



---

# Stillasdagene 2018



# Vind i Oslo



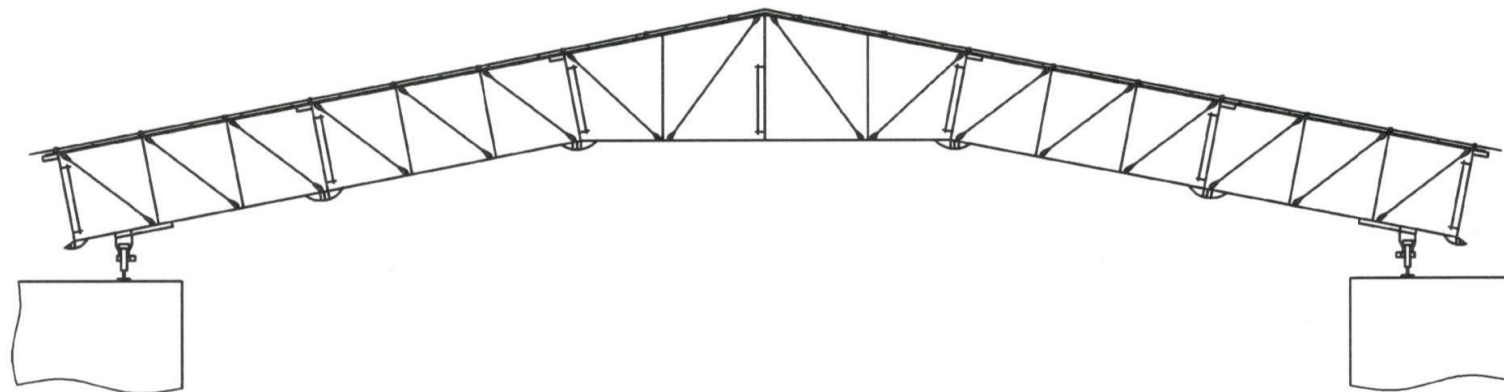
For tiden gjøres det en uavhengig undersøkelse som jeg deltar i som fagekspert.



## Generelt

---

- Eksempel på tak som er understøttet på permanente bygninger

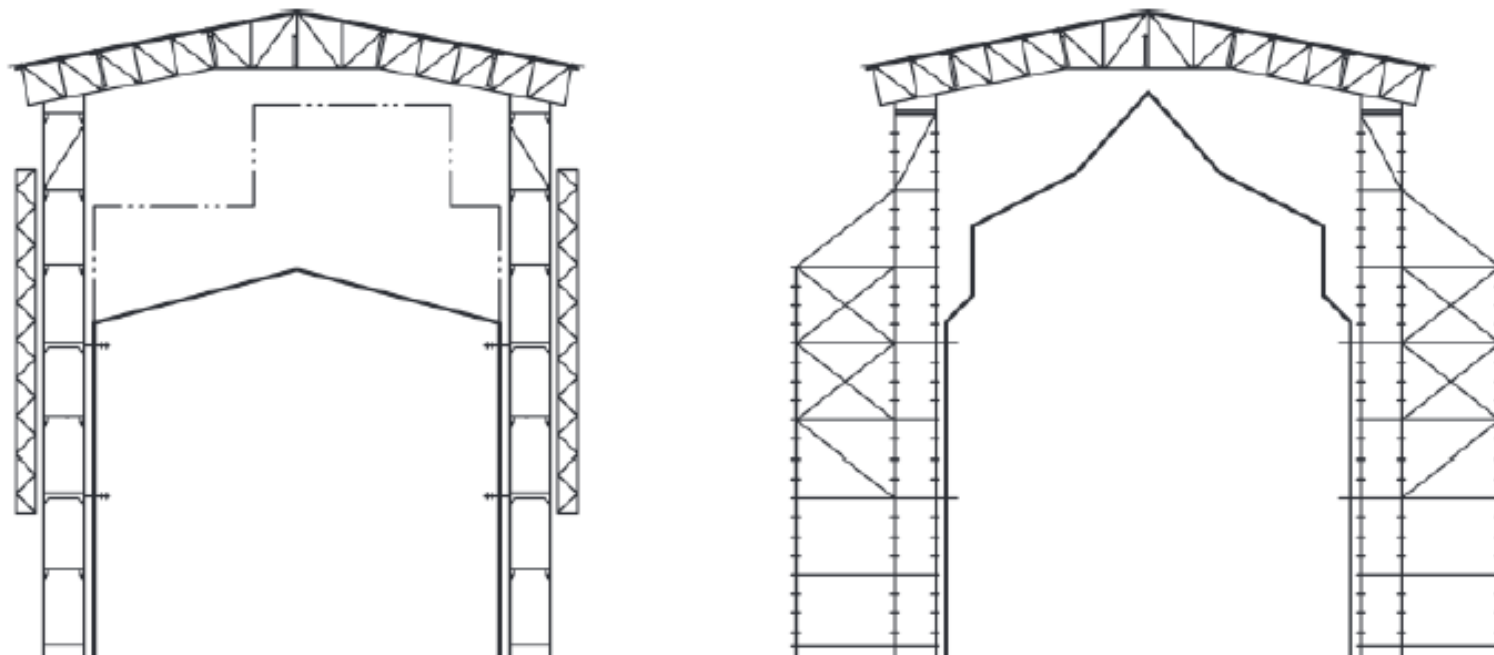




## Generelt

---

- Eksempel på tak som er understøttet av arbeidsstillas





## Generelt og tilsyn

---

- ❑ Inndekkede konstruksjoner er midlertidige konstruksjoner som er underlagt Direktoratet for Byggkvalitet ved plan og bygningsloven.
- ❑ Inndekkede konstruksjoner er per definisjon ikke stillas, og er derfor ikke underlagt Arbeidstilsynet.
- ❑ I inndekkede konstruksjoner inngår alltid et tak. Derfor blir de ofte kalt "tak over tak".
- ❑ Hvis taket understøttes av stillas, så blir også stillaset å anse som inndekket konstruksjon.
- ❑ Inndekkede fasadestillas er ikke inndekkede konstruksjoner selv om duken er festet til fasaden over stillaset.



# Beregninger NS-EN 16508

- ❑ Inndekkede konstruksjoner skal beregnes i henhold til TEK 17. Det vil si etter de vanlige Eurokodene for konstruksjoner.
- ❑ Det er gjort unntak for NS-EN 16508 (TEK17 § 2-2), som tillater at vi regner med reduserte snølaster (snølastklasse SL 2b), som gir snølast på 0,6 kN/m<sup>2</sup>.
- ❑ Det skal beregnes for kombinasjoner av laster.

