

## ***Branndimensjonering av takstoler***

- Hva gjør vi når vi dimensjonerer en konstruksjon i ulykkesgrensetilstanden (brann)
  1. Dimensjonerer med reduserte laster
  2. Øker kapasiteten til virket (sammenlignet med bruddgrensetilstanden)
  3. Reduserer tverrsnittet pga forkulling samt stålets kapasitet ved 300°C
- Vi kan ikke på forhånd si hva som slår sterkest ut og vi må kontrollere konstruksjonen vår både for bruddgrense og bruksgrense som før samt at vi må kontrollere den i ulykkesgrensetilstanden (brann).



# Dimensjonerer med reduserte laster

- Hvilke laster skal konstruksjonen dimensjoneres for

## 6.4.3.3 Lastkombinasjoner for dimensjonerende ulykkessituasjoner

(1) Generelt bør lastvirkninger uttrykkes på følgende form:

$$E_d = E \{ G_{k,j} ; P ; A_d ; (\psi_{1,1} \text{ or } \psi_{2,1}) Q_{k,1} ; \psi_{2,i} Q_{k,i} \} \quad j \geq 1 ; i > 1 \quad (6.11a)$$

(2) Kombinasjonen av lastene i klammer { } kan uttrykkes som:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + (\psi_{1,1} \text{ or } \psi_{2,1}) Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (6.11b)$$

(3) Valget mellom  $\psi_{1,1} Q_{k,1}$  eller  $\psi_{2,1} Q_{k,1}$  bør relateres til den relevante dimensjonerende ulykkessituasjonen (støt, brann eller overlevelse etter en ulykkeshendelse eller ulykkesessituasjon).

MERKNAD

Veiledning er gitt i de relevante delene av NS-EN 1991 til NS-EN 1999.

Som vi ser har vi ingen lastfaktorer, men reduksjonsfaktor  $\psi_1$  eller  $\psi_2$  som lastene skal reduseres med. Hvilken som skal benyttes bestemmes i NS-EN 1991-1-2

# Dimensjonerer med reduserte laster

- Bestemmelse av  $\psi_1$  og  $\psi_2$  i NS-EN 1991-1-2

## NA.4.3.1 Generell regel

NA.4.3.1 (2) Den representative verdien for den variable lasten  $Q_i$  settes lik den tilnærmet permanente verdien  $\psi_{2,i} Q_{k,i}$  for alle tilfeller med unntak av tilfeller i kombinasjoner med vind som dominerende variabel last. Da benyttes den ofte forekommende verdien  $\psi_{1,1} Q_{k,1}$  for vind. Lastkombinering og kombinasjonsverdier er i henhold til NS-EN 1990.

- I NS-EN 1990 har vi  $\psi_1$  og  $\psi_2$

Tabell NA.A1.1 – Verdier for  $\psi$ -faktorer for bygninger

Last	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Nyttelastkategorier i bygninger (se NS-EN 1991-1-1)			
Kategori A: boliger	0,7	0,5	0,3
Kategori B: kontorer	0,7	0,5	0,3
Kategori C: forsamlingslokaler, møterom	0,7	0,7	0,6
Kategori D: butikker	0,7	0,7	0,6
Kategori E: lager	1,0	0,9	0,8
Kategori F: trafikk- og parkeringsarealer for små kjøretøyer (kjøretøyvekt $\leq 30\text{kN}$ og høyst 8 seter utenom fører sete)	0,7	0,7	0,6
Kategori G: trafikk- og parkeringsarealer for mellomstore kjøretøyer, $30\text{kN} < \text{kjøretøyvekt} \leq 160\text{kN}$ på to akslinger	0,7	0,5	0,3
Kategori H: tak	0	0	0
Snølaster (se NS-EN 1991-1-3)	0,7 <sup>1)</sup>	0,5 <sup>1)</sup>	0,2 <sup>1)</sup>
Vindlaster (se NS-EN 1991-1-4)	0,6 <sup>1)</sup>	0,2 <sup>1)</sup>	0 <sup>1)</sup>
Temperatur (ikke brann) i bygninger (se NS-EN 1991-1-5)	0,6 <sup>1)</sup>	0,5 <sup>1)</sup>	0 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Eventuell modifisering for ulike geografiske områder kan kreves av lokale myndigheter

## ***Dimensjonerer med reduserte laster***

- I ulykkesgrenstilstanden kan vi altså redusere snølasten til 20% av karakteristisk verdi, men har valgt til sikker side å benytte  $\psi_1$  – verdien slik at vi reduserer til 50% av verdien.



