

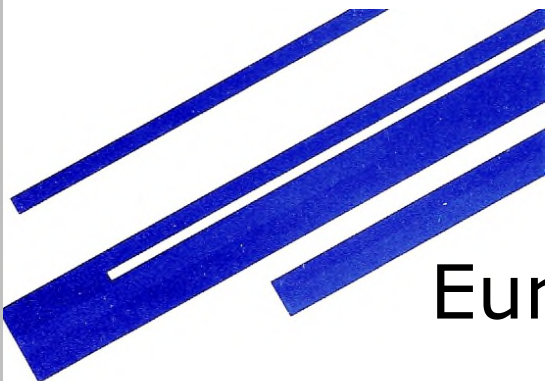
**caeEc510**

## **Balk trä**

Programmet analyserar takbalkar och bjälklag i trä. Resultatet är bland annat bärförmåga, utnyttjandegrad, lasteffekt av böjning, tryck, kombinerad tryck och böjning samt skjuvning för den analyserade balken.

## **Användarmanual**

Rev C



## Innehållsförteckning

1	Inledning.....	4
1.1	Definitioner.....	4
1.1.1	Last .....	4
1.1.2	Lastkombination.....	5
1.1.3	Hållfasthetsklasser.....	7
2	Teknisk beskrivning .....	11
2.1.1	Lastgenerering.....	11
2.1.2	Beräkning av dimensionerande storheter .....	11
2.1.3	Beräkning av nedböjning .....	11
2.1.4	Svikt .....	11
3	Instruktioner .....	12
3.1	Arkiv.....	12
3.2	Indata .....	13
3.2.1	Grunddata .....	13
3.2.2	Material .....	14
3.2.3	Laster.....	15
3.3	Redigera.....	19
3.3.1	Laster.....	20
3.3.2	Last beskrivning .....	21
3.3.3	Lastkombinationer.....	21
3.3.4	Lastkombinations beskrivning .....	22
3.3.5	Brytpunkter(Randvillkor).....	23
3.3.6	Fältlängd.....	24
3.4	Dimensionera.....	25
3.4.1	Balkdimension.....	25
3.5	Resultat .....	27
3.5.1	Lastkombination/Last/Krafter .....	27
3.5.2	Diagram.....	28
3.5.3	Rapport.....	30
3.5.4	Rapport statik .....	30
3.5.5	Rapport trä.....	31
3.5.6	Utskriftsval .....	32
3.6	Hjälp .....	33
3.6.1	Ärende .....	33

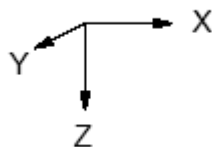
---

3.6.1	Licens .....	34
3.7	Snabbkommandon .....	34

# 1 Inledning

## 1.1 Definitioner

Koordinatsystem, se Figur 1.



Figur 1. Koordinatsystem

### 1.1.1 Last

Last är påverkan på ett bärverk som kan vara egentyngd, snö eller personer och är inte geometriskt definierad. Detta innebär att en last kan bestå av flera krafter som placeras på bärverket. *Bunden* anger att lasten alltid räknas med medan *Fri* anger att den räknas med om den är ogynnsam (maximal lasteffekt). Programmet delar upp fria laster så att lasteffekten blir så stor som möjligt.

De laster som är fördefinierade i programmet är följande:

1. Egentyngd, bunden
2. Installationer, fri (behandlas som egentyngd vid val av lastkoefficienter)
3. Nyttig last, fri
4. Snölast, bunden
5. Vindlast, bunden
6. Kombinerad last, bunden,  $(\psi_0, \psi_1=1,0)$

## 1.1.2 Lastkombination

För att beräkna lasteffekten av de laster som finns på bärverket sätts dessa laster samman till lastkombinationer. I en lastkombination kommer en av lasterna egentygnd, nyttig last, snölast alternativt vindlast att utgöra huvudlast. Med huvudlast menas att den last som ger högst lasteffekt. Förvalda lastkombinationer i programmet:

Tabell 1. Genererad lastkombination

Lastkombinationer		Ekv	Laster						
			Egentygnd	Installationer	Nyttig last	Snö last	Vind last	Kombinerad	Olyckslast
Bruksgräns Frekvent	Variabel last	6.15 b	0	0	$\psi_1(\psi_2)$ $\psi_2(\psi_1)$		0	1	0
	Frekvent last	6.15 b	1	1	$\psi_1(\psi_2)$	$\psi_2(\psi_1)$	$\psi_2(\psi_1)$	1	0
	Karakteristisk last	6.15 b	1	1	$\psi_0$	$\psi_0$	$\psi_0$	1	0
Brottsgräns STR	Egentygnd huvudlast	6.10 a	$\gamma_d^*1,35$	$\gamma_d^*1,35$	$\gamma_d^*1,5^*$ $\psi_0$	$\gamma_d^*1,5^*$ $\psi_0$	$\gamma_d^*1,5^*$ $\psi_0$	1	0
	Nyttig last huvudlast	6.10 b	$\gamma_d^*1,2$	$\gamma_d^*1,2$	$\gamma_d^*1,5$	$\gamma_d^*1,5^*$ $\psi_0$	$\gamma_d^*1,5^*$ $\psi_0$	1	0
	Snölast huvudlast	6.10 b	$\gamma_d^*1,2$	$\gamma_d^*1,2$	$\gamma_d^*1,5^*$ $\psi_0$	$\gamma_d^*1,5$	$\gamma_d^*1,5^*$ $\psi_0$	1	0
	Vind huvudlast	6.10 b	$\gamma_d^*1,2$	$\gamma_d^*1,2$	$\gamma_d^*1,5^*$ $\psi_0$	$\gamma_d^*1,5^*$ $\psi_0$	$\gamma_d^*1,5$	1	0
	Kombinerad huvudlast	6.10 b	$\gamma_d^*1,2$	$\gamma_d^*1,2$	$\gamma_d^*1,5^*$ $\psi_0$	$\gamma_d^*1,5^*$ $\psi_0$	$\gamma_d^*1,5^*$ $\psi_0$	$\gamma_d^*1,5$	1
	Olyckslast		1,0	1,0	$\psi_1(\psi_2)$	$\psi_1(\psi_2)$	$\psi_1(\psi_2)$	1	1
Brottsgräns EQU	Vind huvudlast lyft	6.10	0,9	0	0	0	$\gamma_d^*1,25$	0	0

Laster som inte kan uppträda samtidigt beaktas av användaren.

Vid beräkning av deformation i bruksgränstillståndet korrigeras lastkoefficienterna för att beakta krypdeformationerna. Elasticitetsmodulen vid beräkning av deformationen är:

$$E_m = E_{0mean} / (1 + k_{def})$$

Korrigerade lastkoefficienter:

$$F_G = (1 + k_{def}) / (1 + k_{def}) = 1.0$$

$$F_Q = (1 + \psi_2 * k_{def}) / (1 + k_{def})$$

## 1.1.3 Hållfasthetsklasser

### 1.1.3.1 Konstruktionsvirke (SS-EN 338)

I standarden anges hållfasthetsklasserna C14, C16, C18, C20, C22, C24, C27, C30, C35, C40, C45, C50 och D30, D35, D40, D50, D60, D70. Numret står för den karakteristiska böjhållfastheten i respektive klass, uttryckt i MPa. För varje hållfasthetsklass anges förutom hållfasthetsvärden också elasticitetsmodul och densitet. Klasserna C18, C24 och C30 överensstämmer ganska väl med K18, K24 respektive K30 i Boverkets konstruktionsregler, BKR, medan C14 får anses motsvara K12.

Egenskaper	C14	C16	C18	C20	C22
<b>Hållfasthetsvärden</b>					
Böjning parallellt med fibrerna $f_{m,k}$	14	16	18	20	22
Dragning parallellt med fibrerna $f_{t,0,k}$	7,2	8,5	10	11,5	13
Dragning vinkelrätt mot fibrerna $f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Tryck parallellt med fibrerna $f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20
Tryck vinkelrätt mot fibrerna $f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4
Längsskjuvning $f_{v,k}$	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8
<b>Styvhetsvärden för analys av bärförmåga</b>					
Elasticitetsmodul $E_{0,05}$	4 700	5 400	6 000	6 400	6 700
<b>Styvhetsvärden för deformationsberäkningar, medelvärden</b>					
Elasticitetsmodul parallellt med fibrerna $E_{0,mean}$	7 000	8 000	9 000	9 500	10 000
Elasticitetsmodul vinkelrätt mot fibrerna $E_{90,mean}$	230	270	300	320	330
Skjuvmodul $G_{mean}$	440	500	560	590	630
<b>Densitet</b>					
Densitet $p_{k,2}$	290	310	320	330	340
Densitet $p_{mean,3}$	350	370	380	400	410
<b>Egenskaper</b>					
<b>Hållfasthetsvärden</b>					
Böjning parallellt med fibrerna $f_{m,k}$	24	27	30	35	40
Dragning parallellt med fibrerna $f_{t,0,k}$	14,5	16,5	19	22,5	26
Dragning vinkelrätt mot fibrerna $f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Tryck parallellt med fibrerna $f_{c,0,k}$	21	22	24	25	27
Tryck vinkelrätt mot fibrerna $f_{c,90,k}$	2,5	2,5	2,7	2,7	2,8
Längsskjuvning $f_{v,k}$	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
<b>Styvhetsvärden för analys av bärförmåga</b>					
Elasticitetsmodul $E_{0,05}$	7 400	7 700	8 000	8 700	9 400
<b>Styvhetsvärden för deformationsberäkningar, medelvärden</b>					
Elasticitetsmodul parallellt med fibrerna $E_{0,mean}$	11 000	11 500	12 000	13 000	14 000
Elasticitetsmodul vinkelrätt mot fibrerna $E_{90,mean}$	370	380	400	430	470
Skjuvmodul $G_{mean}$	690	720	750	810	880
<b>Densitet</b>					
Densitet $p_{k,2}$	350	360	380	390	400
Densitet $p_{mean,3}$	420	430	460	470	480

- 1) För tillämpningar i Sverige är de dominerande hållfasthetsklasserna för konstruktionsvirke C14 och C24. Även hållfasthetsklass C18, C30 och C35 förekommer i Sverige.
- 2)  $p_k$  motsvarar 0,05-percentilen.
- 3)  $p_{mean}$  motsvarar 0,50-percentilen.