<b>Snølast klasse</b>	<b>Lastkomb. LC 1 Max. Upward load</b>	<b>Lastkomb. LC 4 Max. Downward load and working wind combined</b>	<b>Lastkomb. LC 5 Wind and snow combined</b>
SL 2	X	X	X



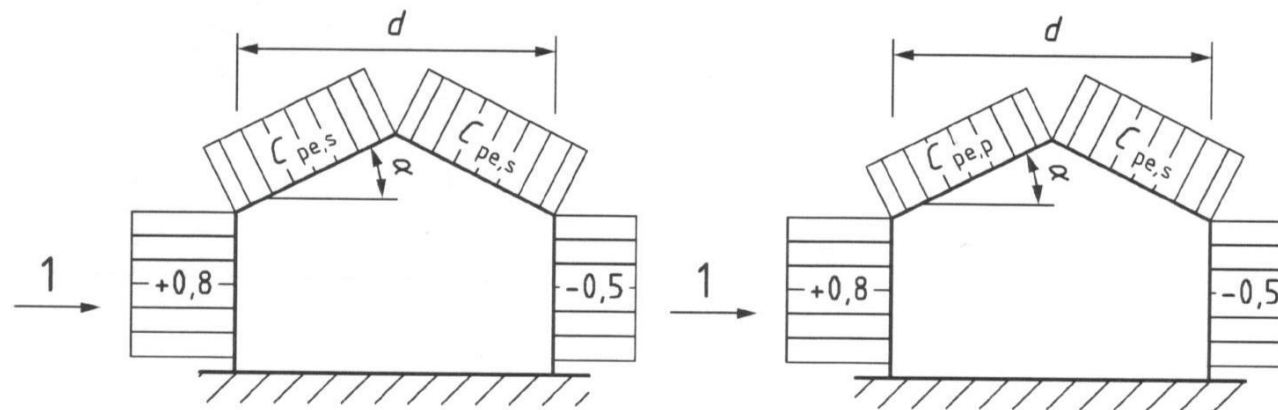
# Beregninger NS-EN 16508

Table 3 — Load combination factors,  $\psi_i$

	LC 1	LC 2	LC 3 <sup>a</sup>	LC 4	LC 5 <sup>a</sup>	LC 6	LC 7 <sup>a</sup>	LC 8
	Max. upward load	Max. downward load and working wind combined	Wind and min. load combined	Max. downward load and working wind combined	Wind and snow combined	Max. downward load & Working wind combined	Wind and snow combined	Wind and snow combined
$Q_1$ Permanent actions	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
$Q_2$ Access and service loads	–	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
$Q_3$ Other imposed loads	–	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
$Q_5$ Site specific snow load	–	–	–	–	–	1,0	0,5	1,0
$Q_6$ Reduced snow load	–	–	–	1,0	1,0	–	–	–
$Q_7$ Min. load	–	1,0	1,0	–	–	–	–	–
$Q_8$ Max. wind load	1,0	–	1,0	–	1,0	–	1,0	0,5
$Q_9$ Working wind load	–	1,0	–	1,0	–	1,0	–	–

<sup>a</sup> For these load combination cases, access and service loads  $Q_2$  shall be reduced according to EN 12811-1:2003, 6.2.9.2

# Beregninger vind NS-EN 16508



$C_{pe,s}$  (sug) avhenger av bredden på bygget og takvinkel, og ligger i området -0,45 til -0,7

Det skal ikke regnes statistisk faktor på 0,7 ved inndekkede konstruksjoner



# Beregninger

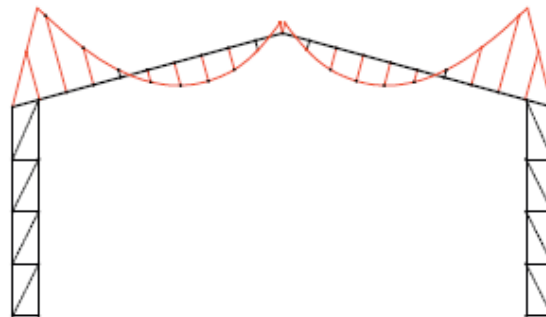
## TG9:18

### Guide to the design and construction of temporary roofs and buildings

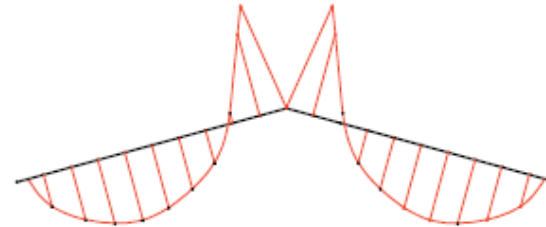
NASC

#### 6.2 Method of design

It is not recommended that the roof structure is designed in isolation from the supporting structure. This can lead to inaccurate assessment of the forces at the ends of the roof trusses. It is preferable, and more accurate, to consider the complete structural arrangement.



a) Total structure model



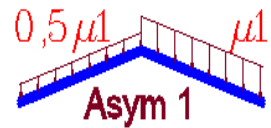
b) Roof in isolation  
assuming ends of roof beams held in position

Figure 10 – Effect of supporting structure on bending moment distribution

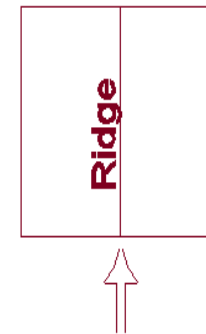
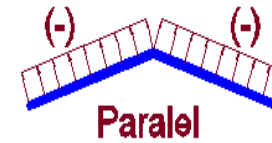
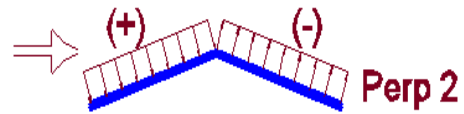
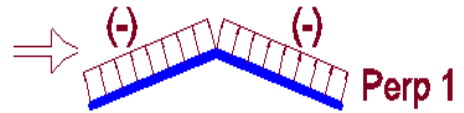