# Øker kapasiteten til virket

- Dimensjonerende kapasiteter (NS-EN 1995-1-2)

(3) The 20 % fractile of a strength or a stiffness property should be calculated as:

$$f_{20} = k_{fi} f_k \quad (2.4)$$

$$S_{20} = k_{fi} S_{05} \quad (2.5)$$

## 2.3 Design values of material properties and resistances

(1)P For verification of mechanical resistance, the design values of strength and stiffness properties shall be determined from

$$f_{d,fi} = k_{mod,fi} \frac{f_{20}}{\gamma_{M,fi}} \quad (2.1)$$

$$S_{d,fi} = k_{mod,fi} \frac{S_{20}}{\gamma_{M,fi}} \quad (2.2)$$

Table 2.1 — Values of  $k_{fi}$

	$k_{fi}$
Solid timber	1,25
Glued-laminated timber	1,15
Wood-based panels	1,15
LVL	1,1
Connections with fasteners in shear with side members of wood and wood-based panels	1,15
Connections with fasteners in shear with side members of steel	1,05
Connections with axially loaded fasteners	1,05

- Vi øker altså kapasiteten for vanlig trevirke med 25% i ulykkesituasjonen.

## Øker kapasiteten til virket

- Grunnlaget finner vi i NS-EN 1995-1-2
  - Materialfaktor

### NA.2.3 Dimensjoneringsverdiene av materialegenskapene og brannmotstand

NA.2.3(1)P Den partielle sikkerhetsfaktoren for materialegenskaper under brann er:  $\gamma_{M,fi} = 1,0$

NA.2.3(2)P Den partielle sikkerhetsfaktoren for materialegenskaper under brann er:  $\gamma_{M,fi} = 1,0$

- Dimensjonerende kapasiteter (NS-EN 1995-1-2)
  - Vi benytter redusert tverrsnittsmetode (*reduced cross-section method*) beskrevet i pkt. 4.2.2

(5) The design strength and stiffness properties of the effective cross-section should be calculated with  $k_{mod,fi} = 1,0$ .

# Reduserer tverrsnittet etter NS-EN 1995-1-2

- Vi følger metoden beskrevet i pkt. 4.2.2:

## 4.2.2 Reduced cross-section method

(1) An effective cross-section should be calculated by reducing the initial cross-section by the effective charring depth  $d_{ef}$  (see figure 4.1)

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 d_0$$

with:

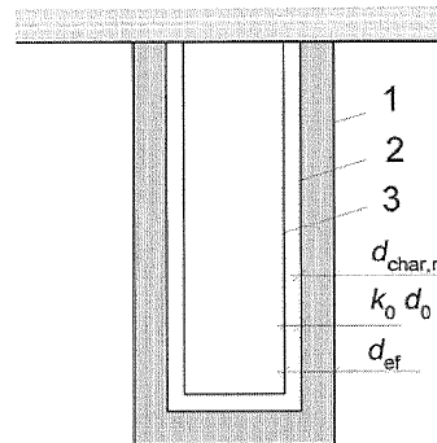
$$d_0 = 7 \text{ mm}$$

$d_{char,n}$  is determined according to expres

$k_0$  is given in (2) and (3).

Table 4.1 — Determination of  $k_0$  for unprotected 4.2a)

$t < 20$ minutes
$t \geq 20$ minutes



Key

- 1 Initial surface of member
- 2 Border of residual cross-section
- 3 Border of effective cross-section

Figure 4.1 — Definition of residual cross-section and effective cross-section

## Reduserer tverrsnittet

- Vi følger metoden beskrevet i pkt. 4.2.2:

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 d_0$$

- $k_0 = 1,0$  ( $t > 20$  min)

- $d_0 = 7$  mm

- $d_{char,n}$  er gitt i tabell

$$d_{char,n} = \beta_n t$$

(3.2)

where:

$d_{char,n}$  is the notional design charring depth, which incorporates the effect of corner roundings;

$\beta_n$  is the notional design charring rate, the magnitude of which includes for the effect of corner roundings and fissures.

