

# Caring kuormanvarmistuslaskurin opas

**Lashing Calculator**

Transport route

Road  
 Rail  
 Sea A  
 Sea B  
 Sea C

Lashing equipment

LC 2000 daN  
 S<sub>LC</sub> 400 daN

Lashing point

LC 2000 daN

Lashing type

Top-over lashing

**Top-over lashing**

Sliding

Cargo weight in ton prevented from sliding by each top-over lashing.

p	Sideways	Forward	Rearwards
0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.00	0.04	0.08
0.10	0.10	0.09	0.18
0.15	0.31	0.16	0.31
0.20	0.48	0.21	0.48
0.25	0.72	0.29	0.72
0.30	1.1	0.38	1.1
0.35	1.7	0.49	1.7
0.40	2.3	0.63	2.3
0.45	4.4	0.81	4.4
0.50	no slide	1.1	no slide
0.55	no slide	1.4	no slide
0.60	no slide	1.9	no slide
0.65	no slide	2.7	no slide
0.70	no slide	4.4	no slide
0.75	no slide	5.5	no slide
0.80	no slide	no slide	no slide

Tipping

Cargo weight in ton prevented from tipping by each top-over lashing.

H/S	rows					H/L	Forward	Rearwards
	1	2	3	4	5			
0.6	no tip	no tip	no tip	6.4	2.9	0.6	no tip	no tip
0.8	no tip	no tip	5.4	2.1	1.5	0.8	no tip	no tip
1.0	no tip	no tip	2.2	1.3	0.97	1.0	no tip	no tip
1.2	no tip	4.6	1.4	0.91	0.71	1.2	no tip	no tip
1.4	no tip	2.3	0.99	0.71	0.58	1.4	0.3	no tip
1.6	no tip	1.5	0.78	0.58	0.49	1.6	2.3	no tip
1.8	no tip	1.1	0.64	0.45	0.42	1.8	1.4	no tip
2.0	no tip	0.90	0.54	0.42	0.36	2.0	1.1	no tip
2.2	0.6	0.75	0.47	0.37	0.32	2.2	0.83	7.2
2.4	3.6	0.64	0.42	0.33	0.29	2.4	0.68	3.6
2.6	2.4	0.56	0.37	0.30	0.26	2.6	0.58	2.4
2.8	1.8	0.50	0.34	0.28	0.24	2.8	0.51	1.8
3.0	1.4	0.46	0.31	0.25	0.22	3.0	0.45	1.4
3.2	1.2	0.41	0.29	0.24	0.21	3.2	0.40	1.2

Developed by ManTerm AB

Versio: 2012-06-20

## CARING KUORMANVARMISTUSLASKURIN OPAS

Caring kuormanvarmistuslaskuri perustuu standardin EN 12195-1:2010 periaatteisiin. Käyttäjällä on mahdollista tuottaa oman toimintaympäristön kuormanvarmistuksen vaatimukset täyttävä sidontavälineiden lukumäärä. Omalla toimintaympäristöllä tarkoitetaan omaa kuljetuskalustoa ja toimintaympäristöä.

Oppaan sisältö

1. **Lashing-taulu** – Opas ”Sidonta”-taulun käyttämiseksi
2. **Washers and nails -taulu** – Opas ”Tartunta-aluslevyjen ja naulojen” käyttämiseksi
3. **Transport route** – Käytettävissä olevien kuljetusmuotojen määrittely
4. **Friction factors** – Standardissa EN 12195-1:2010 olevien kitkakertoimien lista
5. **Example** – Esimerkki, kuinka taulukoita käytetään tarvittavien sidontavälineiden lukumäärien määrittämiseksi

### 1. Lashing-taulu

#### 1.1 Laskennan laatiminen

- 1 Valitse kohdasta ”Transport route” kuljetusmuoto, jotka haluat sisällyttää laskentaan
- 2 Syötä valitun sidontavälineen sidontakyvyn (LC) ja kiristysvoiman (STF) arvo kohtaan ”Lashing equipment”.
- 3 Syötä sidontapisteen sidontakyvyn arvo kohtaan ”Lashing point”
- 4 Valitse sidontatyyppi kohdasta ”Lashing type”. Sidontatyypit ovat:
  - ylisidonta
  - silmukkasidonta
  - valjassidonta
  - suora/ristikkäissidonta