# Beregninger

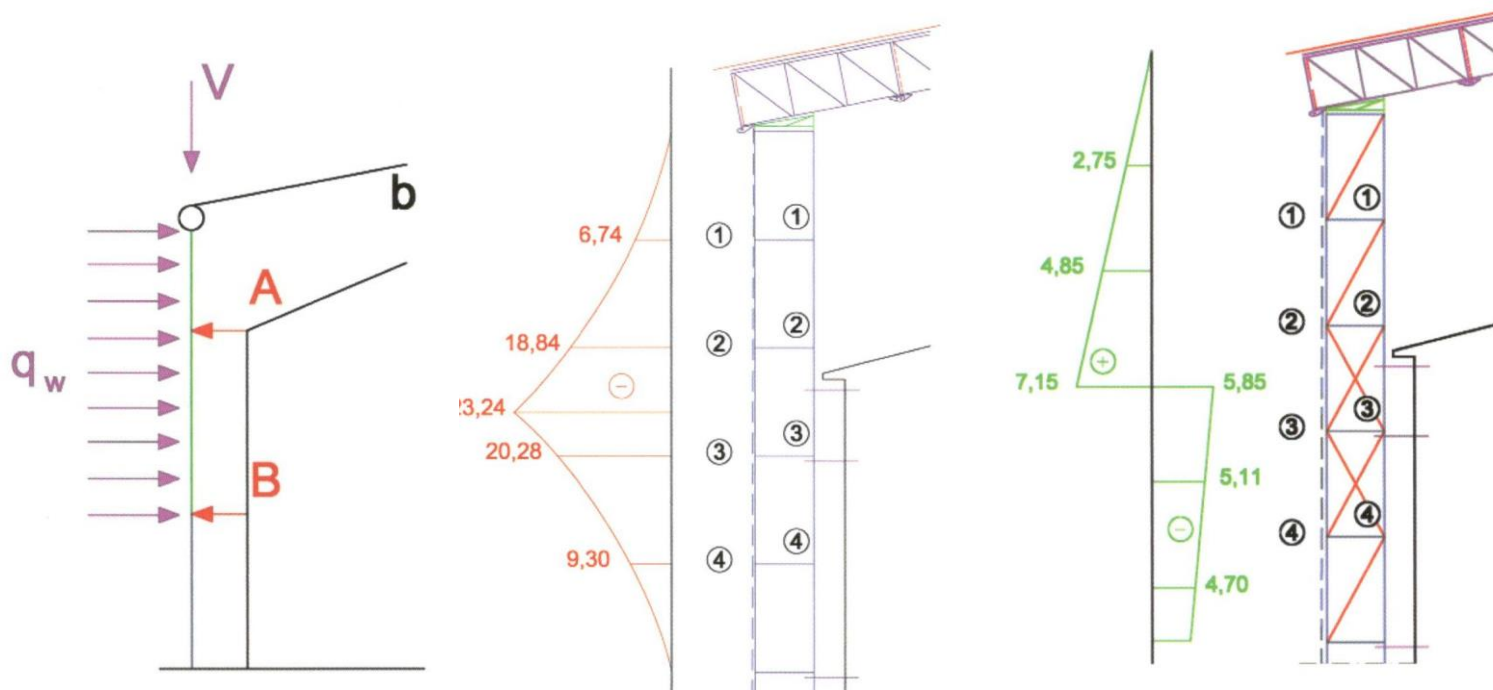
## Snow Loads



## Wind Loads



# Eksempler på diagrammer (veggseksjon)



Symbol

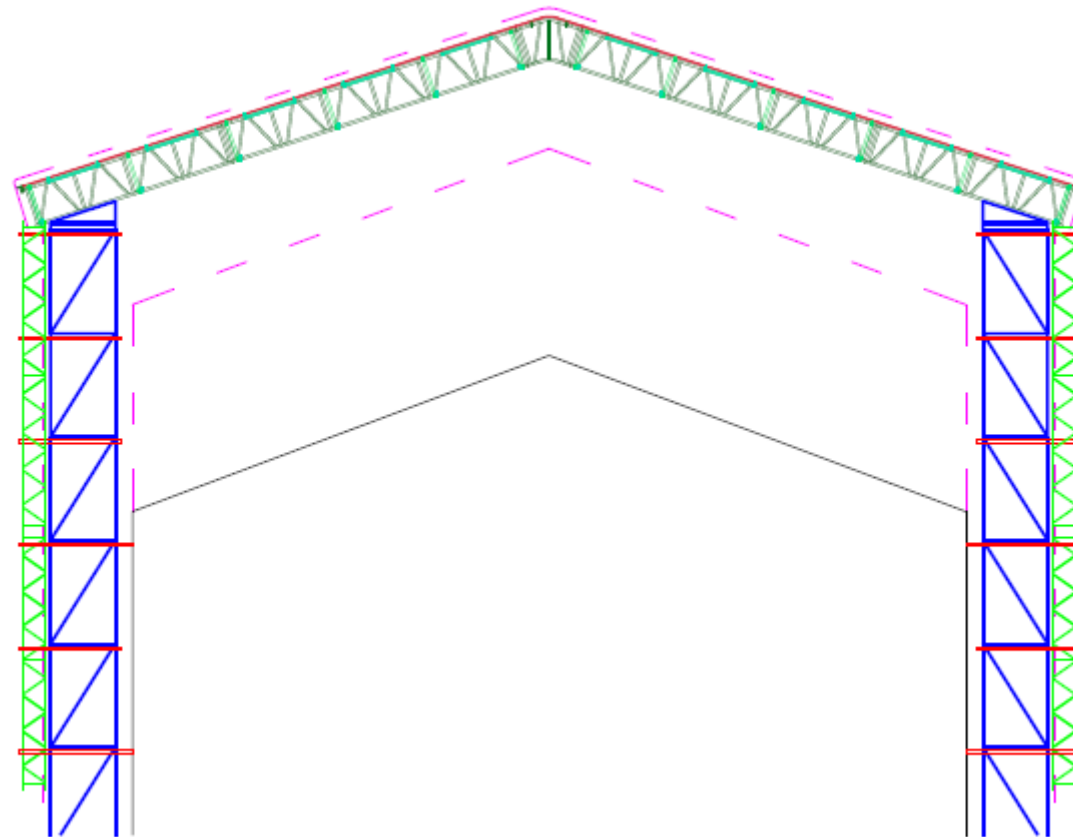
Momentdiagram

Skjærkraftdiagram



# Tips

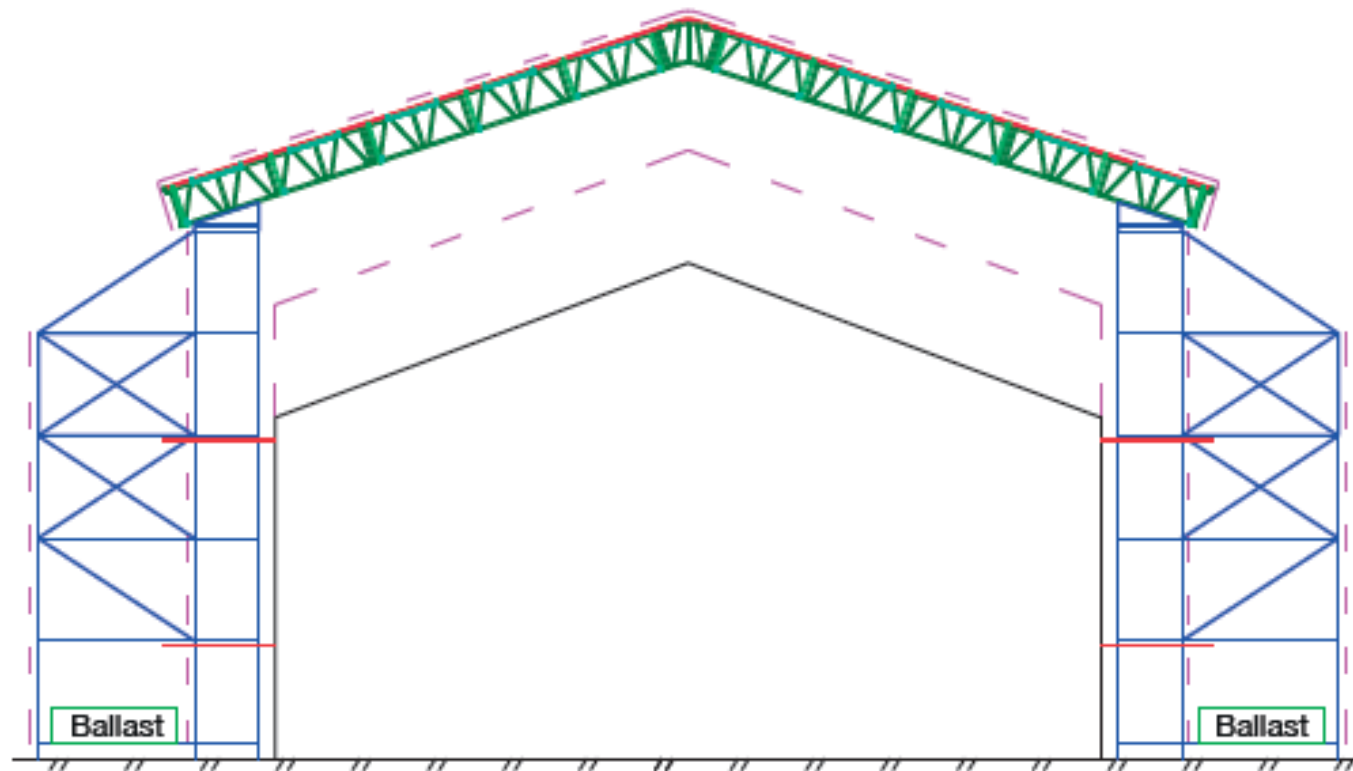
---





# Tips

---





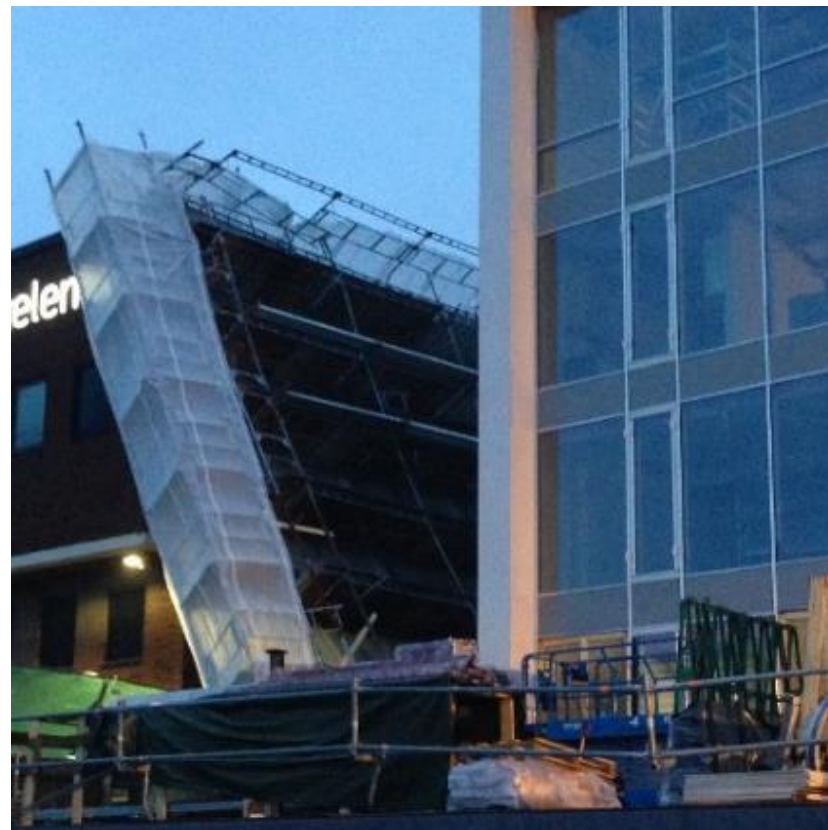
# Bruk av takbøyler mot vegg/over tak





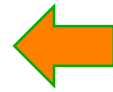
# Bruk av takbøyler mot vegg/over tak

---





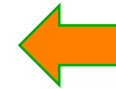
# Dekket stillas over tak/vegg (Tettet mot gesims/tak)



Konstruksjonsfaktor; 1,0

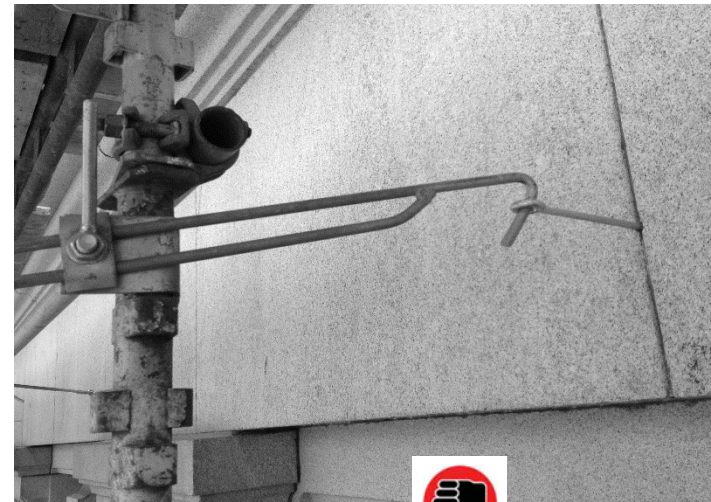
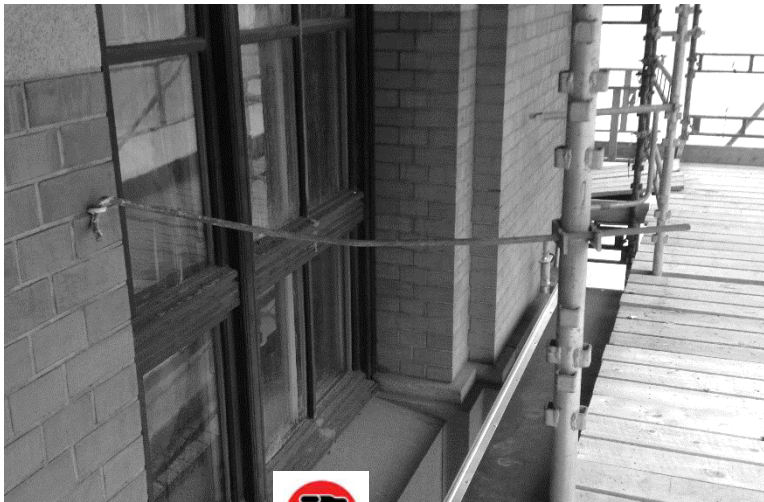
Kraftfaktor; 1,3

Ca. 4 ganger så stor kraft  
som mot vegg.





# Forankring av takbøyler/konstruksjoner over tak



Ikke bruk forankringer som kun er godkjent for 2,5 kN, når kraften kan være langt over 10 kN!