Table 3.1 – Design charring rates  $\beta_0$  and  $\beta_n$  of timber, LVL, wood panelling and wood-based panels

	$\beta_0$ mm/min	$\beta_n$ mm/min
<b>a) Softwood and beech</b>		
Glued laminated timber with a characteristic density of $\geq 290$ kg/m <sup>3</sup>	0,65	0,7
Solid timber with a characteristic density of $\geq 290$ kg/m <sup>3</sup>	0,65	0,8
<b>b) Hardwood</b>		
Solid or glued laminated hardwood with a characteristic density of $\geq 290$ kg/m <sup>3</sup>	0,65	0,7
Solid or glued laminated hardwood with a characteristic density of $\geq 450$ kg/m <sup>3</sup>	0,50	0,55
<b>c) LVL</b>		
with a characteristic density of $\geq 480$ kg/m <sup>3</sup>	0,65	0,7
<b>d) Panels</b>		
Wood panelling	0,9 <sup>a</sup>	–
Plywood	1,0 <sup>a</sup>	–
Wood-based panels other than plywood	0,9 <sup>a</sup>	–
<sup>a</sup> The values apply to a characteristic density of 450 kg/m <sup>3</sup> and a panel thickness of 20 mm; see 3.4.2(9) for other thicknesses and densities.		



## Reduserer tverrsnittet

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 d_0$$

$$d_{char,n} = \beta_n t$$

- Vi beregner reduksjonen i tverrsnittet
- $d_{ef} = 0,8 \cdot 15 + (15/20) \cdot 7 \approx 18 \text{ mm}$  (t=15 min)
- $d_{ef} = 0,8 \cdot 30 + 1,0 \cdot 7 = 31 \text{ mm}$  (t=30 min)
- $d_{ef} = 0,8 \cdot 45 + 1,0 \cdot 7 = 43 \text{ mm}$  (t=45 min)
- $d_{ef} = 0,8 \cdot 60 + 1,0 \cdot 7 = 55 \text{ mm}$  (t=60 min)
  
- Noen av disse millimetrene finner vi igjen i tg 20079 der nødvendig overdekning er beregnet.

## *Reduserer kapasitet på spikerplaten*

- Med bakgrunn i at vi tillater temperaturen å nå  $300^{\circ}\text{C}$  så må vi redusere kapasiteten på stålet (platebrudd) ved dimensjonering av spikerplatene. Dette vil gjelde platebrudd. I den tekniske godkjenningen 20079 er reduksjonsfaktoren gitt:

Brannmotstandstidene gitt i tabell 2 gjelder bare for spikerplateforbindelsene, og ikke hele takstolen. Brannmotstanden for konstruksjonens øvrige deler må beregnes etter reglene i NS-EN 1995 -1- 2, slik at det oppnås tilstrekkelig brannmotstandstider for hele konstruksjonen i hht de krav som gjelder i det enkelte prosjekt. Spikerplatene må ha tilstrekkelig feste i trevirket og tilstrekkelig kapasitet ved brann. Reduksjonsfaktoren for vanlig konstruksjonsstål ved  $300^{\circ}\text{C}$  er 0,85.

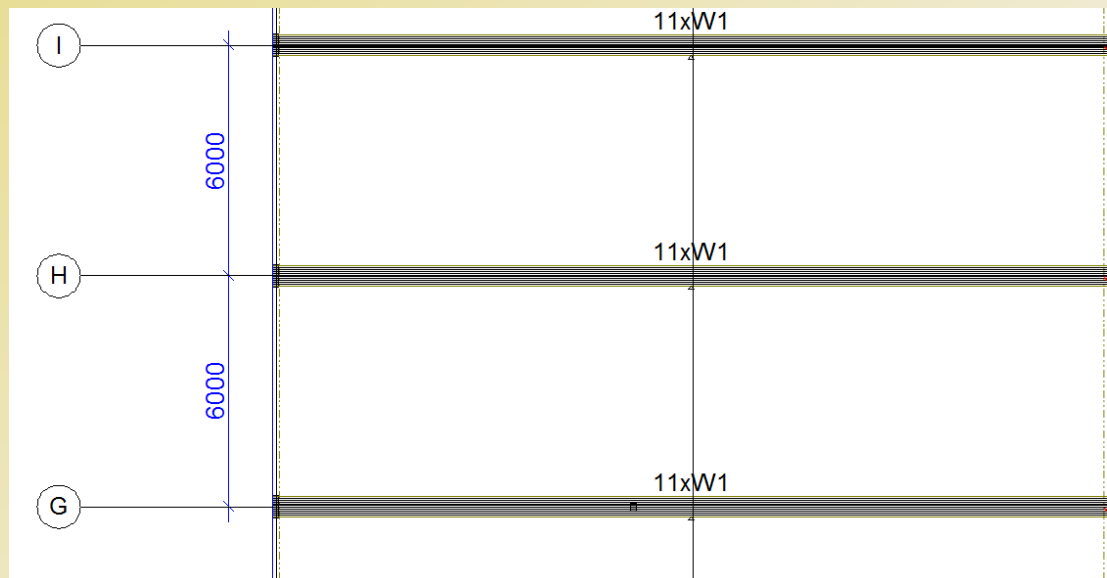
# ***Branndimensjonering av takstoler***