#### Transport route

- Road
- Rail
- Sea A
- Sea B
- Sea C

#### Lashing equipment

LC 1600 daN  
S<sub>TF</sub> 400 daN

#### Lashing point

LC 2000 daN

#### Lashing type

Top-over lashing

## 1.2 Tulokset

Kun kaikki edellä luetellut kohdat on täytetty, laskuri esittää kuorman painon tonneina, missä yhdellä sidontavälineellä estetään kuorman liukuminen tai kaatuminen kahdessa eri taulussa.

### Liukuminen

#### Sliding

Cargo weight in ton prevented from sliding by each top-over lashing.

$\mu$	Sideways	Forward	Rearwards
0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	0,08	0,04	0,08
0,10	0,18	0,09	0,18
0,15	0,31	0,15	0,31
0,20	0,48	0,21	0,48
0,25	0,72	0,29	0,72
0,30	1,1	0,38	1,1
0,35	1,7	0,49	1,7
0,40	2,9	0,63	2,9
0,45	6,4	0,81	6,4
0,50	no slide	1,1	no slide
0,55	no slide	1,4	no slide
0,60	no slide	1,9	no slide
0,65	no slide	2,7	no slide
0,70	no slide	4,4	no slide
0,75	no slide	9,5	no slide
0,80	no slide	no slide	no slide

### Kaatuminen

#### Tipping

Cargo weight in ton prevented from tipping by each top-over lashing.

H/B	1 row	2 rows	3 rows	4 rows	5 rows	H/L	Forward	Rearwards
0,6	no tip	no tip	no tip	5,8	2,9	0,6	no tip	no tip
0,8	no tip	no tip	4,9	2,1	1,5	0,8	no tip	no tip
1,0	no tip	no tip	2,2	1,3	0,97	1,0	no tip	no tip
1,2	no tip	4,1	1,4	0,91	0,73	1,2	no tip	no tip
1,4	no tip	2,3	0,99	0,71	0,58	1,4	5,3	no tip
1,6	no tip	1,5	0,78	0,58	0,49	1,6	2,3	no tip
1,8	no tip	1,1	0,64	0,49	0,42	1,8	1,4	no tip
2,0	no tip	0,90	0,54	0,42	0,36	2,0	1,1	no tip
2,2	4,5	0,75	0,47	0,37	0,32	2,2	0,83	7,2
2,4	3,3	0,64	0,42	0,33	0,29	2,4	0,68	3,6
2,6	2,4	0,56	0,37	0,30	0,26	2,6	0,58	2,4
2,8	1,8	0,50	0,34	0,28	0,24	2,8	0,51	1,8
3,0	1,4	0,45	0,31	0,25	0,22	3,0	0,45	1,4
3,2	1,2	0,41	0,29	0,24	0,21	3,2	0,40	1,2

### Liukuminen

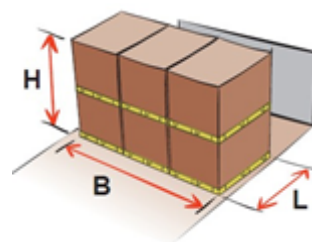
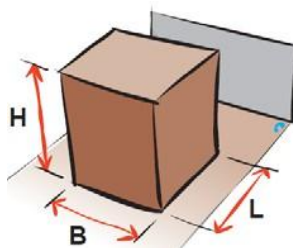
Ensimmäisessä taulukossa yhdellä sidontavälineellä liukumisen estävä kuorman paino tonneina esitetään eri kitkakertoimen arvoilla. Kitkakertoimet ovat ensimmäisessä sarakkeessa.

### Kaatuminen

Toisessa taulukossa esitetään yhdellä sidontavälineellä kaatumisen estävä kuorman paino tonneina.