# Beregningsprogram

## Vindberegninger for stillas

Legg inn nødvendige opplysninger:

Kunde:  ⌵ Fyll inn

Byggeplass adresse:  ⌵ Fyll inn

Utført av:  ⌵ Fyll inn

Velg Terrenkategori:

Terrenkategori II



Velg Fylke:

Troms

Velg Kommune:

Tromsø

Troms	Tromsø	$v_{b,0} = 27 \text{ m/s}$
Terrenkategori III	Sammenhengende småhusbebyggelse, industriområder eller skogsområder	

Stillas:

Faglengde:  ⌵ Fyll inn

Fagbredde:  ⌵ Fyll inn

Forankringsavstand midtfelt:  ⌵ Fyll inn

Forankringsavstand hjørne:  ⌵ Fyll inn

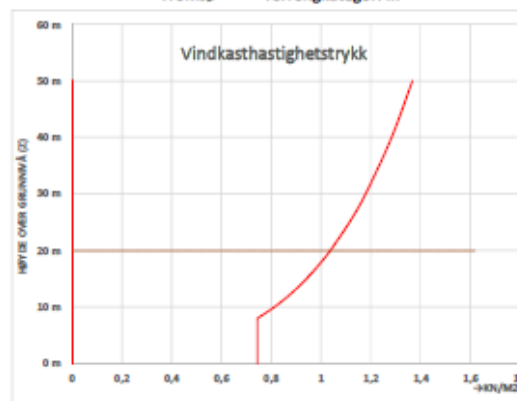
Høyde over grunnivå:  ⌵ Fyll inn

Referansevindhastighet  $v_{b,0} = 27 \text{ m/s}$

Stedsvindhastighet  $v_m = 25 \text{ m/s}$

Vindkasthastighetstrykk  $q_p = 1037 \text{ N/m}^2$

Tromsø Terrenkategori III





# Beregningsprogram

## Beregning av forankringskrefter ved åpen og lukket fasade bak stillaset

Velg type fasade bak stillas:

Lukket fasade (tett) ▼

Velg type inndekking:

Nett ▼

Sted: Tromsø

Referansehastighet 27 m/s  
 Terrengkategori III  
 Høyde over terrenget 20,0 m  
 Vindkasthastighetstrykk ( $q_p$ ) 1,04 kN/m<sup>2</sup>

Forankringsavstand midtfelt: 4,0 m  
 Forankringsavstand hjørnefelt: 2,0 m  
 Faglengde: 3,05 m  
 Fagbredde: 1,20 m  
 Forankringsareal midtfelt: 12,20 m<sup>2</sup>  
 Forankringsareal hjørnefelt: 3,05 m<sup>2</sup>  
 Parallelt udekket 4,80 m<sup>2</sup>

Åpen fasade



Lukket fasade



### Lukket fasade

Stillas dekket med nett	$c_s$	$c_f$	$A_{ref}$	$q_p(z_e)$	Statistisk faktor	Vindtrykk	Forankringsareal	Kraft i forankringstag	Kraft i forankringsbolt inkludert lastfaktor (1,5)	Testlast (+20%)
Sug normalt på fasade; le side	0,27	1,3	0,5	1,04 kN/m <sup>2</sup>	0,7	0,13 kN/m <sup>2</sup>	12,20 m <sup>2</sup>	-1,55 kN	-2,33 kN	-2,80 kN
Trykk normalt på fasade	0,76	1,3	0,5	1,04 kN/m <sup>2</sup>	0,7	0,36 kN/m <sup>2</sup>	12,20 m <sup>2</sup>	4,38 kN	6,56 kN	
Parallelt med fasade	0,27	0,3	1,0	1,04 kN/m <sup>2</sup>	0,7	0,06 kN/m <sup>2</sup>	12,20 m <sup>2</sup>	0,72 kN	1,08 kN	
Hjørne; både sug og trykk	1,00	1,3	0,5	1,04 kN/m <sup>2</sup>	0,7	0,47 kN/m <sup>2</sup>	3,05 m <sup>2</sup>	-1,44 kN	-2,16 kN	-2,59 kN

NB! Monterer vi stillas dekket med presenning på utsiden av hjørnet til bygget, risikerer vi samme typer krefter som takbplyer montert over tak



# Beregningsprogram (testverdier i kN for 10 m høyde i forskjellige terreng og vindhastighet)

Basert på 4 m mellom forankringer

Terrengkategori	IV	Udekket		Nett		Presenning	
Høyde	10 m	Lukket	Åpen	Lukket	Åpen	Lukket	Åpen
Oslo	22 m/s	-0,47	-1,47	-1,27	-3,59	-2,54	-8,49
Sandefjord	24 m/s	-0,56	-1,68	-1,52	-4,27	-3,03	-10,1
Bergen	26 m/s	-0,66	-1,98	-1,78	-5,01	-3,56	-11,86

Terrengkategori	III	Udekket		Nett		Presenning	
Høyde	10 m	Lukket	Åpen	Lukket	Åpen	Lukket	Åpen
Oslo	22 m/s	-0,54	-1,62	-1,46	-4,1	-2,91	-9,7
Sandefjord	24 m/s	-0,64	-1,96	-1,73	-4,87	-3,46	-11,55
Bergen	26 m/s	-0,75	-2,26	-2,03	-5,72	-4,06	-13,55



# Beregningsprogram

Beregning av forankringskrefter ved beregning av åpninger i fasade bak stillas

Velg type inndekking:

Udekket ▼

Sted: Tromsø

Referansehastighet: 27 m/s

Terrengkategori III

Høyde over terrenget: 20,0 m

Vindkasthastighetstrykk ( $q_p$ ): 1,04 kN/m<sup>2</sup>

Forankringsavstand midtfelt: 4,0 m

Forankringsavstand hjørnefelt: 2,0 m

Faglengde: 3,05 m

Fagbredde: 1,20 m

Forankringsareal midtfelt: 12,20 m<sup>2</sup>

Forankringsareal hjørnefelt: 3,05 m<sup>2</sup>

Bruttoareal: 12,20 m<sup>2</sup>

Åpninger: 5,00 m<sup>2</sup> ← Fyll inn

Nettoareal: 7,20 m<sup>2</sup>

( $\varphi_s$ ): 0,59 1

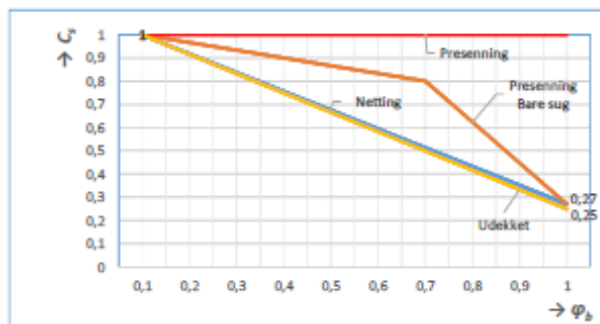
Konstruksjons/stedsfaktor ( $C_s$ )

Udekket stillas: 0,59

Dekket med nett: 0,60

Dekket med presenning: 1

Dekket med presenning (kun sug): 0,84



Grad av lukket fasade ( $\varphi_s$ ) = 0,59

	$c_s$	$c_f$	$A_{ref}$	$q_p(z_e)$	Statistisk faktor	Vindtrykk	Forankringsareal	Kraft i forankringstag	Kraft i forankringsbolt inkludert lastfaktor (1,5)	Testlast (+20%)
<b>Udekket stillas</b>										
Sug normalt på fasade; le side	0,59	1,3	0,2	1,04 kN/m <sup>2</sup>	0,7	0,11 kN/m <sup>2</sup>	12,20 m <sup>2</sup>	-1,36 kN	-2,04 kN	-2,45 kN
Trykk normalt på fasade	0,59	1,3	0,2	1,04 kN/m <sup>2</sup>	0,7	0,11 kN/m <sup>2</sup>	12,20 m <sup>2</sup>	1,36 kN	2,04 kN	
Parallelt med fasade	1,00	1,3	0,2	1,04 kN/m <sup>2</sup>	0,7	0,19 kN/m <sup>2</sup>	4,80 m <sup>2</sup>	0,91 kN	1,36 kN	
Hjørne; både sug og trykk	1,00	1,3	0,2	1,04 kN/m <sup>2</sup>	0,7	0,19 kN/m <sup>2</sup>	3,05 m <sup>2</sup>	-0,58 kN	-0,86 kN	-1,04 kN

NB! Monterer vi stillas dekket med presenning på utsiden av hjørnet til bygget, risikerer vi samme typer krefter som takbøyler montert over tak



# Beregningsprogram

## Beregning av forankringskrefter ved stillas mot sirkulære sylindere

Velg type inndekking:

Sted: Tromsø

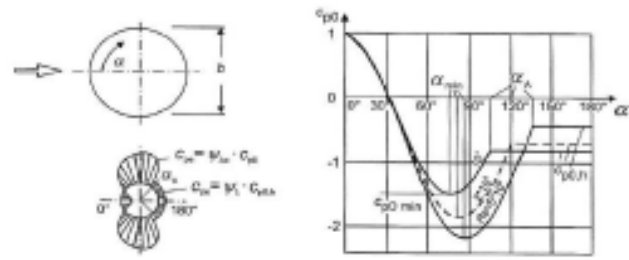
Referansehastighet: 27 m/s  
 Terrenkategori III  
 Høyde over terrenget: 20,0 m  
 Vindkasthastighetsstrykk ( $q_p$ ): 1,04 kN/m<sup>2</sup>