- Vi har nå sett på hvilke regler som gjelder for ulykkesgrensetilstanden (brann) og er klare til å dimensjonere etter disse reglene:
  1. Dimensjonerer med reduserte laster
  2. Øker kapasiteten til virket
  3. Reduserer tverrsnittet pga forkulling samt stålets kapasitet ved 300°C



## ***Branndimensjonering av takstoler***

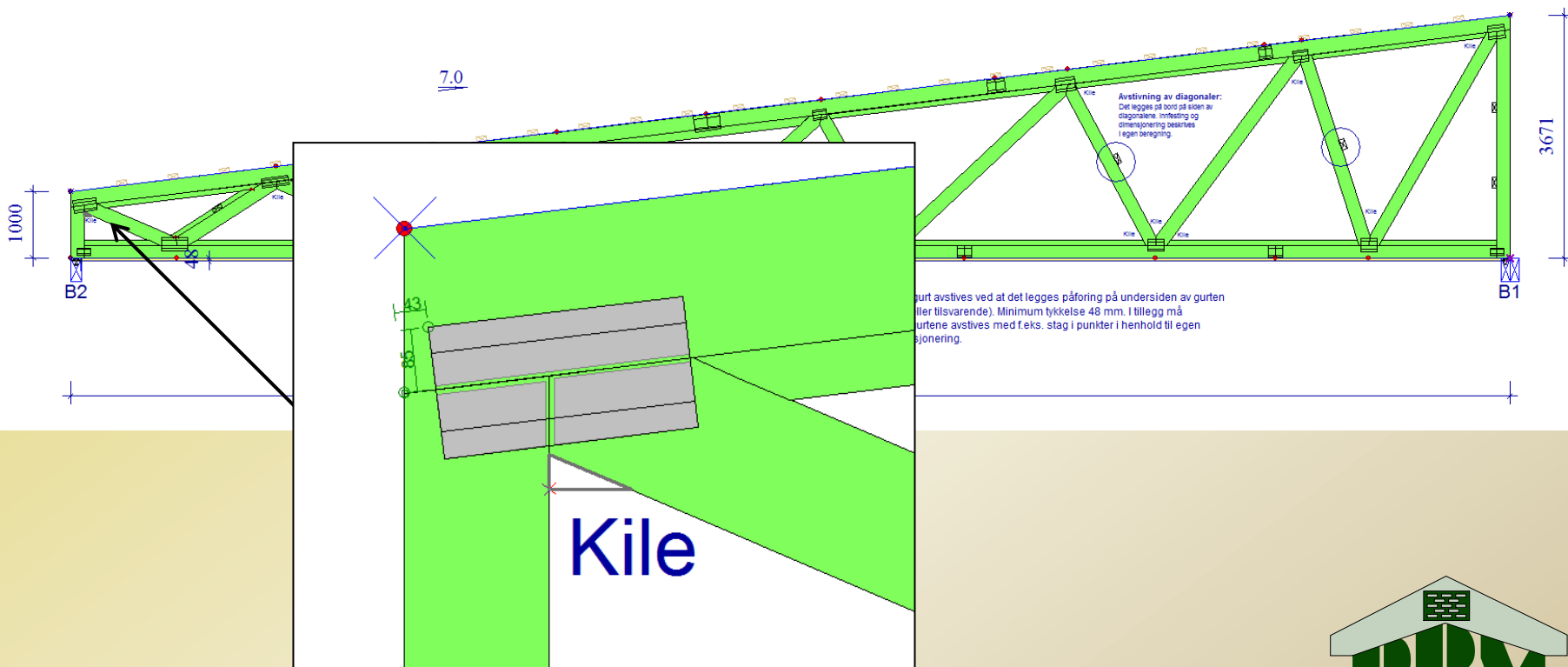
- Eksempel med gitterdragere som skal dimensjoneres for 60 min brannbelastning (R60).
  - Det monteres 11 stk. gitterdragere sammen hvorav de to ytterste fungerer som overdekning og ved ulykkesgrensetilstanden blir bare  $11 - 2 - 2 = 7$  stk gitterdragere med i dimensjoneringen.



