143 kg · g
Kaatumista vastaan	= $720 \cdot g \cdot \text{kgm} > 0$ Pysyvä pystyssä	= $18 \cdot g \cdot \text{kgm} < 0$ ei pysy pystyssä
Sidokseen vaikuttaa pystysuuntainen voima = $M \cdot B / (2 \cdot r^2 \cdot \sin(\text{kiiläkulma}))$		$18 \cdot g \cdot \text{kgm} \cdot 1,25 / (2 \cdot 0,9^2 \cdot \sin 35^\circ)$ = 24 kg · g
Liukumista ja kaatumista vastustavat sidosvoimat lasketaan yhteen	= (3572 + 0) · g kg = 3572 · g kg	= (7143 + 24) · g kg = 7167 · g kg
	36 kN	72 kN

Sidokset putken yli vähintään:

Maantiellä ja Itämerellä 36 kN / putki = 18 kN/2 sidosta

Pohjanmerellä 72 kN / putki = 36 kN/2 sidosta

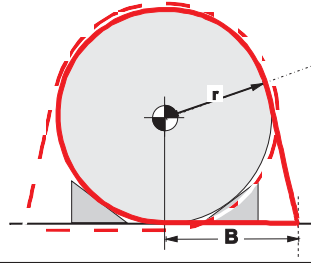
Kuorman kääntyminen estetään
 sitomalla molemmista päistä



b) Sidonta lastin ympäri "puhtiin"

Esimerkiksi koko sidontaleveys

$2B = 2,5 \text{ m}$: $B = 1,25 \text{ m}$ (kuva), säde $r = 0,9 \text{ m}$



	Maantie ja Itämeri	Pohjanmeri
Liukumista vastaan	$= - 0,2 \cdot 5000 \text{ kg} \cdot \text{g}$	$= - 0,4 \cdot 5000 \text{ kg} \cdot \text{g}$
	$= - 1000 \text{ kg} \cdot \text{g}$	$= - 2000 \text{ kg} \cdot \text{g}$
	tarvitaan 1000 kg tuki	tarvitaan 2000 kg tuki
Sidokseen vaakavoimasta		
$= F \cdot (B/(B - r) - 1)$	$1000 \text{ kg} \cdot \text{g} \cdot (1,25 / (1,25 - 0,9) - 1)$ $= 2572 \text{ kg} \cdot \text{g}$	$2000 \text{ kg} \cdot \text{g} \cdot (1,25 / (1,25 - 0,9) - 1)$ $= 5143 \text{ kg} \cdot \text{g}$
Kaatumista vastaan	$= 720 \cdot \text{g} \cdot \text{kgm} > 0$ Pysyy pystyssä	$- 1,8 \cdot \text{g} \cdot \text{kgm} < 0$ ei pysy pystyssä
Sidokseen vaikuttaa pystysuuntainen voima		
$M \cdot B / (r^2 \cdot \sin(\text{kiilakulma}))$		$1,8 \cdot \text{g} \cdot \text{kgm} \cdot 1,25 / (0,9^2 \cdot \sin 35^\circ)$ $= 4,8 \text{ kg} \cdot \text{g}$
Liukumista ja kaatumista vastustavat sidosvoimat lasketaan yhteen	$= (2572 + 0) \cdot \text{g} \cdot \text{kg}$	$= (5143 + 4,8) \cdot \text{g} \cdot \text{kg}$
	$= 2572 \cdot \text{g} \cdot \text{kg}$	$= 5148 \cdot \text{g} \cdot \text{kg}$
	$= 26 \text{ kN}$	$= 52 \text{ kN}$

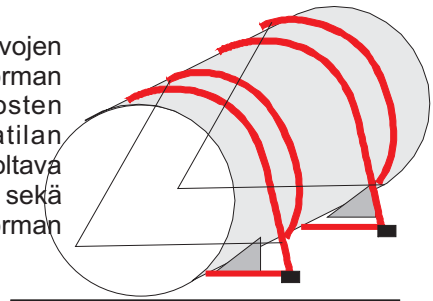
Puhtiin sitomalla esimerkissä hallitseva vaakavoima kumotaan tehokkaammin kuin sitomalla kappaleen yli, sidokset tarvitaan tietysti molemmille puolille. Kuorman kääntyminen estetään sitomalla molemmista päistä.