Källa: Tabell enligt SS-EN 338:2016.

### 1.1.3.2 Limträ (SS-EN 1194)

Sex hållfasthetsklasser definieras: GL24h, GL28h, GL32h och GL24c, GL28c, GL32c. Siffrorna anger den karakteristiska böjhållfastheten i MPa vid en balkhöjd på 600 mm. I de olika hållfasthetsklasserna kan limträet vara homogent (samma lamellkvalitet i hela balken) eller kombinerat (lägre lamellkvalitet i den inre delen än i de yttre delarna). Böjhållfasthet och elasticitetsmodul är lika för homogent och kombinerat limträ medan övriga hållfasthetsvärden och densitet är högre för homogent limträ.

Egenskaper	GL22c	GL24c	GL26c	GL28c	GL28c	GL30c	GL32c
<b>Hållfasthetsvärden</b>							
Böjning parallellt med fibrerna $f_{m,k(4)}$	22	24	26	28	28	30	32
Dragning parallellt med fibrerna $f_{t,0,k}$	16	17	19	19,5	19,5	19,5	19,5
Dragning vinkelrätt mot fibrerna $f_{t,90,k}$	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Tryck parallellt med fibrerna $f_{c,0,k}$	20	21,5	23,5	24	24	24,5	24,5
Tryck vinkelrätt mot fibrerna $f_{c,90,k}$	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Längsskjuvning $f_{v,k}$ (skjuvning och vridning)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Rullskjuvning $f_{r,k}$	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
<b>Styhetsvärden för analys av bärförmåga</b>							
Elasticitetsmodul $E_{0,05}$	8 600	9 100	10 000	10 400	10 400	10 800	11 200
Elasticitetsmodul $E_{90,05}$	250	250	250	250	250	250	250
Skjuvmodul $G_{05}$	540	540	540	540	540	540	540
<b>Styhetsvärden för deformationsberäkningar, medelvärden</b>							
Elasticitetsmodul $E_{0,mean}$	10 400	11 000	12 000	12 500	12 500	13 000	13 500
Elasticitetsmodul $E_{90,mean}$	300	300	300	300	300	300	300
Skjuvmodul $G_{mean}$	650	650	650	650	650	650	650
<b>Densitet</b>							
Densitet $\rho_k$	355	365	385	390	390	390	400
Densitet $\rho_{mean}$	390	400	420	420	430	430	440
<b>Egenskaper</b>							
<b>Hållfasthetsvärden</b>							
Böjning parallellt med fibrerna $f_{m,k(4)}$	22	24	26	28	28	30	32
Dragning parallellt med fibrerna $f_{t,0,k}$	17,6	19,2	20,8	22,4	22,4	24	25,6
Dragning vinkelrätt mot fibrerna $f_{t,90,k}$	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Tryck parallellt med fibrerna $f_{c,0,k}$	22	24	26	28	28	30	32
Tryck vinkelrätt mot fibrerna $f_{c,90,k}$	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Längsskjuvning $f_{v,k}$ (skjuvning och vridning)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Rullskjuvning $f_{r,k}$	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
<b>Styhetsvärden för analys av bärförmåga</b>							
Elasticitetsmodul $E_{0,05}$	8 800	9 600	10 100	10 500	10 500	11 300	11 800
Elasticitetsmodul $E_{90,05}$	250	250	250	250	250	250	250
Skjuvmodul $G_{05}$	540	540	540	540	540	540	540
<b>Styhetsvärden för deformationsberäkningar, medelvärden</b>							
Elasticitetsmodul $E_{0,mean}$	10 500	11 500	12 100	12 600	13 100	13 600	14 200
Elasticitetsmodul $E_{90,mean}$	300	300	300	300	300	300	300
Skjuvmodul $G_{mean}$	650	650	650	650	650	650	650
<b>Densitet</b>							
Densitet $\rho_k$	370	385	405	425	430	430	440
Densitet $\rho_{mean}$	410	420	445	460	480	480	490

1) Här har index g (för glulam) i egenskapsbeteckningarna utelämnats.

2) För tillämpningar i Sverige är den dominerande hållfasthetsklassen för limträ GL30c. Även hållfasthetsklass GL28cs, GL28hs och GL30h förekommer i Sverige, se tabell 3.5. Tillgängligheten på övriga hållfasthetsklasser och dimensioner bör



kontrolleras med de svenska limträ tillverkarna före projektering sker. Se även Limträhandbok Del 1 för mer information om limträ.

- 3) Karakteristiska värden för böjning och dragning gäller för limträ med en tvärsnittshöjd av 600 mm. För storlekseffekter, se Avsnitt 3.3.
- 4) Böjhållfastheten i förhållande till den veka axeln antas vara lika med böjhållfastheten i förhållande till den styva axeln.

Källa: Tabell enligt SS-EN 14080:2013.

## 1.1.3.3 LVL(Finnforest)

Karakteristiska hållfasthets- och styvhetsegenskaper uttryckta i MPa och densitet i kg/m<sup>3</sup> för fanerträ (LVL) <sup>1)</sup>.

Egenskaper	Kerto-S Tjocklek 21–90 mm	Kerto-Q Tjocklek 21–24 mm	Kerto-Q Tjocklek 27–69 mm
<b>Hållfasthetsvärden</b>			
Böjning på högkant (momentvektor vinkelrätt limfogarna) $f_{m,0,edge,k}$	44	28	32
- Parameter för storlekseffekt S	0,12	0,12	0,12
Böjning på lågkant (momentvektor parallellt limfogarna), parallellt med fibrerna $f_{m,0,flat,k}$ (tjocklek 21–90 mm)	50	32	36
Böjning på lågkant, vinkelrätt mot fibrerna $f_{m,90,flat,k}$	-	8,0 <sup>2)</sup>	8,0
Dragning parallellt med fibrerna $f_{t,0,k}$	35	19	26
Dragning på högkant, vinkelrätt mot fibrerna $f_{t,90,edge,k}$	0,8	6,0	6,0
Dragning på lågkant, vinkelrätt mot fibrerna $f_{t,90,flat,k}$	-	-	-
Tryck parallellt med fibrerna $f_{c,0,k}$	35	19	26
Tryck på högkant, vinkelrätt mot fibrerna $f_{c,90,edge,k}$	6	9	9
Tryck på lågkant, vinkelrätt mot fibrerna $f_{c,90,flat,k}$	1,8	2,2	2,2
Skjuvning på högkant $f_{v,0,edge,k}$	4,1	4,5	4,5
Skjuvning på lågkant, parallellt med fibrerna $f_{v,0,flat,k}$	2,3	1,3	1,3
Skjuvning på lågkant, vinkelrätt mot fibrerna $f_{v,90,flat,k}$	-	0,6	0,6
<b>Styvhetsvärden för analys av bärförmåga</b>			
Elasticitetsmodul			
- parallellt med fibrerna, längs $E_{0,k}$	11 600	8 300	8 800
- parallellt med fibrerna, tvärs $E_{90,k}$	-	1 000 <sup>2)</sup>	1 700
- på högkant, vinkelrätt mot fibrerna $E_{90,edge,k}$	350	2 000	2 000
- på lågkant, vinkelrätt mot fibrerna $E_{90,flat,k}$	100	100	100
Skjuvmodul			
- på högkant $G_{0,edge,k}$	400	400	400
- på lågkant, parallellt med fibrerna $G_{0,flat,k}$	400	60	100
- på lågkant, vinkelrätt mot fibrerna $G_{90,flat,k}$	-	16	16
<b>Styvhetsvärden för deformationsberäkningar, medelvärden</b>			
Elasticitetsmodul			
- parallellt med fibrerna, längs $E_{0,mean}$	13 800	10 000	10 500
- parallellt med fibrerna, tvärs $E_{90,mean}$	-	1 200 <sup>2)</sup>	2 000
- på högkant, vinkelrätt mot fibrerna $E_{90,edge,mean}$	430	2 400	2 400
- på lågkant, vinkelrätt mot fibrerna $E_{90,flat,mean}$	130	130	130
Skjuvmodul			
- på högkant $G_{0,edge,mean}$	600	600	600
- på lågkant, parallellt med fibrerna $G_{0,flat,mean}$	600	60	120
- på lågkant, vinkelrätt mot fibrerna $G_{90,flat,mean}$	-	22	22
<b>Densitet</b>			
Densitet $\rho_k$	480	480	480
Densitet $\rho_{mean}$	510	510	510

1)Värdena i tabellen baseras på ett tekniskt godkännande (VTT Certificate No 184/03, daterat 2012) för den dominerande

europiska leverantören (Metsä Wood) av fanerträ (Kerto) och gäller inte för produkter från andra leverantörer. För mer information om och specifika egenskaper för Kerto liksom vanligt förekommande fanerträdimensioner, se VTT Certificate No 184/03 som tillhandahålls av leverantören.

2)För uppbyggnad I–III–I kan värdena 14,0; 2 900 och 3 300 användas istället för värdena 8,0; 1 000 och 1 200.

## 2 Teknisk beskrivning

Programmet använder rutiner för analys av plana ramar enligt förskjutningsmetod. Vid användande av denna typ av metod ställer man upp ett ekvationssystem där vänsterledet innehåller de geometriska sambanden medan högerledet innehåller lastpåverkan på konstruktionen.

### 2.1.1 Lastgenerering

Vid lastgenereringen måste dels beaktas hur lasterna är placerade på bärverket dels hur många typer av laster det finns och om de är fria. Utifrån detta genereras en lasttabell som beskriver hur högerledet skall byggas upp och hur många högerled man får.

### 2.1.2 Beräkning av dimensionerande storheter

För varje lastkombination beräknas dimensionerande stödmoment, tvärkrafter och stödmomenten för max/min fältmoment. Fältmomenten beräknas för sammanställda stödmoment och med beaktande av laster mellan knutar.