Kaatumisen estävä varmistus poikittaissuunnassa esitetään ensin eri korkeuden ja leveyden suhteilla (H/B) kuormalohkoa kohti. Sarakkeissa ilmoitetaan rivien lukumäärä lohkoissa. Rivien lukumäärä on yhtä kuin tavarayksiköiden lukumäärä.

Kaatumisen estävä varmistus eteenpäin ja taaksepäin esitetään seuraavaksi eri korkeuden ja pituuden (H/L) suhteena. Laskenta on vain kuorman ensimmäiselle ja viimeiselle lohkolle.



## 2. Washers and nails -taulu

### 2.1 Laskennan laatiminen

1. Kohdassa "Transport route section" valitse laskentaan tuleva kuljetusmuoto.

#### Transport route

- Road
- Rail
- Sea A
- Sea B
- Sea C

### 2.2 Tulokset

#### Tartunta-aluslevyt

Kuorma, jonka liukumisen yksi tartunta-aluslevy estää, esitetään erikokoisille aluslevyille ja useilla kitkakertoimien arvoilla. Kuorman paino on tonneina.

#### Huom.

Kitkakertoimen valinta tulee perustua tartunta-aluslevyn ja kuormayksikön tai kuormakorin lattian yhdistelmälle.

Tartunta-aluslevyä tulee käyttää vain sidonnan kanssa yhdessä.

Cargo weight in ton prevented from sliding by each tag washer.

Tag washers should only be used in combination with lashings.

Dimension [mm]							
	φ 48	φ 62	φ 75	φ 95	30 x 57	48 x 65	130 x 130
<b>μ</b>	<b>Sideways</b>						
0,20	0,42	0,58	0,75	1,00	0,42	0,58	1,3
0,30	0,63	0,88	1,1	1,5	0,63	0,88	1,9
0,40	1,3	1,8	2,3	3,0	1,3	1,8	3,8
<b>μ</b>	<b>Forward</b>						
0,20	0,21	0,29	0,38	0,50	0,21	0,29	0,63
0,30	0,25	0,35	0,45	0,60	0,25	0,35	0,75
0,40	0,31	0,44	0,56	0,75	0,31	0,44	0,94
<b>μ</b>	<b>Rearwards</b>						
0,20	0,42	0,58	0,75	1,00	0,42	0,58	1,3
0,30	0,63	0,88	1,1	1,5	0,63	0,88	1,9
0,40	1,3	1,8	2,3	3,0	1,3	1,8	3,8

The friction factor should be chosen based on the material combination for the tag washer and the cargo or the platform.

## Naulat 4"

Kuorma, jonka liukumisen yksi lankanaula tai galvanoitu naula estää esitetään eri kitkakertoimien arvoilla. Naulan tulee olla vähintään 4 tuumaa.

Cargo weight in ton prevented from sliding by each 4" nail.

μ	Sideways		Forward		Rearwards	
	Smooth	Galvanized	Smooth	Galvanized	Smooth	Galvanized
0,15	0,31	0,46	0,17	0,25	0,31	0,46
0,20	0,37	0,53	0,18	0,27	0,37	0,53
0,25	0,44	0,64	0,20	0,29	0,44	0,64
0,30	0,55	0,80	0,22	0,32	0,55	0,80
0,35	0,73	1,1	0,24	0,36	0,73	1,1
0,40	1,1	1,6	0,28	0,40	1,1	1,6
0,45	2,2	3,2	0,31	0,46	2,2	3,2
0,50	no slide	no slide	0,37	0,53	no slide	no slide
0,55	no slide	no slide	0,44	0,64	no slide	no slide
0,60	no slide	no slide	0,55	0,80	no slide	no slide
0,65	no slide	no slide	0,73	1,1	no slide	no slide
0,70	no slide	no slide	1,1	1,6	no slide	no slide
0,75	no slide	no slide	2,2	3,2	no slide	no slide
0,80	no slide	no slide	no slide	no slide	no slide	no slide

