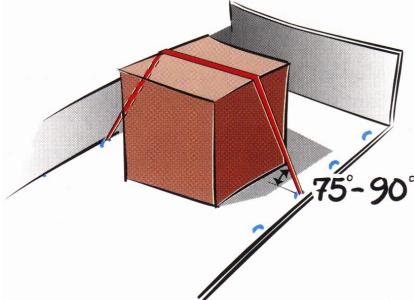
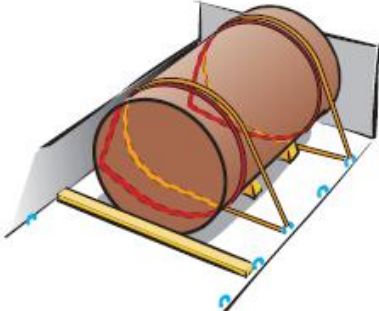
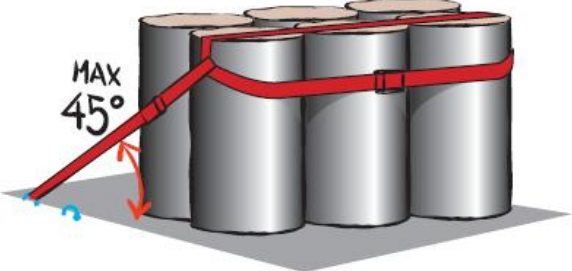
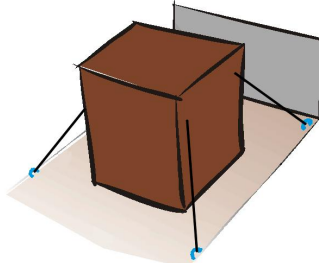


Formler som används i Lastsäkringskalkylatorn för CARING

	
<p>Överfallssurning</p>	<p>Loopsurning</p>
	
<p>Grimsurning</p>	<p>Rak/kryss-surning</p>

Version 2013-08-23

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	<i>Sida</i>
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	1
1 PARAMETRAR I FORMLERNAN	2
2 ÖVERFALLSSURRNING	4
2.1 Glidning:	4
2.2 Tippning:	5
3 LOOPSURRNING	7
3.1 Glidning:	7
3.2 Tippning:	8
4 GRIMSURRNING	9
4.1 Glidning:	9
4.2 Tippning:	10
5 RAK/KRYSS-SURRNING	11
5.1 Glidning:	11
5.2 Tippning:	12

1 PARAMETRAR I FORMLERNA

Allmänna parametrar

		Enhet
$f_s =$	Säkerhetsfaktor vid surringar med friktion	-
$m =$	Godsets massa	ton (=1000 kg)
$N =$	Antalet lastade rader	-
$n =$	Antal surringar	-

Accelerationer

$g =$	Jordaccelerationen (= 9,81 m/s ²)	m/s ²
$c_x =$	Längsgående acceleration	-
$c_y =$	Tvärgående acceleration	-
$c_z =$	Vertikal acceleration	-

Friktion

$\mu =$	Friktionskoefficient	-
$f_\mu =$	Omvandlingsfaktor för dynamisk/statisk friktion	-

Egenskaper för surringsutrustningen

$FT =$	Förspänningskraft(S_{TF})	kN (= 100 daN)
$S_{TF} =$	Standard tension force	kN (= 100 daN)
$FR =$	Tillåten kraft i surringen	kN (= 100 daN)
$LC =$	Säker belastning	kN (= 100 daN)

Vinklar

$\alpha =$	Vertikal surringsvinkel	°
$\beta_x =$	Längsgående surringsvinkel	°
$\beta_y =$	Tvärgående surringsvinkel	°
$\alpha =$	Vertikal surringsvinkel	°