Sidokset molempiin päihin, molemmille puolille vähintään:

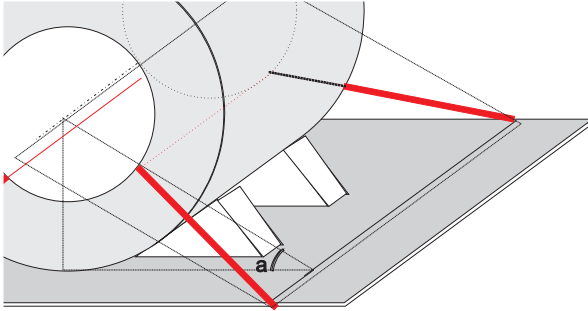
Maantiellä ja Itämerellä 4 kpl, 13 kN / sidos

Pohjanmerellä 4 kpl, 26 kN / sidos

Tai vaihtoehtoisesti asetuksen ajoneuvojen käytöstä tiellä 48. § mukaan: Kuorman liikkumista eteenpäin estävien sidosten nimellislujuuksien summan kuormatilan molemmilta puolilta yhteenlaskettuna on oltava vähintään kuorman painon suuruinen sekä sivulle ja taaksepäin vähintään puolet kuorman painosta.



6.3 Sidonta pyöreän makaavan lastin läpi Makaavat kelat, suuret putket, poikittain lavaan nähden



6.3.1 Sidonta- ja tuentatarpeen määrittely

Massaltaan 4000 kg teräskela poikittain lavalla, halkaisija 1,4 m: säde 0,7 m

sisäsäde $r_s = 0,5$ m

leveys 1,6 m, painopistekorkeus 0,7 m.

Kela määrällä puualustalla: kitkakerroin $\mu = 0,30$ (Taulukko 2 sivulla 17), Kiilan kulma 35°

Kuljetusmuodon kiihtyvyyssarvot a saadaan taulukosta 1 sivulla 16

Liukuminen poikittain

	Maantie ja Itämeri a (alas) 1, a (sivulle) 0,5	Pohjanmeri a (alas) 1, a (sivulle) 0,7
Kitkavoima = $\mu \cdot M \cdot g \cdot a$ (alas)	$0,3 \cdot 4000\text{kg} \cdot g \cdot 1$	$0,3 \cdot 4000\text{kg} \cdot g \cdot 1$
Massavoima = $M \cdot g \cdot a$ (poikittain)	$4000\text{kg} \cdot g \cdot 0,50$	$4000\text{kg} \cdot g \cdot 0,70$
Kitkavoima	= - $0,2 \cdot 4000\text{kg} \cdot g$	= - $0,4 \cdot 4000\text{kg} \cdot g$
- massavoima	= - $800 \text{ kg} \cdot g$	= - $1600 \text{ kg} \cdot g$
+ / -	tarvitaan 800 kg tuki	tarvitaan 1600 kg tuki

Kaatuminen poikittain

Painopistekorkeus $H_{pp} = \text{Halkaisija} / 2 = 1,4 \text{ m} / 2 = 0,7 \text{ m}$