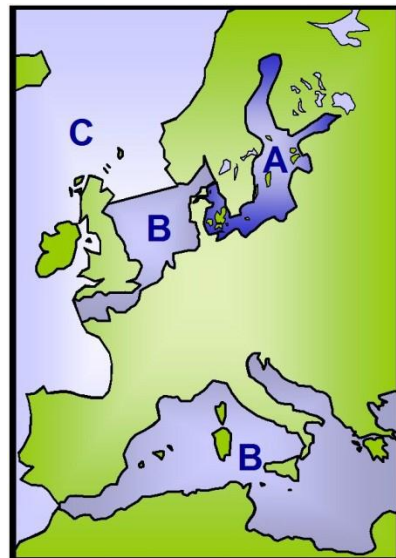
## 3. Kuljetusreitti

Kuljetusmuotojen valinnalla voidaan muodostaa kuljetusreittejä. Laskurissa voidaan valita seuraavia kuljetusmuotoja:

- maantiekuljetus
- rautatiekuljetus
- merikuljetus

Merikuljetus on jaettu kolmeen eri liikennealueeseen A, B ja C. Jokaisella alueella on omat yksilölliset kuormanvarmistuksen vaatimukset. Alueet ovat viereisessä kuvassa ja ne ovat:

- Merialue A = Itämeri
- Merialue B = Pohjanmeri ja Välimeri
- Merialue C = Rajoittamaton alue



## 4. Kitkakertoimia

Kitkakertoimia eri materiaaliyhdistelmille esitetään alla olevassa taulukossa. Sama taulukko on myös standardissa EN 12195-1:2010.

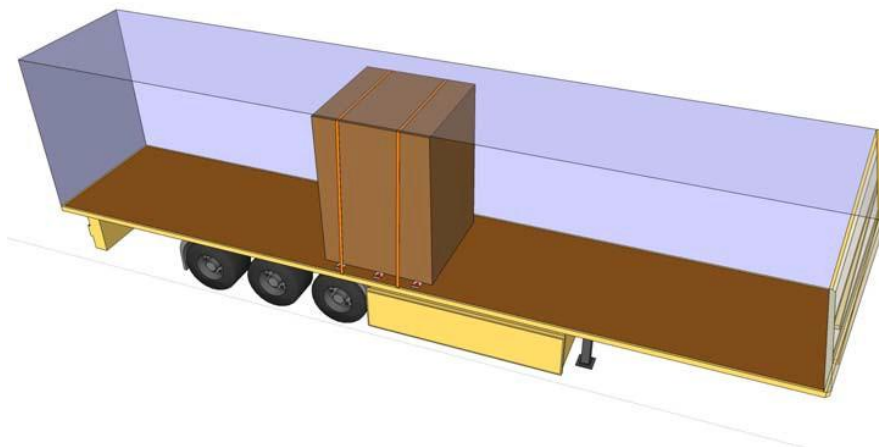
Kosketuspinnan materiaaliyhdistelmät <sup>a</sup>	Kitkakerroin $\mu$
<b>Sahatavara</b>	
Sahatavara – kertopuu/vaneri	0,45
Sahatavara – rihlattu alumiini	0,4
Sahatavara – kutistekalvo	0,3
Sahatavara – ruostumaton teräslevy	0,3
<b>Höylätty puu</b>	
Höylätty puu – kertopuu/vaneri	0,3
Höylätty puu – rihlattu alumiini	0,25
Höylätty puu – ruostumaton teräslevy	0,2
<b>Muovipalletti</b>	
Muovipalletti – kertopuu/vaneri	0,2
Muovipalletti – rihlattu alumiini	0,15
Muovipalletti – ruostumaton teräslevy	0,15
<b>Teräs ja metalli</b>	
Teräshäkki, teräsarkku – kertopuu/vaneri	0,45
Teräspakkaus – rihlattu alumiini	0,3
Teräspakkaus – ruostumaton teräslevy	0,2
<b>Betoni</b>	
Karkea betoni – sahapuinen aluspuu	0,7
Sileä betoni – sahapuinen aluspuu	0,55
<b>Liukuestematto</b>	
Kumi	0,6 <sup>b</sup>
Muu materiaali	Sertifiointin mukaan <sup>c</sup>
<sup>a</sup> Pinta, kuiva tai märkä mutta puhdas, ei öljyä, jätää, rasvaa. <sup>b</sup> Voidaan käyttää suorasidonnassa kertoimella $f_{\mu}$ . <sup>c</sup> Kun käytetään erityismateriaaleja, kuten liukumisenestomattoja, vaaditaan sertifikaatti kitkakertoimesta $\mu$ .	