<i>Avstånd</i>		<i>Unit</i>
$L =$	Godsets totala längd	m
$B =$	Godsets totala bredd	m
$H =$	Godsets totala höjd	m
$w =$	Lastbredd	m
$h =$	Avståndet i höjdlid mellan surrningsfästet på godset och godsets tippunkt	m
$b = B_{tp} =$	Avståndet i sidled mellan godsets tyngdpunkt och godsets tippunkt	m
$b = L_{tp} =$	Avståndet i längdled mellan godsets tyngdpunkt och godsets tippunkt	m
$d = H_{tp} =$	Avståndet i höjdlid mellan godsets tyngdpunkt och godsets tippunkt	m
$l =$	Avståndet i längdled mellan surrningsfästet på godset och godsets tippunkt	m
$s =$	Avståndet mellan flak och surrningsfäste på godset i höjdlid	m
$t =$	Avståndet mellan flak och tippunkten på godset i höjdlid	m
$p =$	Avståndet mellan godsets yttre del och surrningsfästet på godset i horisontalled	m
$r =$	Avståndet mellan godsets yttre del och tippunkten på godset i horisontalled	m

Observera:

- Om $m < 0$ i någon av formlerna föreligger ingen risk för glidning eller tippning.
- $LC = MSL = SWL =$ Säker belastning

2 ÖVERFALLSSURRING

2.1 Glidning:

Grundformel enligt EN12195-1 (2010):

$$\text{Alla riktningar} \quad n \geq \frac{m \cdot g(c_{x,y} - c_z \cdot \mu)}{2\mu \cdot \sin \alpha \cdot F_T} \cdot f_s \quad \text{Ekv (10)}$$

med $n = 1$ fås följande formel som ger vilken massa m som en överfallssurring förhindrar att glida i olika riktningar:

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

I lastsäkringskalkylatorn används följande värden;

$m =$	Massan i ton
$\mu =$	Friktionskoefficient
$f_s =$	Säkerhetsfaktor; 1.25 (framåt på väg) i övrigt 1.1
$F_T =$	Spännkraft i surringen uttryckt i kN (Notera: 1 kN = 100 daN)
$\alpha =$	75°
$c_{x,y,z} =$	Beror på transportslag enligt tabell 2, 3 och 4 i standarden.
$g =$	9.81 m/s ²

2.2 Tippning:

Grundformel enligt EN12195-1 (2010):

Framåt och bakåt $2n \cdot F_T \cdot \sin \alpha \cdot \frac{L}{2} \geq m \cdot g(c_x \cdot d - c_z \cdot b) \cdot f_s$ Ekv (15)

Sidled $n \geq \frac{m \cdot g(c_y \cdot d - c_z \cdot b)}{w \cdot F_T (\sin \alpha + 0.25 \cdot (N - 1))} \cdot f_s$ Ekv (16)

Framåt, bakåt:

med $n = 1$, $d = H_{tp}$, $b = L_{tp}$ fås följande formel som ger vilken massa m som en överfallssurrning förhindrar att tippa i längdriktningen:

$$m = \frac{F_T \cdot \sin \alpha \cdot L}{g(c_x \cdot H_{tp} - c_z \cdot L_{tp}) \cdot f_s}$$

Om tyngdpunkten är placerad i kollits geometriska centrum;

$$H_{tp} = \frac{H}{2}, L_{tp} = \frac{L}{2} \text{ och } n = 1:$$

$$m = \frac{2 \cdot F_T \cdot \sin \alpha}{g(c_x \cdot \frac{H}{L} - c_z) \cdot f_s}$$

Sidled, lastning i en rad

med $n = 1$, $N = 1$, $w = B$, $d = H_{tp}$, $b = B_{tp}$ fås följande formel som ger vilken massa m som en överfallssurrning förhindrar att tippa i längdriktningen:

$$m = \frac{F_T \cdot \sin \alpha \cdot B}{g(c_y \cdot H_{tp} - c_z \cdot B_{tp}) \cdot f_s}$$

Om tyngdpunkten är placerad i kollits geometriska centrum;

$$H_{tp} = \frac{H}{2}, B_{tp} = \frac{B}{2} \text{ och } n = 1:$$

$$m = \frac{2 \cdot F_T \cdot \sin \alpha}{g(c_y \cdot \frac{H}{B} - c_z) \cdot f_s} \quad \text{Ekv (14)}$$

Sidled, lasting i flera rader, då tyngdpunkten är placerad i kollits geometriska centrum;

$$H_p = \frac{H}{2}, B_p = \frac{B}{2} \text{ och } n = 1:$$

$$m = \frac{2 \cdot F_T \cdot (\sin \alpha + 0.25 \cdot (N - 1))}{g(c_y \cdot N \cdot \frac{H}{B} - c_z) \cdot f_s} \quad \text{Ekv (17)}$$