	Maantie ja Itämeri a (alas) 1, a (sivulle) 0,5	Pohjanmeri a (alas) 1, a (sivulle) 0,7
Tukeva momentti = $\text{Leveys} / 2 \cdot M \cdot g \cdot a$ (alas)	$1,6 \text{ m} / 2 \cdot 4000 \text{ kg} \cdot g \cdot 1$	$1,6 \text{ m} / 2 \cdot 4000 \text{ kg} \cdot g \cdot 1$
Kaatava momentti = $H_{pp} \cdot M \cdot g \cdot a$ (poikittain)	$0,7 \text{ m} \cdot 4000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,5$	$0,7 \text{ m} \cdot 4000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,7$
Tukeva momentti	$1,6 \text{ m} / 2 \cdot 4000 \text{ kg} \cdot g \cdot 1$	$1,6 \text{ m} / 2 \cdot 4000 \text{ kg} \cdot g \cdot 1$
- Kaatava momentti	$- 0,7 \cdot 4000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,5$	$- 0,7 \cdot 4000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,7$
	$1800 \text{ kg} \cdot g \cdot \text{kgm}$	$1240 \text{ kg} \cdot g \cdot \text{kgm}$
	$1800 \text{ kg} \cdot g \cdot \text{kgm}$	$1240 \text{ kg} \cdot g \cdot \text{kgm}$
	> 0, kela pysyy pystyssä	> 0, kela pysyy pystyssä

Liukuminen eteenpäin

	Maantie a (alas) 1, a (eteen) 1	Itämeri a (alas) 0,5, a (eteen) 0,3	Pohjanmeri a(alas) 0,3, a(sivulle) 0,3
Kitkavoima = $\mu \cdot M \cdot g \cdot a$ (alas)	$0,3 \cdot 4000 \text{ kg} \cdot g \cdot 1$	$0,3 \cdot 4000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,5$	$0,3 \cdot 4000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,3$
Massavoima = $M \cdot g \cdot a$ (eteen)	$4000 \text{ kg} \cdot g \cdot 1$	$4000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,3$	$4000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,3$
Kitkavoima - massavoima	$= - 0,7 \cdot 4000 \text{ kg} \cdot g$	$= - 0,15 \cdot 4000 \text{ kg} \cdot g$	$= - 0,21 \cdot 4000 \text{ kg} \cdot g$
+ / -	$= - 2800 \text{ kg} \cdot g$ tarvitaan 2800 kg tuki	$= - 600 \text{ kg} \cdot g$ tarvitaan 600 kg tuki	$= - 840 \text{ kg} \cdot g$ tarvitaan 840 kg tuki

Kaatuminen pitkittäin

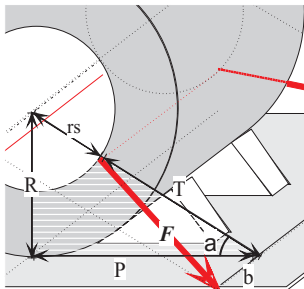
	Maantie a (alas) 1, a (eteen) 1	Itämeri a (alas) 0,5, a (eteen) 0,3
Tukeva momentti = säde $\cdot \sin$ (kiilan kulma) $\cdot M \cdot g \cdot a$ (alas)	$0,7 \text{ m} \cdot \sin 35^\circ \cdot 4000 \text{ kg} \cdot g \cdot 1$ $= 0,7 \text{ m} \cdot 0,57 \cdot 4000 \text{ kg} \cdot g \cdot 1$	$0,7 \text{ m} \cdot \sin 35^\circ \cdot 4000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,5$ $= 0,7 \text{ m} \cdot 0,57 \cdot 4000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,5$
Kaatava momentti = säde $\cdot \cos$ (kiilan kulma) $\cdot M \cdot g \cdot a$ (eteen)	$0,7 \text{ m} \cdot \cos 35^\circ \cdot 4000 \text{ kg} \cdot g \cdot 1$ $= 0,7 \text{ m} \cdot 0,82 \cdot 4000 \text{ kg} \cdot g \cdot 1$	$0,7 \text{ m} \cdot \cos 35^\circ \cdot 4000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,3$ $= 0,7 \text{ m} \cdot 0,82 \cdot 4000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,3$
Tukeva momentti - Kaatava momentti	$= - 700 \cdot g \cdot \text{kgm}$	$= 110 \cdot g \cdot \text{kgm}$