### 2.1.3 Beräkning av nedböjning

Nedböjningar och rotationer beräknas med areamomentmetoden.

### 2.1.4 Svikt

Svikt beräknas enligt kapitel 7.3.3 (2).

$w/F \leq a$ , där  $F = 1\text{kN}$  och  $a = 1,5\text{mm}$  enligt EKS 7.

Utböjningen beräknas enligt följande ekvation:

$$w = \kappa * F * L^3 / (48 * (EI)_x)$$

$$\kappa = -4,7 * \beta^2 + 0,29 * \beta + 0,4 \text{ för } 0 \leq \beta \leq 0,3$$

$$\kappa = 0,8 + 0,2 * \beta \text{ för } 0,3 \leq \beta \leq 1$$

$$\beta = \frac{(EI)_x}{(EI)_y} * \left(\frac{s}{L}\right)^4$$

$s$  = Balkarnas centrumavstånd [m]

$\beta$  för extra spånskiva på reglarna

$$A_{spån} = H_{spån} * B_{spån} (c/c \text{ mått})$$

$$A_{balk} = H_{reglar} * B_{reglar}$$

$$E_{spån} = 7,0 \text{ GPa}$$

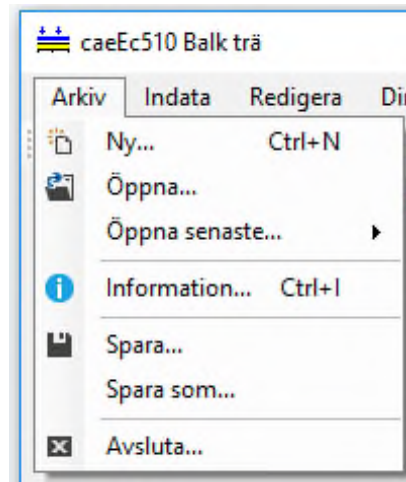
$$Tp = \frac{A_{spån} * E_{spån} * \left(\frac{H_{reglar}}{2} + \frac{H_{spån}}{2}\right) + A_{balk} * E_{omean} * \frac{H_{reglar}}{2}}{A_{spån} * E_{spån} + A_{balk} * E_{omean}}$$

$$I_y = \frac{A_{spån} * E_{spån}}{E_{omean}} * \left( \left( H_{reglar} + \frac{H_{spån}}{2} \right) - Tp \right)^2$$

$$\beta = \frac{E_{omean} * I_y}{(EI)_y} * \left(\frac{s}{L}\right)^4$$

## 3 Instruktioner

### 3.1 Arkiv




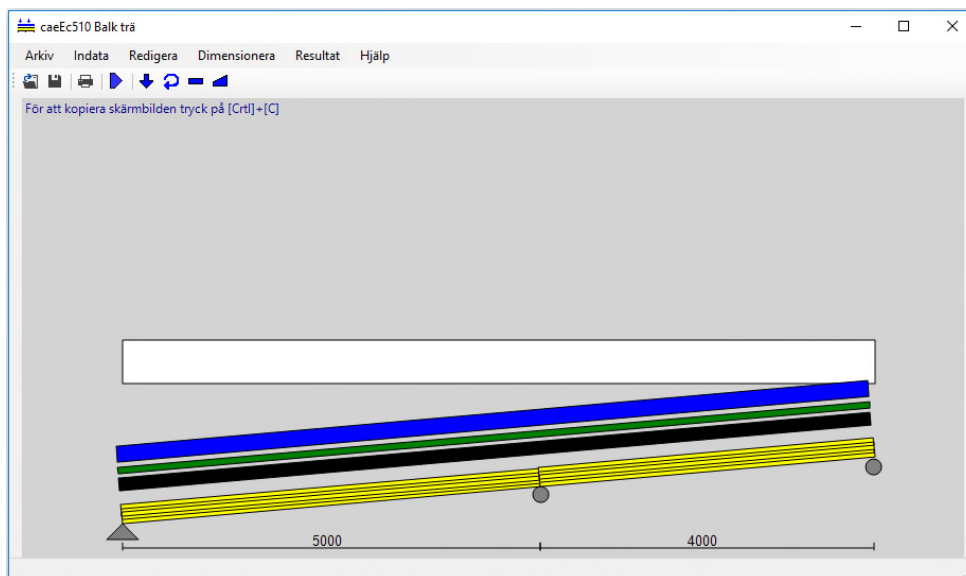
Figur 3.1. Arkiv

Under *Arkiv/Information* finns möjlighet för inmatning av information gällande projektet, så som *Projekt*, *Position* samt *Beskrivning*. Under *Arkiv* finns även verktyg likt, *Spara*, *Öppna*, *Öppna senaste* samt *Skriva ut*, se Figur 3.1. Dessa funktioner återfinns även i verktygsfältet.

## 3.2 Indata

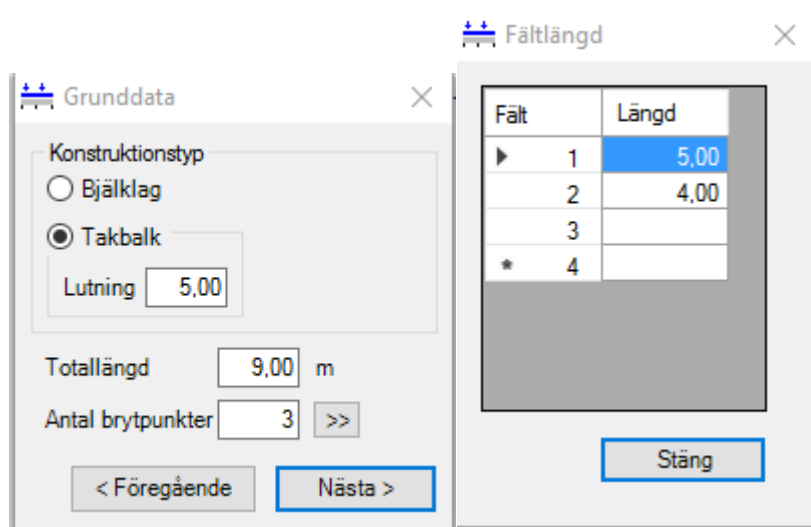
När applikationen startats visas startfönstret, se Figur 3.2. Härifrån börjar inmatningen av indata.

Indata kan anges på två sätt; antingen via Guiden (Ctrl+G)  eller manuellt genom att välja kategori under fliken Indata.



Figur 3.2. Indata

### 3.2.1 Grunddata




Figur 3.3. Grunddata/Fältlängd

**Konstruktionstyp** - Bjälklag  
- Takbalk

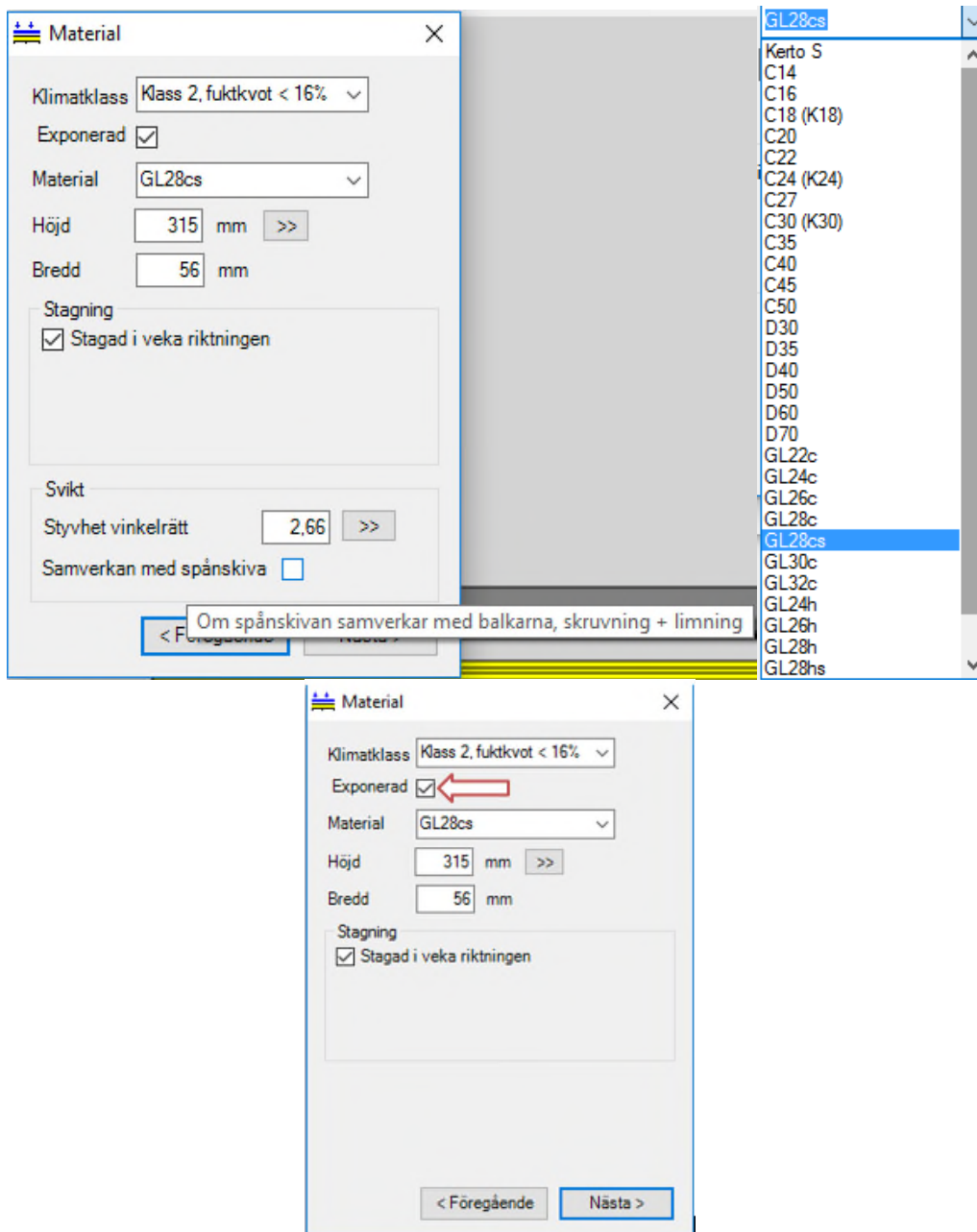
**Lutning** Antal grader

**Totala längden** Här anges balk längd[m]

**Antal brytpunkter** Här anges antal brytpunkt till balken . Genom att trycka på denna knapp kan du även mata in olika fältlängder.