On varmistettava, että käytettävät kitkakertoimet soveltuvat kuljetusvälineeseen. Jos materiaalien kosketuspinnat eivät ole puhtaat tai ovat jäisiä, lumisia tai huuroida, suurempaa kitkakertoimen arvoa kuin  $\mu = 0,2$  (merikuljetuksessa  $\mu = 0,3$ ) ei saa käyttää. Erityiset varotoimen ovat tarpeen öljyisten ja rasvaisten pintojen suhteen.

## 5. Esimerkki

Puumateriaalilla päällystetty tavarayksikkö kuljetetaan maanteitse puoliperävaunussa, jossa on puinen lattia. Tavarayksikön paino on 5 tonnia, pituus  $L = 2,0$  m, leveys  $B = 2,0$  m ja korkeus  $H = 2,8$  m sekä painopiste on keskellä tavarayksikköä.

Tavarayksikkö varmistetaan ylisidontamenetelmällä. Varmistukseen käytetään kaksi sidontavyötä, joiden sidontakyky  $LC = 1600$  daN (1600 kg) ja esikiristysvoima  $F_T = 400$  daN (400 kg). Lisäksi tavarayksikön liukuminen on estetty kuudella tartunta-aluslevyllä ( $\varnothing 95$  mm), jotka on asetettu symmetrisesti tavarayksikön alle. Kuormanvarmistus esitetään alla olevassa kuvassa.



**Onko tavarayksikön kuormanvarmistus riittävä estämään liukuminen ja kaatuminen joka suuntaan?**

Lasketaan riittävä kuormanvarmistusvaatimus laskuria käyttäen:

### 5.1 Liukuminen

$\mu$	Sideways	Forward	Rearwards
0,00	0,00	0,00	0,00
0,05	0,08	0,04	0,08
0,10	0,18	0,09	0,18
0,15	0,31	0,15	0,31
0,20	0,48	0,21	0,48
0,25	0,72	0,29	0,72
0,30	1,1	0,38	1,1
0,35	1,7	0,49	1,7
0,40	2,9	0,63	2,9
0,45	6,4	0,81	6,4
0,50	no slide	1,1	no slide
0,55	no slide	1,4	no slide
0,60	no slide	1,9	no slide
0,65	no slide	2,7	no slide
0,70	no slide	4,4	no slide
0,75	no slide	9,5	no slide
0,80	no slide	no slide	no slide

#### Sidontavyöt

Kitkakertoimeksi valitsemme 0,4 sivulla 5 olevasta taulukosta. Tartunta-aluslevyn ja puun välistä kosketuspintaa vastaa lähinnä sahattu puu ja rihlattu alumiini. Kuljetus tapahtuu kesäaikana, joten lumesta ja jäädästä ei ole vaaraa.

#### Poikittaissuunta

Poikittaissuunnassa yksi sidontavyö estää 2,9 tonnin kuorman liukumisen.

#### Eteenpäin

Yksi sidontavyö estää 0,63 tonnin kuorman liukumisen.