# Branndimensjonering av takstoler - eksempel

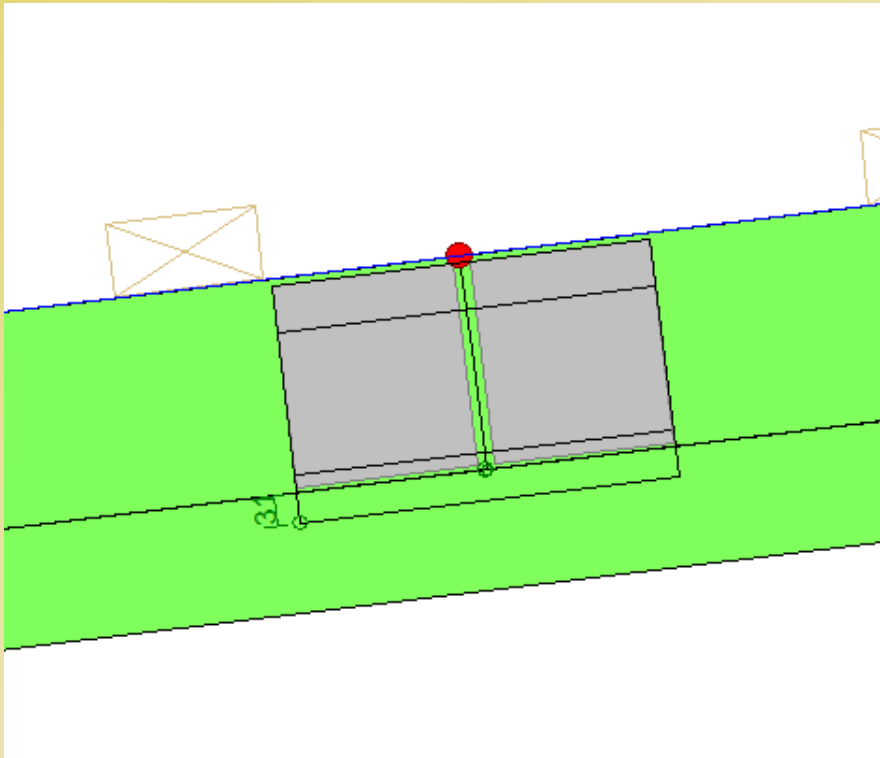
- Gitterdrager som skal dimensjoneres for 60 min brannbelastning. I dette tilfellet utnytter vi å legge påforinger langs gurtene for å slippe å få innbrenning på overside av undergurt og underside av overgurt.

Gitterdrager som dimensjoneres for 60 min brannbelastning.



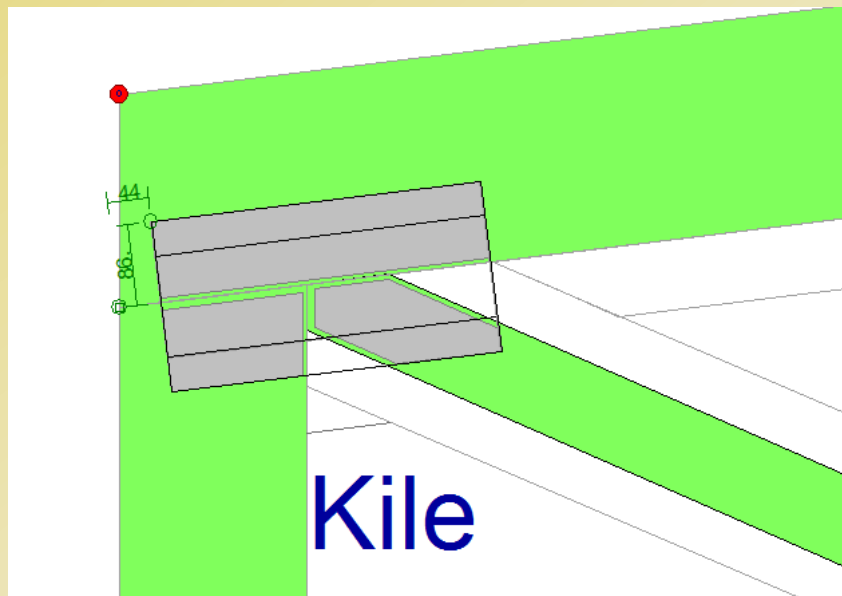
## *Branndimensjonering av takstoler - eksempel*