### 3.2.2 Material

Använder *Guide* funktion kan du komma åt *föregående* information och ändra indata du gav i tidigare steg. Trycker *nästa* för att komma till *Material*.. Här anges materialkaraktäristiska parametrar samt preliminära tvärsnittsdimensioner. Är konstruktionstypen vald till *Bjälklag* dyker *Svikt*-delen upp.



Figur 4 Material

Håller kvar musmarkören på texten, då visas upp samtliga förklaringar.

Enligt EKS 10, så bör limträ och virke helt eller delvis exponerat för nederbörd och solstrålning. *Exponerad* bör markeras för dessa trä material.

<b>Klimatklass</b>	Klass 1, fuktkvot <12 % Klass 2, fuktkvot < 16 % Klass 3, fuktkvot < 16 %
<b>Material</b>	LVL, Virke, Limträ
<b>Höjd</b>	Höjd-mått
<b>Bredd</b>	Bredd-mått
<b>Stagad i den vecka riktningen</b>	Om konstruktionen anses vara stagad bör <i>Stagningsavstånd</i> i [m] anges för så väl överkant som underkant.

### 3.2.3 Laster

I detta skede skall indata gällande *Laster* anges, lasterna genereras av programmet och beror på vald konstruktionstyp se Figur 3.3.

#### 3.2.3.1 Taklaster

I nästa steg skall laster gällande tak anges se Figur 3.5. *Snölast* anges enklast genom att välja pilknappen och där finna en mängd olika orter med dess karakteristiska värde gällande snölast, se Figur 3.5. Klicka på *Föregående* för att gå bakåt till tidigare meny, eller på *Nästa* för att komma vidare.

The image shows two overlapping dialog boxes from a software application. The 'Taklaster' dialog is the primary focus, containing the following fields and controls:

- Taktyp:** Radio buttons for 'Sadel' (selected) and 'Pulpet'.
- Egentyngd:** Input fields for 'Tak' (0,40 kN/m²) and 'Balk' (0,10 kN/m).
- c/c:** Input field for '1,20 m'.
- Säkerhetsklass:** A dropdown menu set to 'Säkerhetsklass 3'.
- Snölast:** A dropdown menu set to '2,0' with a '>>' button.
- Snöficka:** An unchecked checkbox.
- Formfaktor:** A sub-dialog area with 'Start' and 'Utbredning' on the left, and 'Vänster' and 'Höger' on the right.
- Vindlast:** A checked checkbox.
- Referensvindhastighet:** A dropdown menu set to '25,0' with a '>>' button.
- Terrängtyp:** A dropdown menu set to 'II'.
- Höjd över omgivande terräng:** An input field set to '10,0'.
- Navigation buttons: '< Föregående' and 'Nästa >'.

The 'Orter' dialog is partially visible on the right, showing a list of locations with their snow load values:

- Ale 25
- Alingsås 25
- Alvesta 24
- Aneby 24
- Arboga 23
- Arjeplog 22-26 a
- Arvidsjaur 21-22
- Arvika 23
- Askersund 24
- Avesta 23
- Bengtsfors 24
- Berg 24 a
- Bjurholm 22

A 'Stäng' button is located at the bottom of the 'Orter' dialog.

Figur 3.5. Taklaster/ Orter


<b>Säkerhetsklass</b>	Används vid beräkning av lastfaktorerna.
<b>Delning c/c</b>	Balkarnas delning, används vid generering av laster.
<b>Taktyp</b>	Påverkar val av formfaktorer för snö.
<b>Egentyngd:</b>	<i>Tak</i> , takets egentyngd. <i>Balk</i> , balkens egentyngd.
<b>Snölast</b>	Beräknas enligt vald snözon.
<b>Snöficka:</b>	<i>Start</i> , Snöfickans start anges från vänster upplag. <i>Utbredning</i> , snöfickans utbredning.
<b>Formfaktor</b>	Tillägg till de formfaktorer som gäller för snölasten.
<b>Vindlast:</b>	<i>Referensvindhastighet</i> , anges i [m/s] <i>Terrängtyp</i> , se.Tabell 2. <i>Höjd över omgivande terräng</i> , anges i [m]

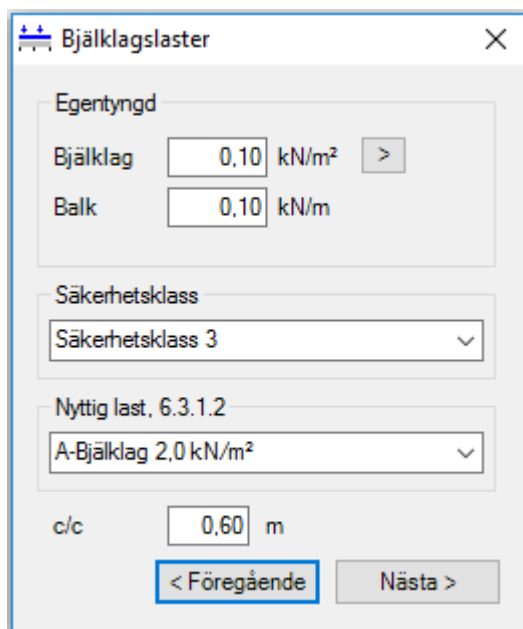
Tabell 2. Terrängtyp

Terrängtyp	
0	Havs eller kustområde exponerat för öppet hav
I	Sjö eller plant och horisontellt område med försumbar vegetation och utan hinder
II	Område med låg vegetation som gräs och enstaka hinder (träd, byggnad) med minsta inbördes avstånd lika med 20 gånger hindrets höjd.
III	Område täckt med vegetation eller byggnader eller med enstaka hinder med största inbördes avstånd lika med 20 gånger hindrets höjd (t.ex. byar, förorter och skogsmask).
IV	Område där minst 15% av arean är bebyggd och där byggnadernas medelhöjd är > 15 m.



### 3.2.3.2 Bjälklagslaster

I denna ruta kan du sedan mata in värden för *Bjälklagslaster*, se Figur 3.6. Här kan du antingen mata in data gällande *Egentyngd* på egen hand, eller trycka på pilen  och därmed låta programmet beräkna egentyngden, se Figur 3.6. Välj *Föregående* för att komma ut ur menyn eller klicka på *Nästa* för att komma vidare.



Figur 3.6. Bjälklagslaste

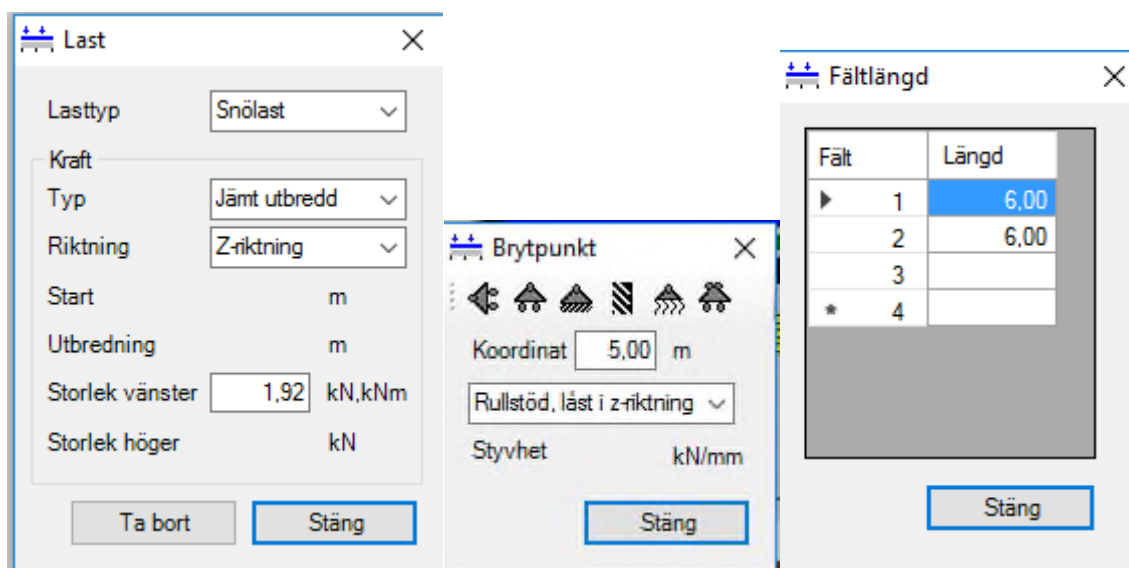
<b>Säkerhetsklass</b>	Används vid beräkning av lastfaktorerna.
<b>Delning c/c</b>	Balkarnas delning, används vid generering av laster.
<b>Egentyngd:</b>	<i>Bjälklag</i> , egentyngd av bjälklaget. <i>Balk</i> , balkens egentyngd
<b>Nyttig last</b>	Här anger du vilken kategori den nyttiga lasten hör till se <b>Tabell 3</b>