Forankringsavstand: 4,0 m  
 Faglänge: 3,05 m  
 Fagbredde: 1,20 m  
 Forankringsareal midtfelt: 12,20 m<sup>2</sup>

Densitet =  $\rho$ : 1,25      Høyde: 20      Hastighet  $v_b$ : 27       $k_s$ : 1       $C_s$ : 1

$Re = b \cdot v(z_s) / \nu = \frac{2,2 \cdot 10^6}{15 \cdot 10^{-6}} = 1,47 \cdot 10^{11}$        $c_p$  avlest tabell 7.12 = -1,9

$b$ : 6,0 m       $v$ :  $v(z_s) = \sqrt{[(2 \cdot q_p) / \rho]}$   
 Diameter kolonne/tank: Fyll inn      12,88



Stillas dekket med nett	$c_{pe}$	$c_{pi}$	$A_{ref}$	$q_p(z_s)$	Statistisk faktor	Vindtrykk	Forankringsareal	Kraft i forankringstag	Kraft i forankringsbolt inkludert lastfaktor (1,5)	Testlast (+20%)
Sug vinkelrett på tank	-1,9	1,3	0,5	1,04 kN/m <sup>2</sup>	0,7	-0,90 kN/m <sup>2</sup>	12,20 m <sup>2</sup>	-10,94 kN	-16,41 kN	-19,69 kN
Trykk normalt på tank	1,0	1,3	0,5	1,04 kN/m <sup>2</sup>	0,7	0,47 kN/m <sup>2</sup>	12,20 m <sup>2</sup>	5,76 kN	8,64 kN	

Udekket stillas og stillas dekket med nett er beregnet etter NS-EN 12811-1  
 Stillas dekket med presenning er beregnet etter NS-EN 1991-1-4 (statistisk faktor = 1)

# Beregningsprogram

## Beregning av forankringskrefter ved bruk av takbøylor

Sted: Oslo

Vejl type/montasje: Takbøyle over tak ikke tett mot gesims

Referansehastighet: 22 m/s

Terrengklattegrad: II

Høyde over terreng: 22,0 m

Vindretning/hastighet/trykk ( $q_p$ ): 0,71 kN/m<sup>2</sup>

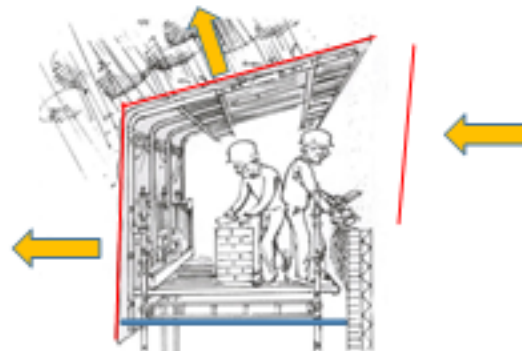
Forankringsavstand under stålsgule: 2,0 m ← fyll inn

Fag lengde: 3,05 m

Fag bredde: 1,20 m

Forankringsareal midtfeil: 3,05 m<sup>2</sup>

Vindareal takbøyle: 10,68 m<sup>2</sup>



Takbøyle over tak ikke tett mot gesims	$c_p$	$c_f$	$A_{ref}$	$q_p(z_p)$	Statisk faktor	Vindtrykk	Forankringsareal	Kraft i forankringstag	Kraft i forankringsbolt inkludert lastfaktor (1,5)	Teslast (+20%)
Sug vinkelrett på takbøyle	-1,8	1	1,0	0,71 kN/m <sup>2</sup>	1	-1,26 kN/m <sup>2</sup>	10,68 m <sup>2</sup>	-13,65 kN		
Sug vinkelrett på vegg under dørste golv	-0,7	1	1,0	0,71 kN/m <sup>2</sup>	1	-0,50 kN/m <sup>2</sup>	3,05 m <sup>2</sup>	-1,52 kN		
Sum								-15,16 kN	-22,75 kN	-27,30 kN
Trykk vinkelrett på takbøyle	1,8	1	1,0	0,71 kN/m <sup>2</sup>	1	1,26 kN/m <sup>2</sup>	10,68 m <sup>2</sup>	13,65 kN		
Trykk vinkelrett på vegg under dørste golv	0,8	1	1,0	0,71 kN/m <sup>2</sup>	1	0,57 kN/m <sup>2</sup>	3,05 m <sup>2</sup>	1,73 kN		
Sum								15,38 kN	23,07 kN	
Trykk/sug parallell med takbøyle	1	0,1	1,0	0,71 kN/m <sup>2</sup>	0,7	0,05 kN/m <sup>2</sup>	10,68 m <sup>2</sup>	0,53 kN		
Trykk/sug parallell under dørste golv	1	0,1	1,0	0,71 kN/m <sup>2</sup>	0,7	0,05 kN/m <sup>2</sup>	3,05 m <sup>2</sup>	0,15 kN		
Sum								0,68 kN	1,02 kN	

Takbøylor mot vegg er beregnet etter NS-EN 1281 1-1

Takbøylor over tak (begge typer) er beregnet etter NS-EN 1991-1-4 (statisk faktor = 1)

NB! Vi inkluderer "over tak" effekt på innedekket ferdigstiltes hvis vi monterer på utvidet avhengighet til bygget



# Bekymringer; Dårlig bunnkonstruksjon







# Bekymringsmeldinger; Farlig bunnkonstruksjon

- Bygget i skråning uten å kompensere for skjevhet.
- Stillaset er 14 meter høyt fra tverrbjelke.
- Det er montert tak over tak på topp av stillas.





# Bekymringsmeldinger

## Lasttårn

- Rødt malt utstyr (før 1990):
  - $F = 2 \times 10,57 \text{ kN} / (3 \times 3 \text{ m}^2)$
  - $F = 2,35 \text{ kN/m}^2$
  - Klasse 3 stillas
  - Ikke lov med delareallaster
- 10 belasta gulv over hverandre?