I lastsäkringskalkylatorn används följande värden;

$m =$	Massan i ton
$H/L =$	Förhållandet mellan höjden H och längden L som är nyckeltal i tabellen för riktning framåt respektive bakåt
$H/B =$	Förhållandet mellan höjden H och bredden B som är nyckeltal i tabellen för riktning i sidled
$F_T =$	Spännkraft i surrningen uttryckt i kN (om $c_y = 0.5$) eller $LC/2$ (om $c_y = 0.6$). (Notera: 1 kN = 100 daN)
$\alpha =$	75°
$f_s =$	Säkerhetsfaktor; 1.25 (framåt på väg) i övrigt 1.1
$c_{x,y,z} =$	Beror på transportslag enligt tabell 2, 3 och 4 i standarden
$N =$	Antal lastrader
$g =$	9.81 m/s^2

Observera!

Tippningsrisken beräknas med $C_y = 0,5$ och $F_T =$ spännkraft i surrningsutrustningen, vilket ger tippningsrisk om $H/B > 2$. Om det finns tippningsrisk presenterar lastsäkringskalkylatorn det lägsta av följande två värden; $C_y = 0,5$ och F_T eller $C_y = 0,6$ och $LC/2$.

3 LOOPSURRING

3.1 Glidning:

Grundformel enligt EN 12195-1 (2010):

$$n \geq \frac{m \cdot g (c_y - c_z \cdot f_\mu \cdot \mu)}{F_R (\cos \alpha_1 \cdot \sin \beta_{x_1} + \cos \alpha_2 \cdot \sin \beta_{x_2} + f_\mu \cdot \mu \cdot \sin \alpha_1 + f_\mu \cdot \mu \cdot \sin \alpha_2)} \quad \text{Ekv (30)}$$

med $F_R = LC$, $\mu d = f_\mu \cdot \mu$ samt $\alpha_2 = 0^\circ$, β_{x1} och $\beta_{x2} = 90^\circ$ fås följande formel som ger vilken massa m som en loopsurring förhindrar att glida i sidled:

Sidled:
$$m = \frac{LC \cdot (\mu \cdot f_\mu \cdot \sin \alpha_1 + 1 + \cos \alpha_1)}{(c_y - \mu \cdot f_\mu \cdot c_z) \cdot g}$$

I lastsäkringskalkylatorn används följande värden;

$m =$	Massan i ton
$\mu =$	Friktionskoefficient
$f_\mu =$	0.75
$LC =$	Säker belastning i surrningsutrustningen, uttryckt i kN (Notera: 1 kN = 100 daN)
$\alpha_1 =$	90°
$c_{y,z} =$	Beror på transportslag enligt tabell 2, 3 och 4 i standarden
$g =$	9.81 m/s^2

3.2 Tippning:

Grundformel enligt EN 12195-1 (2010):

$$n \geq \frac{m \cdot g(c_y \cdot d - c_z \cdot b)}{F_R(\sin \alpha_1 \cdot w + \cos \alpha_1 \cdot \sin \beta_{x1} \cdot h + 0.25(N-1) \cdot w)} \quad \text{Ekv (33)}$$

Om tyngdpunkten är placerad i kollits geometriska centrum;

$$d = H_{tp} = \frac{H}{2}, \quad b = B_{tp} = \frac{B}{2}, \quad w = B, \quad n = 1, \quad \alpha_1 = 90^\circ \text{ och } \beta_{x1} = 90^\circ$$

ger följande formel vikten m som ett loopsurrningspar förhindrar att tippa i sidled:

Sidled:
$$m = \frac{2 \cdot F_R \cdot (1 + (N-1) \cdot 0.25)}{(c_y \cdot N \cdot \frac{H}{B} - c_z) \cdot g}$$

I lastsäkringskalkylatorn används följande värden;

$m =$	Massan i ton
$H/B =$	Förhållandet mellan höjden H och bredden B som är nyckeltal i tabellen för riktning i sidled
$F_R =$	$0.5 \cdot LC$
$LC =$	Säker belastning i surrningsutrustningen, uttryckt i kN (Notera: 1 kN = 100 daN)
$c_{y,z} =$	Beror på transportslag enligt tabell 2, 3 och 4 i standarden
$N =$	Antal lastrader
$g =$	9.81 m/s^2