Tabell 3. Kategori

Kategori	qk [kN/m <sup>2</sup> ]	Qk [kN]
<b>A: rum och utrymmen i bostäder</b>		
– Bjälklag	2,0	2,0
– Trappor	2,0	2,0
– Balkonger	3,5	2,0
– Vindsbjälklag I	1,0	1,5
– Vindsbjälklag II	0,5	0,5
<b>B: kontorslokaler</b>	2,5	3,0
<b>C: samlingslokaler</b>		
– C1: Utrymmen med bord, etc. t.ex. lokaler i skolor, caféer, restauranger, matsalar, läsrum, receptioner	2,5	3,0
– C2: Utrymmen med fasta sittplatser, t.ex. kyrkor, teatrar eller biografier, konferenslokaler, föreläsningssalar, samlingslokaler, väntrum samt väntsalar på järnvägsstationer.	2,5	3,0
– C3: Utrymmen utan hinder för människor i rörelse, t.ex. museer, utställningslokaler, etc. samt kommunikationsutrymmen i offentliga byggnader, hotell, sjukhus och järnvägsstationer.	3,0	3,0
– C4: Utrymmen där fysiska aktiviteter kan förekomma, t.ex. danslokaler, gymnastiksal, teaterscener	4,0	4,0
– C5: Utrymmen där stora folksamlingar kan förekomma, t.ex. i byggnader avsedda för offentliga sammankomster såsom konserthallar, sporthallar inklusive ståplatsläktare, terrasser samt kommunikationsutrymmen och plattformar till järnvägar	5,0	4,5
<b>D: affärslokaler</b>		
– D1: Lokaler avsedda för detaljhandel	4,0	4,0
– D2: Lokaler i varuhus	5,0	7,0
<b>E: lagerutrymmen</b>	5,0	7,0

### 3.3 Redigera

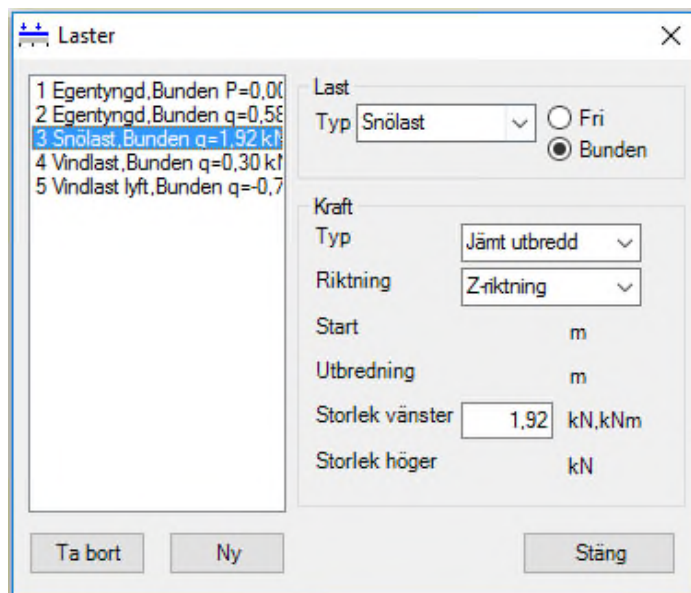
Under *Redigera* indata kan du sedan välja mellan att redigera *Laster* och *Lastkombinationer*. Ett alternativ till denna meny är att ställa musmarkören över den del du vill redigera och högerklicka för att erhålla en meny i vilken du sedan kan redigera tidigare inmatad data. Detta gäller för så väl *Last* och *Brytpunkt*, se Figur 3.7. Det går även att ändra namn på *Laster* och *Lastkombinationer*, detta görs i *Last beskrivning* och *Lastkombinations beskrivning*.



Figur 3.7. Last/Brytpunkt/Fältlängd

### 3.3.1 Laster

I denna meny kan du som användare redigera de laster som skall påverka systemet. De olika lasterna är numrerade samt namngivna enligt Figur 3.8. Du kan enkelt ändra på *Lasttyp*, *Kraften* som uppstår av den valda *Lasttypen* och om *Lasttypen* är *Fri/Bunden*. *Kraften* bestäms utav *Typ*, *Start*, *Riktning*, *Utbredning* och *Storlek*. Genom att välja *Ta bort* eller *Ny* kan du lägga till eller ta bort olika laster. Välj *Stäng* för att verifiera dina val.



Figur 3.8. Laster

#### Last

*Typ*, här definierar du vilken typ av last det är, används vid generering av lastkombinationer.

#### Kraft:

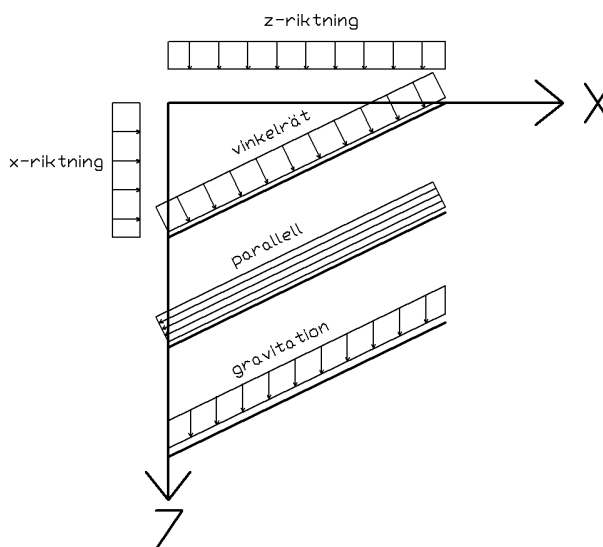
*Typ*, Jämt utbredd, Trapetslast, Punktlast, Punktmoment.

*Riktning*, se Figur 3.9.

*Start*, placering av lasten anges från vänster balkände.

*Utbredning*, lasten utbredning anges för trapetslast.

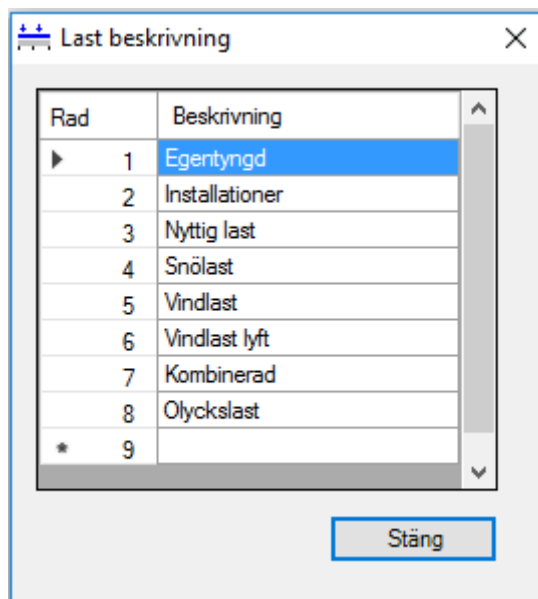
*Storlek vänster*, *Storlek höger* som anges för trapetslast.



Figur 3.9 Kraft Riktning

### 3.3.2 Last beskrivning

Under *Last beskrivning* kan man beskriva sin last, se Figur 10



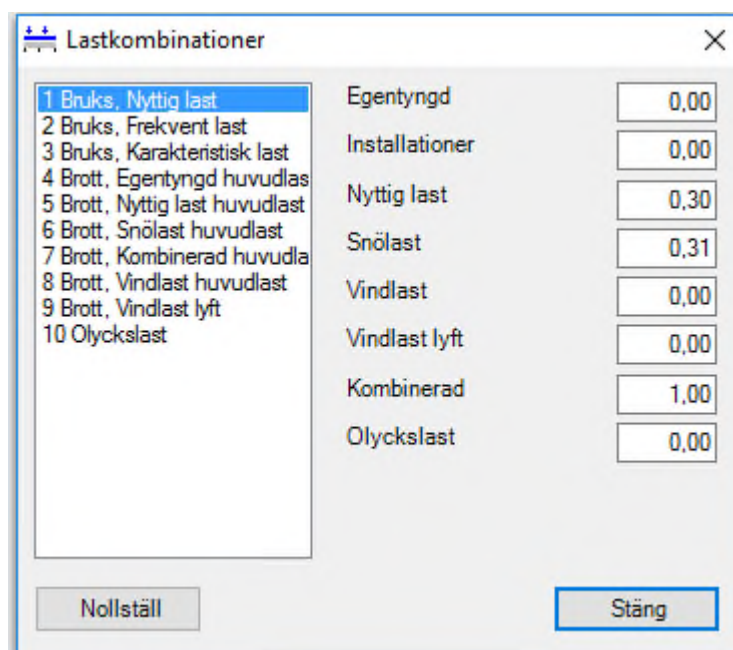
Rad	Beskrivning
1	Egentyngd
2	Installationer
3	Nyttig last
4	Snölast
5	Vindlast
6	Vindlast lyft
7	Kombinerad
8	Olyckslast
*	

Stäng

Figur 10. Last beskrivning

### 3.3.3 Lastkombinationer

I *Lastkombinationer* finner du de olika typerna av lastkombinationer givna i *Bruksgräns* samt *Brottgräns* med olika laster som huvudlast. Till höger i Figur 3.11 finner du de olika *koefficienterna* för de olika *lasttyperna*. Här kan du på så sätt redigera de olika *Lastkombinationerna* efter de val du som användare har. Klicka på stäng för att verifiera dina val.



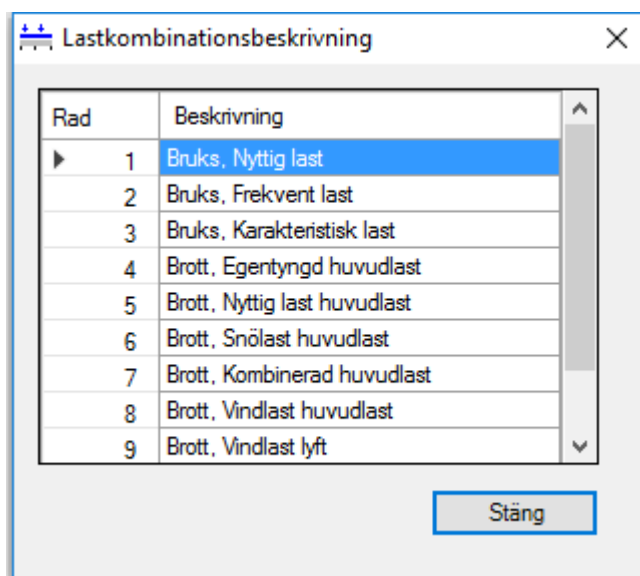
1 Bruks, Nyttig last	Egentyngd	0,00
2 Bruks, Frekvent last	Installationer	0,00
3 Bruks, Karakteristisk last	Nyttig last	0,30
4 Brott, Egentyngd huvudlast	Snölast	0,31
5 Brott, Nyttig last huvudlast	Vindlast	0,00
6 Brott, Snölast huvudlast	Vindlast lyft	0,00
7 Brott, Kombinerad huvudlast	Kombinerad	1,00
8 Brott, Vindlast huvudlast	Olyckslast	0,00
9 Brott, Vindlast lyft		
10 Olyckslast		

Nollställ Stäng

Figur 3.11. Lastkombinationer

### 3.3.4 Lastkombinations beskrivning

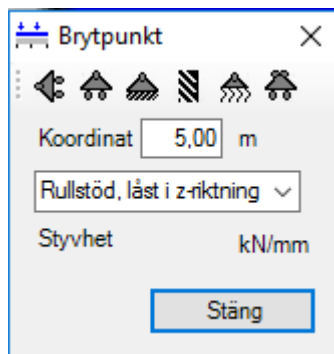
Under *Lastkombinations beskrivning* kan man beskriva sin lastkombination, se Figur 3.12.