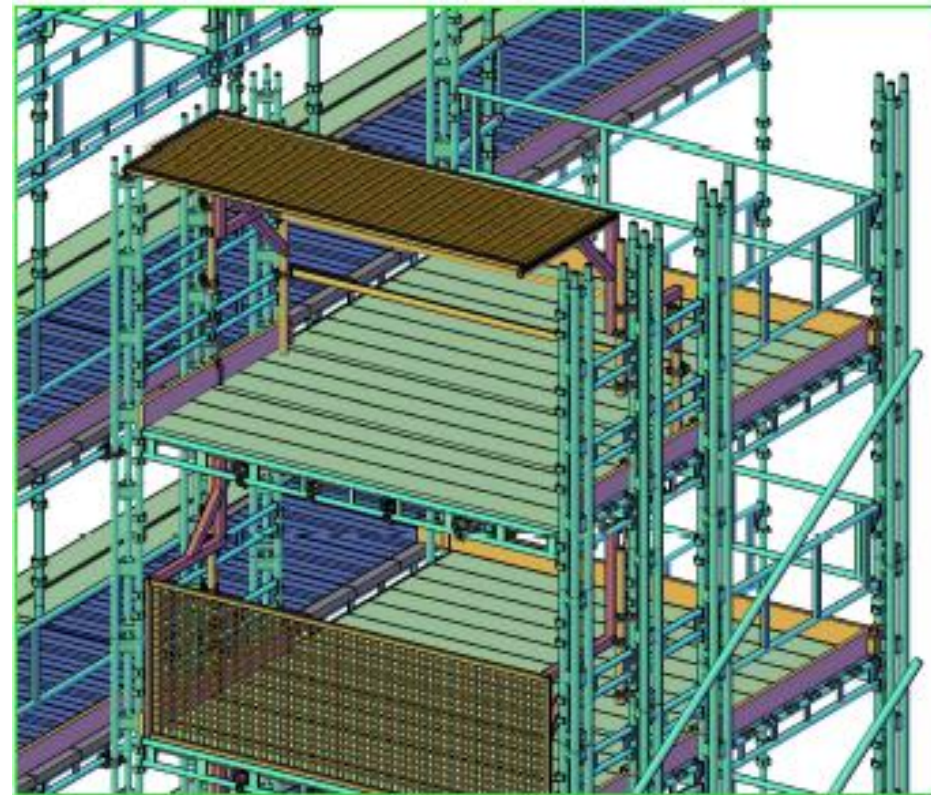
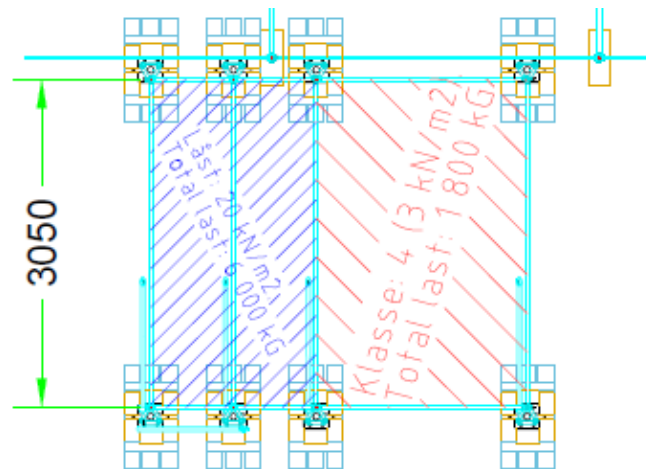


# Dimensjonert lasttårn



# Individuelt prosjekt

- Belastning av plankene ...
- Tårn høyde .....
- Avstand mellom plankene .....
- Spesielle krav .....



1. Maksimal belastning av en nivå: 7,8 T  
Tillatte last seks nivåer samtidig
2. Tilldekking planker med finerplate 12 mm.



# Dimensjonert lasttårn detaljer





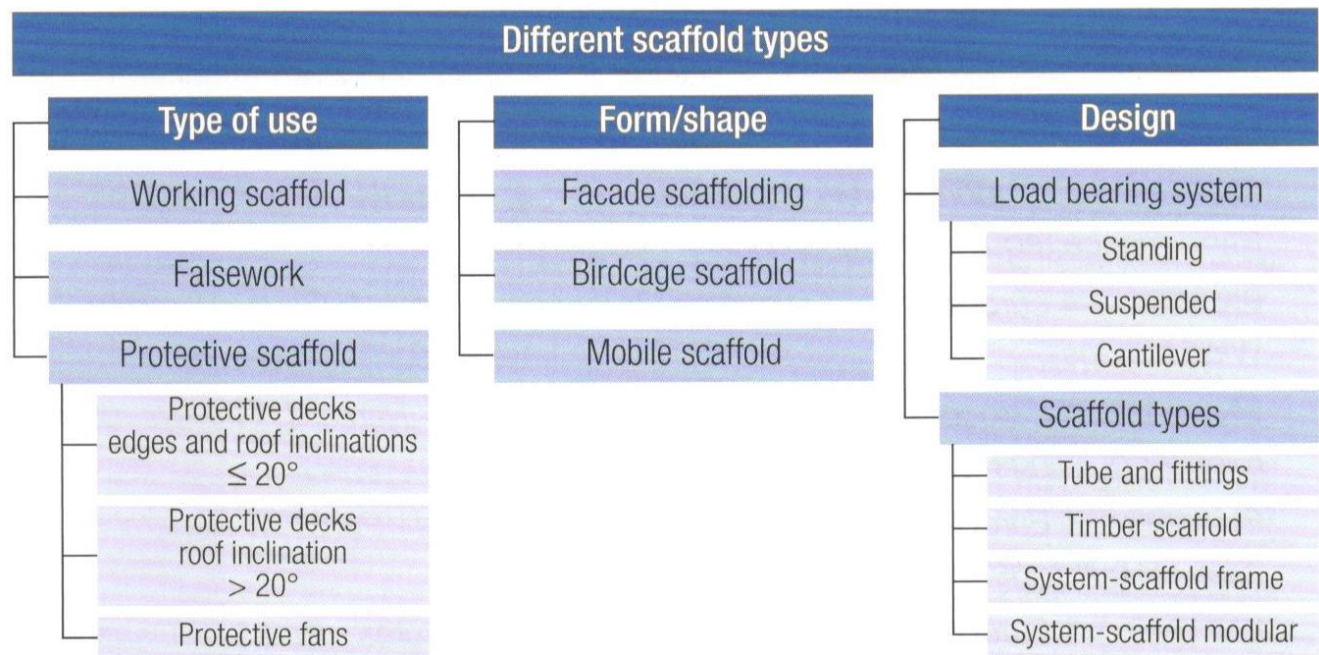
# Bekymringer; Presenning; ofte feil kvalitet

- Krav til presenninger i § 17-20 Brannfare.
- Ett-sjikts tak av duk og folie må tilfredstille klasse B-s3,d0 for tak over tak – konstruksjoner og for inndekking av fasadestillas
- Kravene finnes i TEK 10 og TEK 17.



# Forskjellige stillastyper

Figure 1: Different scaffold types



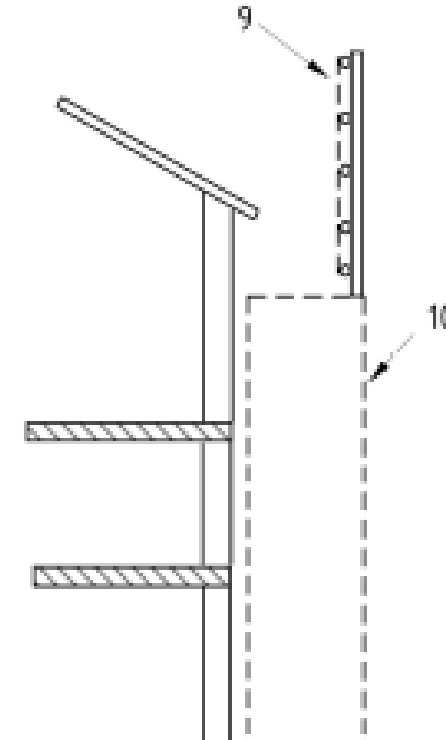
Arbeidstilsynet har foreslått ny definisjon av stillas fra 1/1-19 hvor verne mot fall fra tak eller annen høyde (beskyttelse stillas) vil bli en del av begrepet «stillas».