4 GRIMSURNING

4.1 Glidning:

Grundformel enligt EN 12195-1 (2010):

$$n \geq \frac{m \cdot g (c_x - c_z \cdot f_\mu \cdot \mu_d)}{F_R (\mu \cdot f_\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha \cdot \cos \beta_{x,y})} \quad \text{Baserad på ekv (35)}$$

med $F_R = LC$, $\beta_{x,y} = 0^\circ$ och $n = 2$ (grimma med två delar) ger följande formel vikten m som en grimma förhindrar att glida i längsgående riktning:

$$\text{Framåt, bakåt: } m = \frac{2 \cdot LC \cdot (\mu \cdot f_\mu \cdot \sin \alpha_1 + \cos \alpha_1)}{(c_x - \mu \cdot f_\mu \cdot c_z) \cdot g}$$

I lastsäkringskalkylatorn används följande värden;

$m =$	Massan i ton
$\mu =$	Friktionskoefficient
$f_\mu =$	0.75
$LC =$	Säker belastning i surrningsutrustningen, uttryckt i kN (Notera: 1 kN = 100 daN)
$\alpha_1 =$	45°
$c_{x,z} =$	Beror på transportslag enligt tabell 2, 3 och 4 i standarden
$g =$	9.81 m/s ²

4.2 Tippning:

Grundformel enligt EN 12195-1 (2010)

$$n \geq \frac{m \cdot g(c_x \cdot d - c_z \cdot b)}{F_R \cdot 2(\cos \alpha \cdot \cos \beta_{x,y} \cdot (s-t) + \sin \alpha \cdot (p-r))} \quad \text{Baserad på ekv (37)}$$

med $F_R = LC$, $\beta_{x,y} = 0^\circ$, $d = H_{tp}$, $b = L_{tp}$, $(s-t) = H$, och $(p-r) = 0$ ger följande formel vikten m som en grimma förhindrar att tippa i längsgående riktning:

Framåt, bakåt:
$$m = \frac{2 \cdot LC \cdot \cos \alpha \cdot H}{(c_x \cdot H_{tp} - c_z \cdot L_{tp}) \cdot g}$$

Om tyngdpunkten är placerad i kollits geometriska centrum;

$$H_{tp} = \frac{H}{2}, \quad L_{tp} = \frac{L}{2}:$$

$$m = \frac{4 \cdot LC \cdot \cos \alpha \cdot \frac{H}{L}}{(c_x \cdot \frac{H}{L} - c_z) \cdot g}$$

I lastsäkringskalkylatorn används följande värden;

$m =$	Massan i ton
$H/L =$	Förhållandet mellan höjden H och längden L som är nyckeltal i tabellen för riktning framåt och bakåt
$LC =$	Säker belastning i surrningsutrustningen, uttryckt i kN (Notera: 1 kN = 100 daN)
$\alpha =$	45°
$C_{x,z} =$	Beror på transportslag enligt tabell 2, 3 och 4 i standarden
$g =$	9.81 m/s ²

5 RAK/KRYSS-SURRNING

5.1 Glidning:

Grundformel enligt EN 12195-1 (2010)

Framåt, bakåt:
$$n \geq \frac{m \cdot g(c_x - c_z \cdot f_\mu \cdot \mu)}{F_R(f_\mu \cdot \mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha \cdot \cos \beta_y)}$$
 Baserad på ekv (22)

Sidled:
$$n \geq \frac{m \cdot g(c_y - c_z \cdot f_\mu \cdot \mu)}{F_R(f_\mu \cdot \mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha \cdot \sin \beta_x)}$$
 Baserad på ekv (22)

med $F_R = LC$ och $n = 1$ ger följande formel vikten m som en rak/kryss-surrning förhindrar att glida i olika riktningar:

Framåt:
$$m = \frac{LC \cdot (\cos \alpha \cdot \cos \beta_y + \mu \cdot f_\mu \cdot \sin \alpha)}{(c_x - \mu \cdot f_\mu \cdot c_z) \cdot g}$$

Sidled:
$$m = \frac{LC \cdot (\cos \alpha \cdot \cos \beta_x + \mu \cdot f_\mu \cdot \sin \alpha)}{(c_y - \mu \cdot f_\mu \cdot c_z) \cdot g}$$