	Pohjanmeri; a (alas) 0,3, a (eteen) 0,3
Tukeva momentti = säde $\cdot \sin$ (kiilan kulma) $\cdot M \cdot g \cdot a$ (alas)	$0,7 \text{ m} \cdot \sin 35^\circ \cdot 4000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,3$ $= 0,7 \text{ m} \cdot 0,57 \cdot 4000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,3$
Kaatava momentti = säde $\cdot \cos$ (kiilan kulma) $\cdot M \cdot g \cdot a$ (eteen)	$0,7 \text{ m} \cdot \cos 35^\circ \cdot 4000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,3$ $= 0,7 \text{ m} \cdot 0,82 \cdot 4000 \text{ kg} \cdot g \cdot 0,3$
Tukeva momentti - Kaatava momentti	$- 210 \cdot g \cdot \text{kgm}$

6.3.2 Sidonta

Sidonta putken läpi

$B=2,5 \text{ m}$; $\text{Leveys}=1,6\text{m}$; $b=(B-\text{leveys})/2= 0,45\text{m}$; säde $R =0,7 \text{ m}$;
sisäsäde $r_s =0,5 \text{ m}$



$$P=0,9\text{m}$$

$$\cos(a) = P/(T+r_s) = P/$$

$$=0,9/$$

$$a = \arccos(0,78) = 39^\circ$$

$$T = R/\sin(a) - r_s = 0,72 \text{ m}$$

Liukuminen eteenpäin

	Maantie ja Itämeri	Pohjanmeri
Liukumista vastaan $F=$	$= - 800 \text{ kg} \cdot g$	$= - 1600 \text{ kg} \cdot g$
	tarvitaan 800 kg tuki	tarvitaan 1600 kg tuki

Kaatuminen poikittain

	$1800 \cdot g \cdot \text{kgm}$	$1240 \cdot g \cdot \text{kgm}$
	> 0 , kela pysyy pystyssä	> 0 , kela pysyy pystyssä

Sidokseen poikittaisesta kiihtyvyydestä aiheutuva voima

	Maantie ja Itämeri	Pohjanmeri
$F = F_x / 2 \cdot \sqrt{T^2 - b^2} / b^2$	$= 800 \text{ kg} / 2 \cdot g \cdot \sqrt{T^2 - b^2} / b$	$1600 \text{ kg} / 2 \cdot g \cdot \sqrt{T^2 - b^2} / b$
	$495 \text{ kg} \cdot g = 4,9 \text{ kN}$	$990 \text{ kg} \cdot g = 9,9 \text{ kN}$

Sidokseen pitkittäisestä kiihtyvyydestä aiheutuva voima Liukuminen eteenpäin

	Maantie	Itämeri	Pohjanmeri
Liukumista vastaan $F=$	$= - 2800 \text{ kg} \cdot g$ tarvitaan 2800 kg tuki	$= - 600 \text{ kg} \cdot g$ tarvitaan 600 kg tuki	$= - 840 \text{ kg} \cdot g$ tarvitaan 840 kg tuki
Sidokseen vaakavoimasta $F / 2 \cdot g \cdot \sqrt{T^2 - b^2} / (T \cdot \cos(a))$	$= 2800 \text{ kg} / 2 \cdot g$ $\cdot \sqrt{T^2 - b^2} / (T \cdot \cos(a))$		
	$= 2212 \cdot g \cdot \text{kg}$	$= 474 \cdot g \cdot \text{kg}$	$= 664 \cdot g \cdot \text{kg}$