- Forutsetter at overgurt ikke er utsatt for forkulling fra overkant og påforing på underside gir overdekning > 55 mm.



## ***Branndimensjonering av takstoler - eksempel***

- Takstol dimensjoneres med reduserte tverrsnitt, og alle knutepunkter må påses at har nok overdekning samt at sideveis avstivninger ivaretas.
- Påforingen under overgurt er ikke fjernet da denne ikke er med i den statiske modellen i dette tilfellet.



# Branndimensjonering av takstoler - eksempel

- Takstolen må dimensjoneres i ulykkesgrensetilstanden med "sine lastko

Valgte lastkombinasjoner

ID	Lastkombi
1	#201 1.00 * Egenlast
2	#202 1.0*Eg.v, 0.5*SnøVe, 0.3*NL
3	#203 1.0*Eg.v, 0.5*SnøHø, 0.3*NL
4	#204 1.0*Eg.v, 0.5*SnøHø(0Hø), 0.3*NL
5	#205 1.0*Eg.v, 0.5*SnøVe(0Hø), 0.3*NL
6	#206 1.0*Eg.v, 0.5*Snø my1 (fri), 0.3*NL
7	#207 1.0*Eg.v, 0.5*Snø my1, 0.3*NL
8	#208 1.0*Eg.v, 0.2*Snø my1 (fri), 0.5*NL
9	#211 1.0*Eg.v, 0.2*Vind gavl
10	#216 1.0*Eg.v, 0.2*SnøVe(0Hø), 0.2*Vind

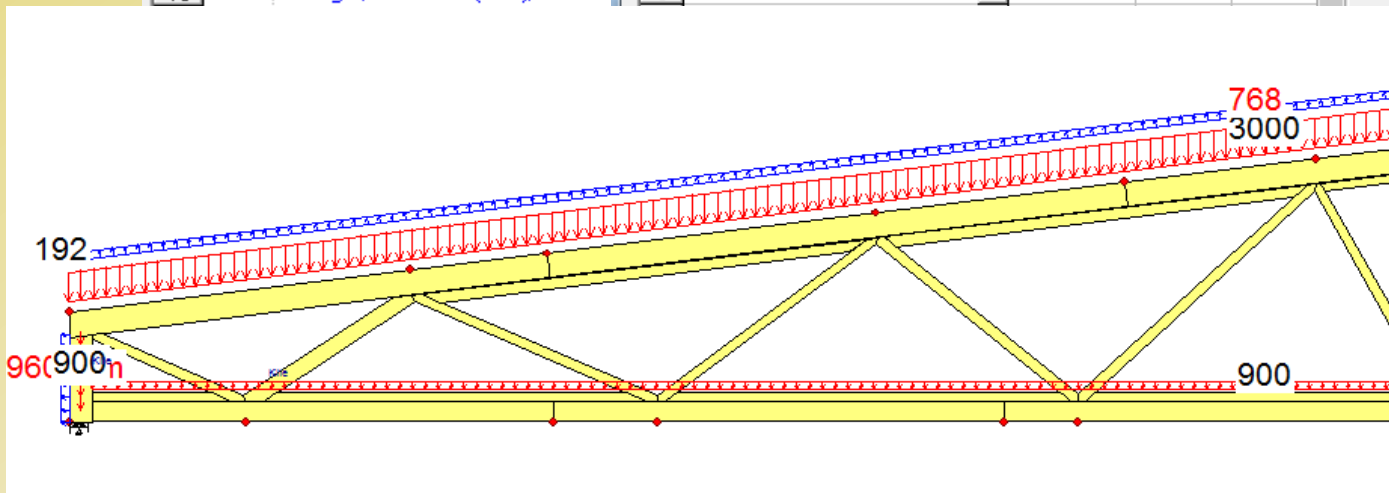
Egen lastkombinasjon

ID: #211  
Overskrift: 1.0\*Eg.v, 0.2\*Vind gavl  
Type:  $\emptyset$  Tilstand: Ulykkeslast brann