#### Taaksepäin

Yksi sidontavyö estää 2,9 tonnin kuorman liukumisen

Dimension [mm]							
$\phi$ 48	$\phi$ 62	$\phi$ 75	$\phi$ 95	30 x 57	48 x 65	130 x 130	

$\mu$	Sideways							
0,20	0,42	0,58	0,75	1,00	0,42	0,58	1,3	
0,30	0,63	0,88	1,1	1,5	0,63	0,88	1,9	
0,40	1,3	1,8	2,3	3,0	1,3	1,8	3,8	

$\mu$	Forward							
0,20	0,21	0,29	0,38	0,50	0,21	0,29	0,63	
0,30	0,25	0,35	0,45	0,60	0,25	0,35	0,75	
0,40	0,31	0,44	0,56	0,75	0,31	0,44	0,94	

$\mu$	Rearwards							
0,20	0,42	0,58	0,75	1,00	0,42	0,58	1,3	
0,30	0,63	0,88	1,1	1,5	0,63	0,88	1,9	
0,40	1,3	1,8	2,3	3,0	1,3	1,8	3,8	

## Tartunta-aluslevyt

### Poikittaissuunta

Poikittaissuunnassa yksi tartunta-aluslevy estää 3,0 tonnin kuorman liukumisen.

### Eteenpäin

Yksi tartunta-aluslevy estää 0,75 tonnin kuorman liukumisen

### Taaksepäin

Yksi tartunta-aluslevy estää 3,0 tonnin kuorman liukumisen

Koska tartunta-aluslevyjä ja ylisidontaa käytetään yhdessä, liukumisen estävä kuorman paino lasketaan seuraavasti:

	Poikittaissuunta	Eteenpäin	Taaksepäin
Ylisidonta	2 x 2.9 = 5.8 t	2 x 0.63 = 1.3 t	2 x 2.9 = 5.8 t
Tartunta-aluslevyt	6 x 3.0 = 18.0 t	6 x 0.75 = 4.5 t	6 x 3.0 = 18.0 t
<b>Yhteensä</b>	<b>= 23.8 t</b>	<b>= 5.8 t</b>	<b>= 23.8 t</b>

Koska kuorman paino on 5 tonnia, tämä kuormanvarmistusjärjestely on riittävä estämään liukuminen joka suuntaan.

## 5.2 Kaatuminen

H/B	1	2	3	4	5	H/L	Forward	Rearwards
0,6	no tip	no tip	no tip	5,8	2,9	0,6	no tip	no tip
0,8	no tip	no tip	4,9	2,1	1,5	0,8	no tip	no tip
1,0	no tip	no tip	2,2	1,3	0,97	1,0	no tip	no tip
1,2	no tip	4,1	1,4	0,91	0,73	1,2	no tip	no tip
1,4	no tip	2,3	0,99	0,71	0,58	1,4	5,3	no tip
1,6	no tip	1,5	0,78	0,58	0,49	1,6	2,3	no tip
1,8	no tip	1,1	0,64	0,49	0,42	1,8	1,4	no tip
2,0	no tip	0,90	0,54	0,42	0,36	2,0	1,1	no tip
2,2	4,5	0,75	0,47	0,37	0,32	2,2	0,83	7,2
2,4	3,3	0,64	0,42	0,33	0,29	2,4	0,68	3,6
2,6	2,4	0,56	0,37	0,30	0,26	2,6	0,58	2,4
2,8	1,8	0,50	0,34	0,28	0,24	2,8	0,51	1,8
3,0	1,4	0,45	0,31	0,25	0,22	3,0	0,45	1,4
3,2	1,2	0,41	0,29	0,24	0,21	3,2	0,40	1,2

### Poikittaissuunta

Kuormayksikön korkeus H on 2,8 m ja leveys B on 2,0 m. Siten H/B = 1,4. Poikittaissuunnassa ei ole kaatumisriskiä.

### Eteenpäin/Taaksepäin

Kuormayksikön korkeus H on 2,8 m ja pituus L on 2,0. Siten H/L = 1,4.

Eteenpäin-suunnassa yksi sidontavyö estää 5,3 tonnin kuorman kaatumisen. Sidonta kahdella vyöllä estää siten 10,6 tonnin kuorman kaatumisen, mikä on siis riittävä. Taaksepäin ei ole kaatumisvaaraa.

## 5.3 Johtopäätös

Ylläoleva laskenta osoittaa, että kuudella tartunta-aluslevyllä ja kahdella sidontavyöllä tehty kuormanvarmistusjärjestely on riittävä estämään liukuminen ja kaatuminen kaikkiin suuntiin.