Bakåt:
$$m = \frac{LC \cdot (\cos \alpha \cdot \cos \beta_y + \mu \cdot f_\mu \cdot \sin \alpha)}{(c_x - \mu \cdot f_\mu \cdot c_z) \cdot g}$$

I lastsäkringskalkylatorn används följande värden;

- $m =$ Massan i ton
- $\mu =$ Friktionskoefficient
- $f_\mu =$ 0.75
- $LC =$ Säker belastning i surrningsutrustningen, uttryckt i kN (Notera: 1 kN = 100 daN)
- $\alpha =$ 60° , $\beta_x = 30^\circ$, $\beta_y = 30^\circ$
- $c_{x,y,z} =$ Beror på transportslag enligt tabell 2, 3 och 4 i standarden
- $g =$ 9.81 m/s^2

5.2 Tipping:

Grundformel enligt EN 12195-1 (2010)

Framåt, bakåt:
$$n \geq \frac{m \cdot g(c_x \cdot d - c_z \cdot b)}{F_R \cdot (\cos \alpha \cdot \cos \beta_y \cdot (s - t) + \sin \alpha \cdot (p - r))}$$

Sidled:
$$n \geq \frac{m \cdot g(c_y \cdot d - c_z \cdot b)}{F_R \cdot 2(\cos \alpha \cdot \cos \beta_x \cdot (s - t) + \sin \alpha \cdot (p - r))}$$

med $F_R = LC$, $d = H_{tp}$, $b = L_{tp}$ och $n = 1$ ger följande formel vikten m som en rak/kryss-surning förhindrar att tippa i olika riktningar:

Framåt:
$$m = \frac{LC \cdot (\cos \alpha \cdot \cos \beta_y \cdot (s - t) + \sin \alpha \cdot (p - r))}{c_x \cdot H_{tp} - c_z \cdot L_{tp}}$$

Sidled:
$$m = \frac{LC \cdot (\cos \alpha \cdot \cos \beta_x \cdot (s - t) + \sin \alpha \cdot (p - r))}{c_y \cdot H_{tp} - c_z \cdot B_{tp}}$$

Bakåt:
$$m = \frac{LC \cdot (\cos \alpha \cdot \cos \beta_y \cdot (s - t) + \sin \alpha \cdot (p - r))}{c_x \cdot H_{tp} - c_z \cdot L_{tp}}$$

Om tyngdpunkten är placerad i kollits geometriska centrum och surrningsfästet är placerat på ett ogynnsamt ställe;

$$H_p = \frac{H}{2}; L_p = \frac{L}{2}; B_p = \frac{B}{2}; (s-t) = \frac{H}{2} + \frac{B}{2} \text{ eller } h = \frac{H}{2} + \frac{L}{2}; (p-r) = 0$$

Framåt:
$$m = \frac{LC \cdot (\cos \alpha \cdot \cos \beta_y \cdot (\frac{H}{L} + 1))}{(c_x \cdot \frac{H}{L} - c_z) \cdot g}$$

Sidled:
$$m = \frac{LC \cdot (\cos \alpha \cdot \cos \beta_x \cdot (\frac{H}{B} + 1))}{(c_y \cdot \frac{H}{B} - c_z) \cdot g}$$

Bakåt:
$$m = \frac{LC \cdot (\cos \alpha \cdot \cos \beta_y \cdot (\frac{H}{L} + 1))}{(c_x \cdot \frac{H}{L} - c_z) \cdot g}$$

I lastsäkringskalkylatorn används följande värden;

$m =$	Massan i ton
$H/L =$	Förhållandet mellan höjden H och längden L som är nyckeltal i tabellen för riktning framåt och bakåt
$H/B =$	Förhållandet mellan höjden H och längden B som är nyckeltal i tabellen för riktning i sidled
$LC =$	Säker belastning för surrningsutrustningen, uttryckt i kN (Notera: 1 kN = 100 daN)
$\alpha =$	30°
$\beta_x =$	30°
$\beta_y =$	30°
$c_{x,y,z} =$	Beror på transportslag enligt tabell 2, 3 och 4 i standarden
$g =$	9.81 m/s ²