Figur 3.12. Lastkombinations beskrivning

### 3.3.5 Brytpunkter(Randvillkor)

För att ändra *Brytpunkter* behöver du bara flytta musmarkören över stöden och högerklicka. Det går även bra att klicka på symbolerna högst upp i fönstret. Som användare kan du ange en koordinat för din brytpunkt. Vad gäller *Elastiskt upplag* kan du även ange en styvhet för brytpunkten [kN/mm].



Figur 3.13. Brytpunkt



*Rullstöd, låst i z-riktningen*



*Rullstöd, låst i x-riktning*



*Fast upplag, låst i x och z-riktningen*



*Fast inspänd, låst i x, z-riktningen och rotation*



*Elastiskt upplag, fjäder*



*Ledat upplag, balken är ledad över upplaget*

*Tvärnitt, byte av tvärnitt*

*Gerberled, t ex balkskarv i momentnollpunkt*

### 3.3.6 Fältlängd

För att ändra *fältlängd* behöver du bara flytta musmarkören över balken och högerklicka, se Figur 14. I rutan kan du både mata in och redigera fältlängden, du kan även lägga till extra fältlängd mellan två fält genom att trycka på knappen *Insert* på tagenbordet. Ta bort fältlängd genom att trycka på knappen *delete*.



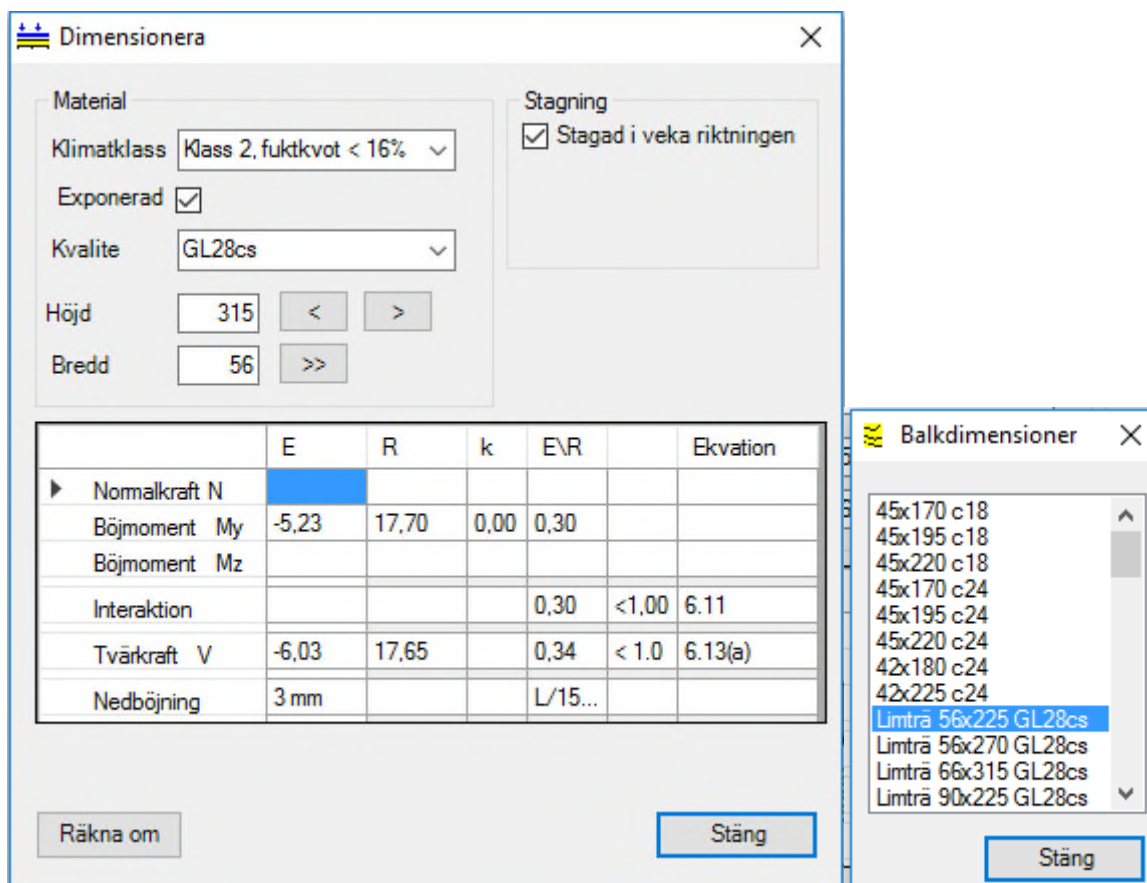
Figur 14 Fältlängd



## 3.4 Dimensionera

### 3.4.1 Balkdimension

I menyn under *Material* redovisas beräkningsresultat för angivna data. Överst till vänster finns en listan i *Material*, där väljs både materialens kvalitet och dimensioner. Till höger finns följt av två olika hänsynstaganden: *Bucklingsförhindrad* och *Stagad i veka riktningen*. Om bucklingsförhindrad skall beaktas i beräkningar skall detta anges osv. se Figur 3.15



Figur 3.15. Dimensionera

- E** Snittkraft i [kN].
- R** Bärförmåga i [kN].
- k** Interaktionsfaktorer, multipliceras med böjmoment  $M_y$  och  $M_z$  i [kNm].
- E/R** Utnyttjandegrad i [-].

**Ekvation:** Dimensionerande ekvation. Exempelvis så är ekvation:

**Interaktion**

- 6.2\_# – Interaktion i hörnpunkt nummer #.
- 6.5 - Dragkraft
- 6.9 - Tryckkraft
- 6.12i – Böjmoment (i=y,x)
- 6.31i – Tryck och böjning
- 6.41 – Tryck och fleraxlig böjning.
- 6.46i – Böjknäckning.
- 6.46i – Vrid- och böjvridknäckning.
- 6.54i – Vippning.
- 6.61, 6.62 - De två interaktionsformlerna.

***Tvärkraft V***

- 6.17 – Tvärkraft.
- 6.22 – Bärförmågan med hänsyn till skjuvbuckling.

**Interaktion**

Total utnyttjandegrad för normalkraft och/eller böjmoment i y- och z-led[-].

**Tvärkraft V**

Total utnyttjandegrad för tvärkraft[-].

**Nedböjning**

Anges i [mm]



Används för att öka/minska materialens dimensioner och samtidigt ha koll på utnyttjandegraden.



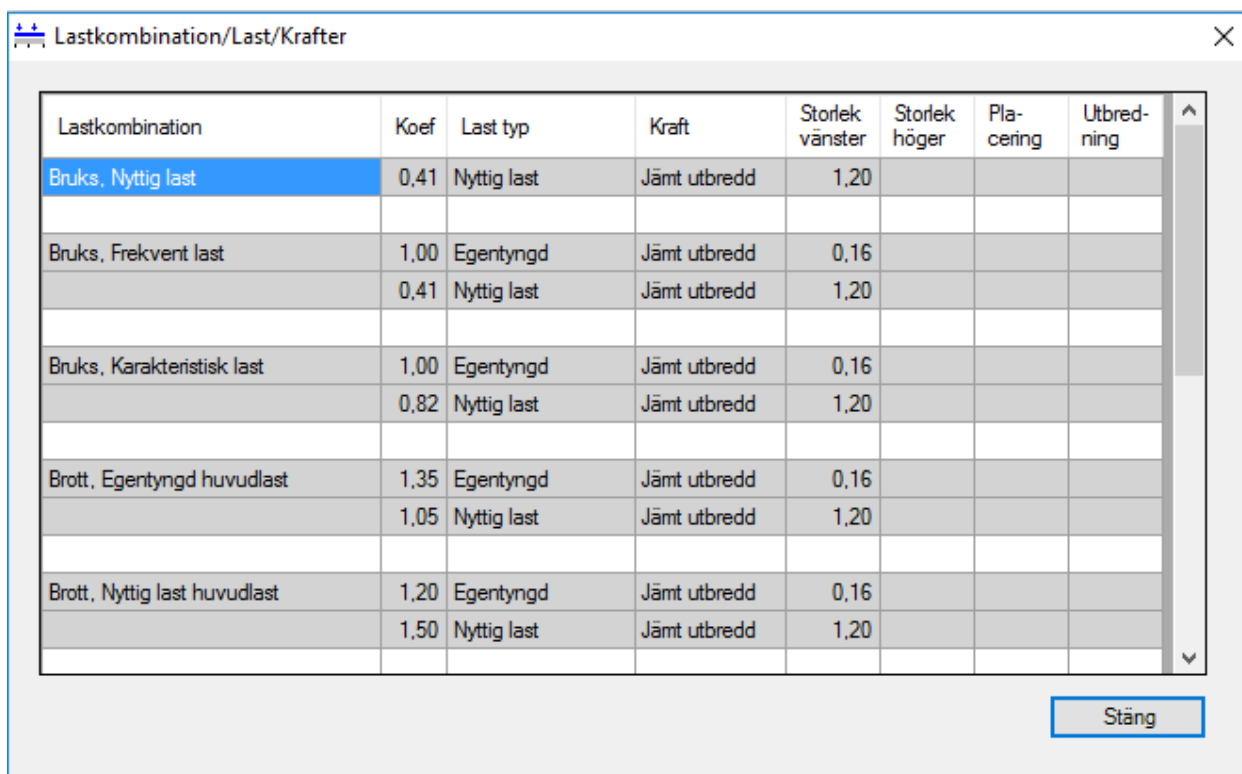
En lista för standard balkdimensioner

## 3.5 Resultat

Under *Resultat* i menyn finner du mycket information vad beträffar resultat. Här kan du bland annat få information om hur de olika lastkombinationerna ser ut för olika stadier. Du erhåller olika typer av resultatdiagram samt hela rapporter för beräkningar längs konstruktionen.