# Utstyr for midlertidig sikring av frie kanter (NS-EN 13374: 2013)

## □ 5.1.2 Nets

- Safety nets used in edge protection systems shall be in accordance with EN 1263-1.
- The fixing of each net shall satisfy the load requirements of the intended class or classes.



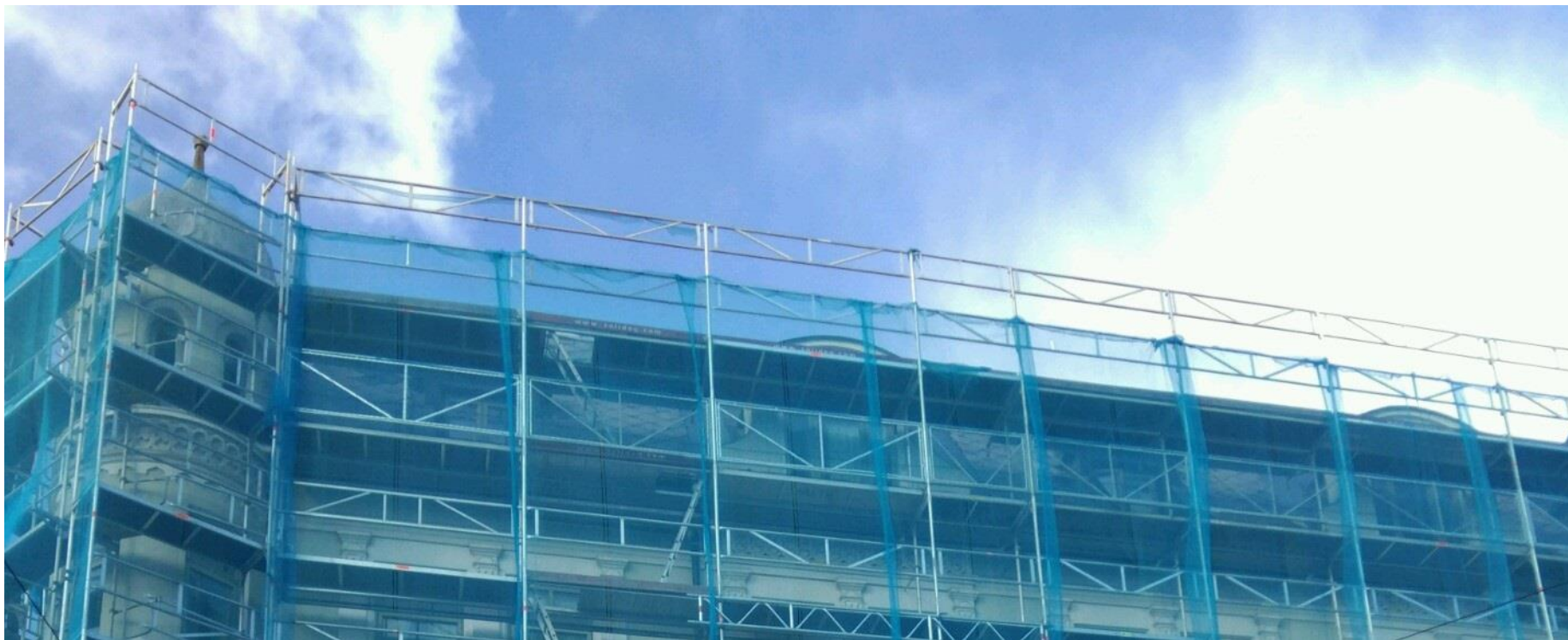
9 kantsikring på stillas  
10 stillas





# Bekymringsmeldinger; Rekkverk for takarbeider

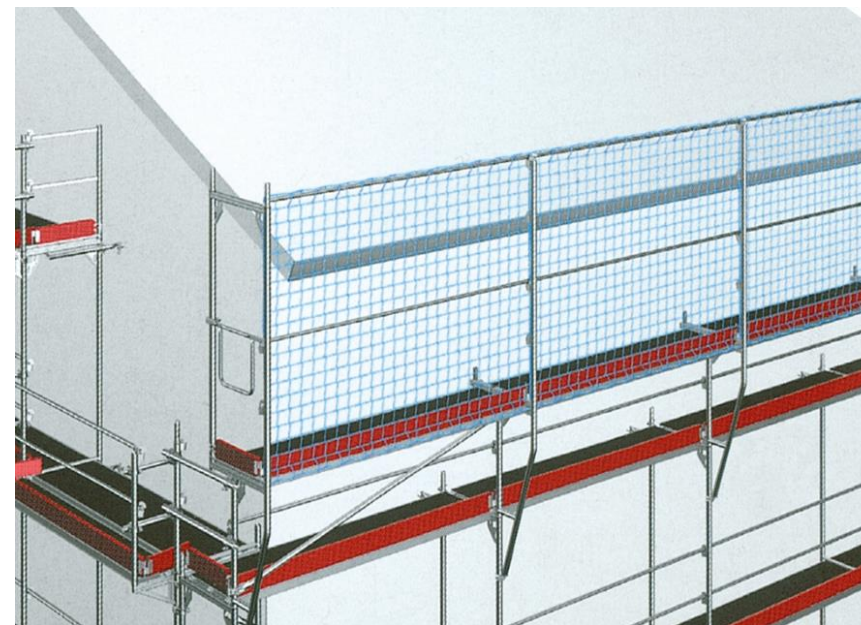
---





## Tett rekkverk

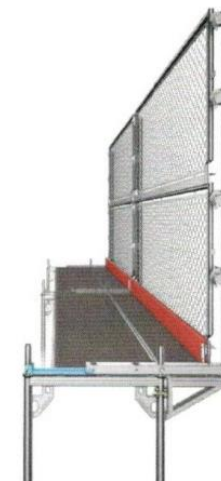
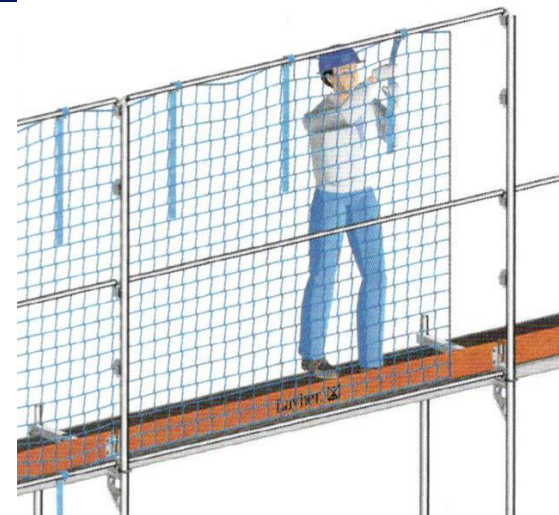
- Ved enkelte arbeider er det viktig å sikre personer, trafikk og utstyr under stillaset. Der ikke fotlist er tilstrekkelig kan vi bruke tett rekkverk.
- På figur ved siden er det brukt nett etter NS-EN 1263-1.
- Vanlige stillasnett kan ikke brukes til å lage tette rekkverk.





## Tett rekkverk

- Det finnes spesialnett med høyde på 2 m i 10 meters lengder for å lage tette rekkverk på stedet. Da er det vanlig å feste nettet opp og nede med stillasrør. Vi kan feste kanttauet til stillasrøret for hver 0,75 meter, eller tres maske for maske inn på røret.
- En kan også bruke rekkverksgrinder som er produsert for dette formål.





# Takrekkverk med netting utvendig for å hindre fall av mindre gjenstander