Tillat mønsterlast  Tillat automatisk kopiering i bruks  
 Automatisk tittel  Manuelt leste faktorer

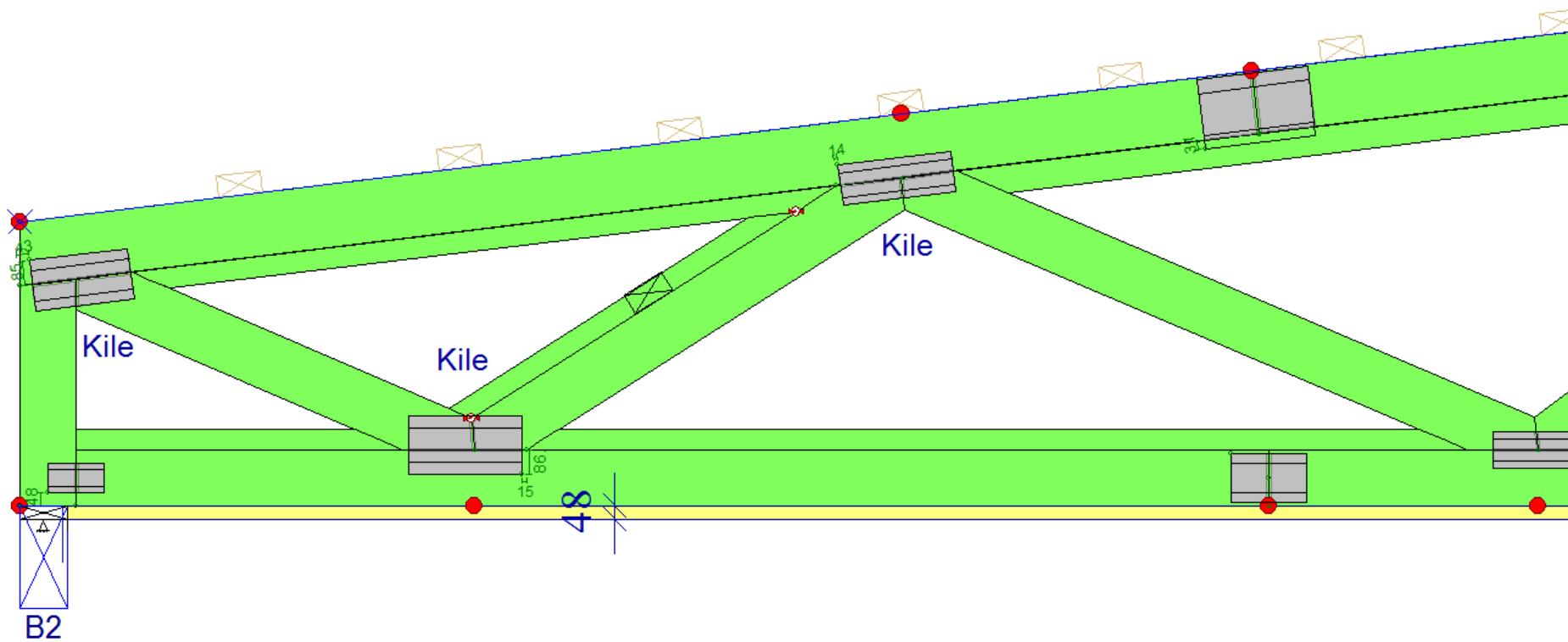
	Dellast	Faktor	Dominerende	Gunstig
1	Egenlast	1.00		<input checked="" type="checkbox"/>
2	Vind m gavl	0.20	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3				
4				
5				
6				

Register  
Les...  
Lagre  
Slett linje  
Kopiere linje  
OK  
Avbryt





# Branndimensjonering av takstoler - eksempel



## *Branndimensjonering av takstoler - eksempel*

- Avstivning av diagonaler kan gjøres med påforinger. Påforingene vil måtte gjøres doble dersom det er nødvendig med avstivning også i ulykkesgrensetilstanden.
- Vi får en påforing som legges på siden og som fungerer som avstivning samt en påforing som fungerer som brannbeskyttelse av den første.