### 3.5.1 Lastkombination/Last/Krafter

Under *Resultat/Lastkombination/Last/Krafter* visas de olika beräkningsstadierna: *Brukstadie*, *Brottstadie* samt *Olyckslast* med olika typer av laster som huvudlast, se Figur 3.16.



Lastkombination	Koef	Last typ	Kraft	Storlek vänster	Storlek höger	Placering	Utbredning
Bruks, Nyttig last	0,41	Nyttig last	Jämt utbredd	1,20			
Bruks, Frekvent last	1,00	Egentyngd	Jämt utbredd	0,16			
	0,41	Nyttig last	Jämt utbredd	1,20			
Bruks, Karakteristisk last	1,00	Egentyngd	Jämt utbredd	0,16			
	0,82	Nyttig last	Jämt utbredd	1,20			
Brott, Egentyngd huvudlast	1,35	Egentyngd	Jämt utbredd	0,16			
	1,05	Nyttig last	Jämt utbredd	1,20			
Brott, Nyttig last huvudlast	1,20	Egentyngd	Jämt utbredd	0,16			
	1,50	Nyttig last	Jämt utbredd	1,20			

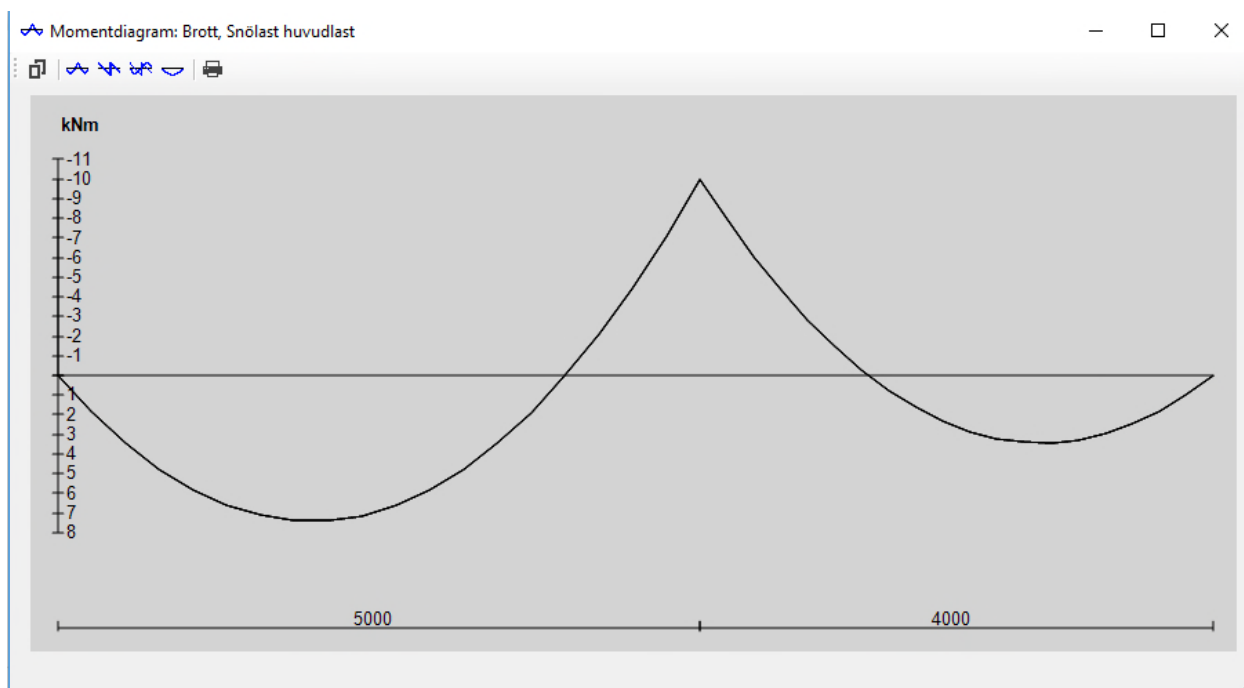
Figur 3.16. Lastkombination/Last/Krafter

#### Lastkombination

<b>Koef.</b>	Storlek på koefficient som används vid beräkning av lastkombination.
<b>Last</b>	Vilken typ av last det rör sig om(Snölast, Vindlast, Egentyngd etc.).
<b>Kraft</b>	Typ av kraft (Punkt kraft, Jämt utbredd, Trapets etc.).
<b>Storlek. v.</b>	Anger storlek på kraften i ev. vänsterspann.
<b>Storlek. h.</b>	Anger storlek på kraften i ev. högerspann.
<b>Plac. v.</b>	Placering av kraft räknat från vänster.
<b>Utbredn.</b>	Till vilken längd en begränsat utbredd last verkar inom.

### 3.5.2 Diagram

Under valet diagram erhålls ett *Momentdiagram* över det systemet vars beräkningar har utförts, se Figur 3.17.



Figur 3.17. Momentdiagram

Du kan även erhålla andra diagram, se Figur 3.18, genom att använda knapparna uppe till vänster:



Momentdiagram



Tvärkraftsdiagram.



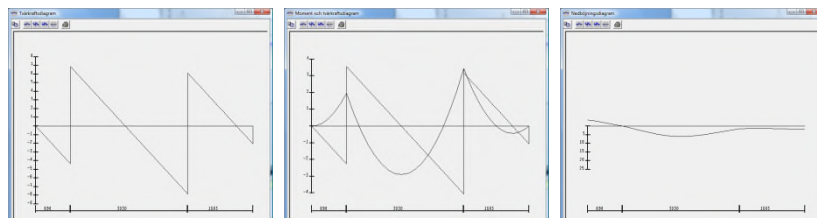
Moment- och tvärkraftsdiagram där du kan se hur dessa samverkar.



Nedböjning.



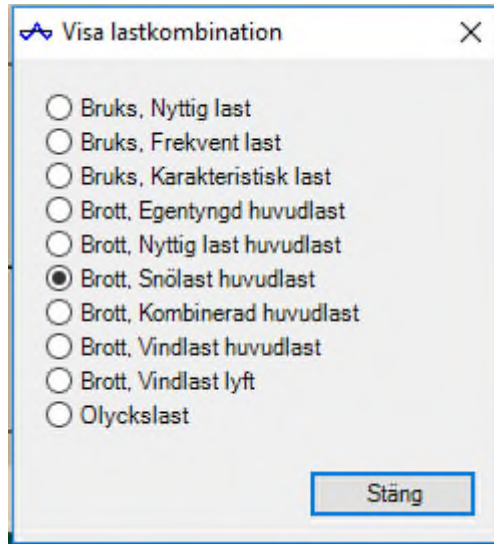
Kopiera diagram.



Figur 3.18. Andra diagram

I alla diagrammen kan du enkelt svepa över diagrammet med musmarkören för att erhålla storlek på beräknad data för ett visst område.

För att skriva ut ett diagram, välj utskriftsknappen. Du kan även högerklicka i dialogen för att erhålla menyn *Visa Lastkombination*, välja för vilken lastkombination du vill erhålla ett diagram, se Figur 3.19.



Figur 3.19. Visa Lastkombination

### 3.5.3 Rapport

Sammanfattning av resultat, innehåller delarna *Statikresultat och Stålresultat*.

### 3.5.4 Rapport statik

I dokumentet *Rapport statik* visas Brytpunkter, Tvärsnittsdata, Balkdata samt laster, se Figur 3.20. Även lastkombinationer, resultat för varje spann samt upplagskrafter finns att utläsa.

**Eurocode Software AB**  
Rotevägen 36 433 69 SÄVEDALEN  
Projekt:  
Position:  
caeEc510-----Version 2.1.3

**Takbalk**

Sadel/Pulpettak..... S  
Snözon..... 2,0  
Taklutning..... 0,0 gr  
Egentyngd..... 0,40 kN/m<sup>2</sup>  
Egentyngd balk..... 0,10 kN/m  
Delning c/c avstånd..... 1,20 m

**Vindlast**

Referensvindhastighet..... 25,0 m/s  
Terrängtyp..... II  
Höjd över omgivande terräng, h..... 10,0 m

**Definition av laster**

1	Egentyngd	bunden
4	Snölast	bunden
5	Vindlast	bunden
6	Vindlast lyft	bunden

**Krafter**

Punktkraft ( kN ) .....1 Jämnt fördelad kraft( kN/m )..3  
Punktmoment ( kNm ) .....2 Träpetskraft( kN/m ).....4

**Last. Kraft**

nr	typ	riktning	Storlek	Läge	Utbredning
1234			Vänster Höger	m	m
1	3	E	0,58		
4	3	Z	1,92		
5	3	V	0,51		
6	3	V	-0,71		

**Definition av lastkombinationer**

- Bruks, Nyttig last
- Bruks, Frekvent last
- Bruks, Karakteristisk last
- Brott, Egentyngd huvudlast
- Brott, Nyttig last huvudlast
- Brott, Snölast huvudlast
- Brott, Kombinerad huvudlast
- Brott, Vindlast huvudlast
- Brott, Vindlast lyft
- Olyckslast