Kaatuminen pitkittäin

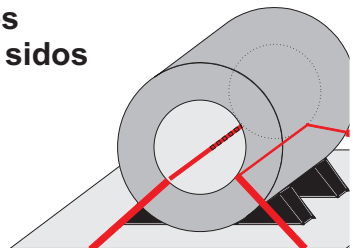
	Maantie	Itämeri	Pohjanmeri
Kaatumista vastaan			
$M=$	$= - 700 \cdot g \cdot \text{kgm}$	$= 110 \cdot g \cdot \text{kgm}$	$= - 210 \cdot g \cdot \text{kgm}$
Sidokseen vaakavoimasta			
$M / 2r \cdot \sqrt{T^2 - b^2} / T$	$= 700 \cdot g \cdot / (2 \cdot 0,7)$ $\cdot \sqrt{0,62^2 - 0,45^2} / 0,62$	Ei kaadu	$= 210 \cdot g \cdot / (2 \cdot 0,7)$ $\cdot / 0,62$
	$= 618 \cdot g \cdot \text{kg}$		$= 185 \cdot g \cdot \text{kg}$
Sidosvoimat lasketaan yhteen	$= (2212+618) \cdot g \text{ kg}$	$= (474+0) \cdot g \text{ kg}$	$= (664+185) \cdot g \text{ kg}$
	$= 2830 \cdot g \text{ kg}$	$= 474 \cdot g \text{ kg}$	$= 849 \cdot g \text{ kg}$
	$= 28 \text{ kN}$	$= 4,7 \text{ kN}$	$= 8,5 \text{ kN}$

Sidokset esimerkissä vähintään:

2 sidosta/ kela, Maantiellä 28 kN / sidos

2 sidosta/ kela, Itämerellä 4,9 kN / sidos

2 sidosta/ kela, Pohjanmerellä 9,9 kN / sidos



6.4 Vinosidonta, pitkittäissidos

Vinosidosta on käytettävä, jos kuorma tulee tukea

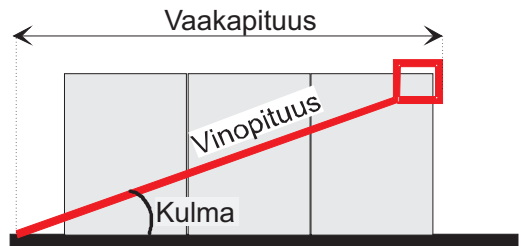
sekä kaatumista että liukumista vastaan yksikön pituussuunnassa. Vinosidoksen lujuus F jakautuu vaaka- ja pystyvoimiin, joista käytännön kannalta vain vaakakomponentilla on merkitystä. Tämän vuoksi :

Kuorman eteenpäin liikkumisen estävän sitomisvälineen on oltava mahdollisimman vaakasuorassa eikä se ilman erityistä syytä saa olla yli 60° kulmassa vaakatasoon nähden.

Vaakasuoran voiman suuruus riippuu lujuudesta ja kulmasta seuraavasti:

Vaakavoima = sidoksen lujuus $\cdot \cos$ (Kulma) = Vaakapituus /

Vinopituus
Kuvan mukaisessa
esimerkkisidoksessa:
eteenpäin liukumista aiheuttava



voima = $X \cdot g$ kg

Kaatava momentti tornia kohti = $Y \cdot g$ kgm , joten kaatava voima = tornien lukumäärä $\cdot Y \cdot g$ kgm / korkeus (m) = Z

vaakavoima joka sidoksella kumottava = $(X + Z)$

Sidoksen tulee kestää vähintään vaakavoima / \cos (kulma)

$F_{\min} = (X + Z) / \cos$ (kulma)

6.5 Vaakavyöt

Vaakavyöllä estetään ainoastaan lastin kaatuminen.

Vaakavyön käyttö yli kolme kolia pitkälle ryhmälle ei ole perusteltua, paitsi käytettäessä poikittaisia välisidoksia.

Yleensä lasti tulee tukea myös liukumista vastaan
(esim. maantiekuljetuksessa kitkakertoimen ollessa $< 0,5$).

Tukinaruilla tulee varmistaa, ettei vaakavyö putoa kuljetuksen aikana.