**Lastkombination**

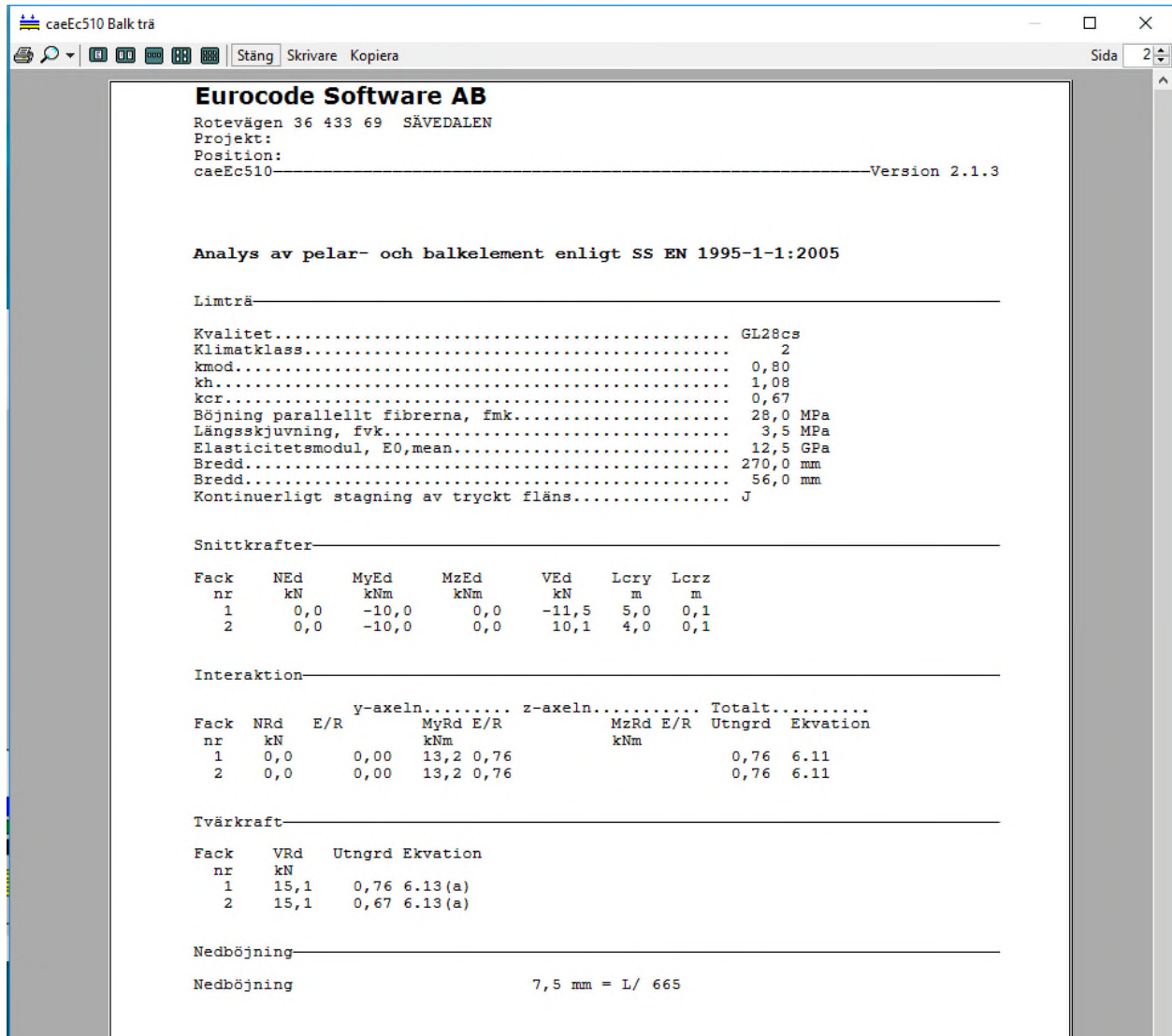
Last.komb. Ingående last nr med partialkoefficienter.....

nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,00	0,00	0,30	0,31	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
2	1,00	1,00	0,30	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	1,00	1,00	1,00	0,78	0,78	0,00	0,78	0,00	0,00	0,00
4	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00

Figur 3.20. Rapport statik

### 3.5.5 Rapport trä

I dokumentet *Rapport trä* visas Hållfasthetsdata samt resultat i brottgränstillstånd och bruksgränstillstånd, se Figur 3.21. Viktigt är att även här observera utnyttjandegraden samt nedböjningen som även visas som ett bråk och kan jämföras med vad normen säger.



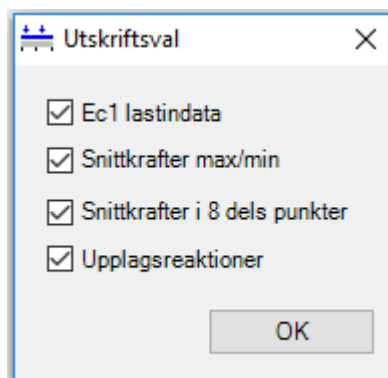
Figur 3.21. Rapport trä

Om lasten överskrider bärförmågan visas:

OBS!! Denna konstruktion uppfyller EJ normkraven

### 3.5.6 Utskriftsval

Här kan information som skall finnas med på utskrift väljas, se Figur 22. De alternativ som finns att ha med och som är förvalda är: *Ec1 lastindata*, *Snittkrafter max/min*, *Snittkrafter i 8-dels punkter* samt *Upplagsreaktioner*.



Figur 22. Utskriftsval



## 3.6 Hjälp

Under *Hjälp* i menyn finner du en kortare beskrivning *Om* programmet caeEc510 Balk trä.

### 3.6.1 Ärende

För *Ärende* till Eurocode Software AB som kan gälla felrapport, idé eller någon fråga som uppkommer när du arbetar med caeEc510. Bifoga gärna indatafil vilket ger ett snabbare och bättre svar.

Supportärende

nr 2017-03-30 09:25:34

Program caeEc510

Version 2.1.3

Email per-johan.kindlund@telia.com

Typ

Felrapport

Idé

Fråga

Kommentarer

Kommentar

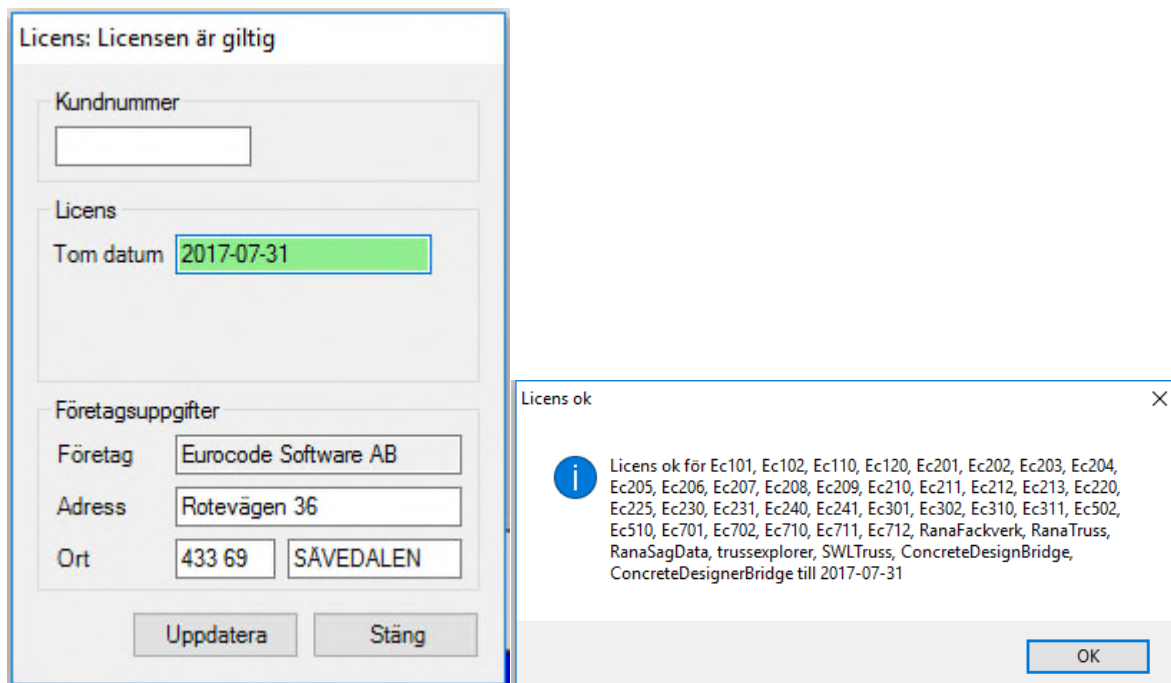
Bifoga indatafil

Skicka Stäng

Figur 23 Ärende

### 3.6.1 Licens

Det är väldigt enkelt att uppdatera licens till programmet, mata in ditt giltiga kundnummer och sedan trycker på knappen *Uppdatera*. Programmet kommer meddelar dig vilka program du har tillgång till och hur länge gäller. För kunderna som hade redan en licens nummer och vill förnya sitt giltiga datum, genom att trycka på knappen *Kontrollera*.



### 3.7 Snabbkommandon

- Ctrl + B** Öppnar *Balkdimension* där du snabbt kan ändra dimension, stålqualität samt se beräkningsresultat gällande Moment, Tvärkraft samt Nedböjning.
- Ctrl + D** Öppnar *Diagram* där du få en överblick av krafternas verkan på konstruktionen.
- Ctrl + G** Öppnar *Guiden* som leder dig genom det indata som krävs för att köra beräkningarna.
- Ctrl + I** Öppnar *Information* där du anger info om projektet.
- Ctrl + K** Öppnar *Laster* där du kan redigera alla laster som påverka på balken.
- Ctrl + L** Öppnar indata för *Laster* där du anger egenvikt samt lokaltyp för konstruktionen.
- Ctrl + N** Startar ett nytt arbete.
- Ctrl + R** Öppnar *Grunddata* där du bland annat anger konstruktionstyp.
- Ctrl + S** Öppnar *Rapport Statik* där du få en överblick av statikresultat.
- Ctrl + T** Öppnar *Materialparametrar* där du anger balkdimension.