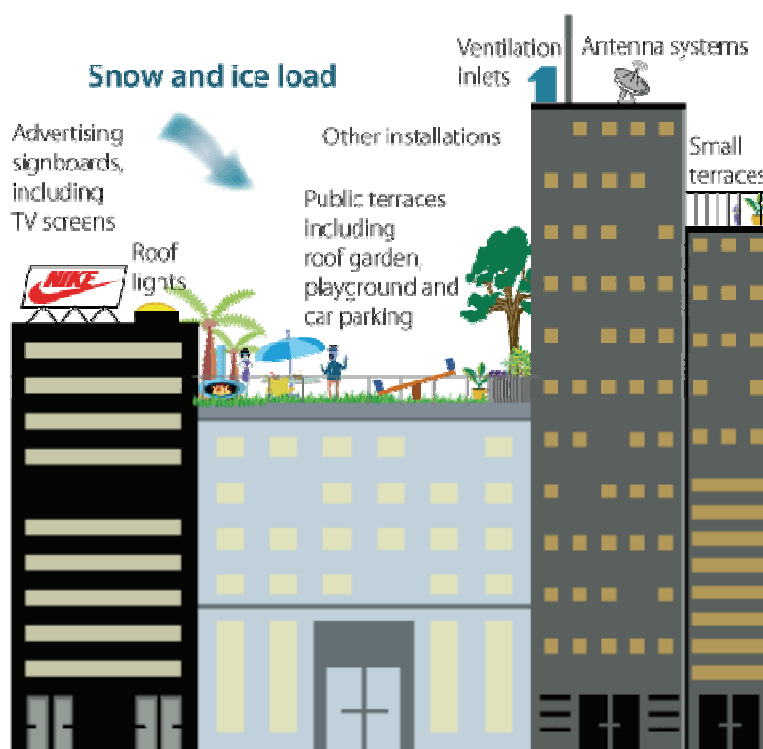


## En temaveileder. Flate tak Om utførelse av flate, aktive tak

*En sammenfatning av preaksepterte løsninger med eksempler på utførelse*



Forfattere: Knut Noreng, Britt Galaasen Brevik og Bjørn Petter Jelle  
SINTEF Byggforsk, juli 2008



Temaveileder er utarbeidet som et resultat av det europeiske forskningsprogrammet Eur-Active Roofer i samarbeid med Takprodusentenes forskningsgruppe og SINTEF Byggforsk.



**Flate tak**

Temaveileder

Knut Noreng, Britt Galaasen Brevik og Bjørn Petter Jelle

Temveilederen er utarbeidet som et resultat av det europeiske forskningsprogrammet Eur-Active Roofer i samarbeid med Takprodusentenes forskningsgruppe og SINTEF Byggforsk.

ISBN 978-82-536-1025-2

© Copyright SINTEF Byggforsk 2008

Adr.:      Forskningsveien 3 B  
            Postboks 124  
            0314 OSLO

Tlf.:       22 96 55 55  
Faks:      22 69 94 38

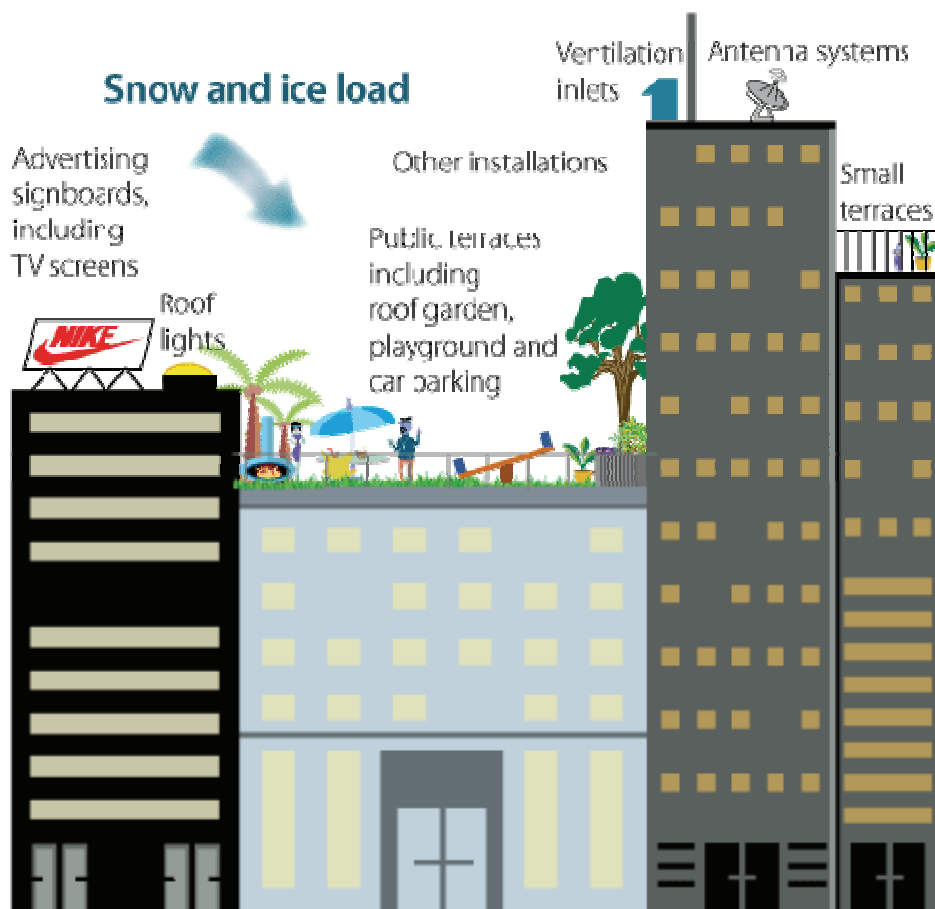
[www.sintef.no/byggforsk](http://www.sintef.no/byggforsk)

## Forord

Temaveileder er utarbeidet som et resultat av det europeiske forskningsprogrammet Eur-Active Roofer i samarbeid med Takprodusentenes forskningsgruppe (TPF) og SINTEF Byggforsk.

Forskningsprogrammet Eur-Active Roofer pågikk i perioden juli 2005 til juli 2008 med framtidens aktive tak som hovedtema.

Med aktive tak menes tak som har en funksjon ut over det tradisjonelle med å være skillekonstruksjon mellom innvendig og utvendig klima. Man ser for seg at framtidens tak vil være mer aktive i den forståelse at de gir utvidet bruk og nytte for brukerne av bygget ved at de i større og større grad nyttiggjøres til takterrasser, takhager eller grønne tak og at omfanget av tekniske installasjoner i tillegg vil øke, se eksempler vist fig. 1. Økt bruk av takene vil kreve mer tilsyn og vedlikehold. Dette vil stille større krav til takene, både løsningene og materialene, spesielt tettesjiktene, og til taktekkene. Økt bruk vil også sannsynligvis kreve flere sikkerhetsforanstaltninger av enten midlertidig eller permanent karakter.



Figur 1  
Eksempel på aktiv bruk av flate kompakte tak

Intensjonen med temaveileder er at det skal fylle et behov ved å ha samlet informasjon om utførelse av forskjellige detaljer i og på flate eller svakt skrånende kompakte tak. Beskrivelser og figurer er laget med tanke på å tilfredsstille kravene i teknisk forskrift til plan og bygningsloven, og for å redusere risikoen for byggskader på tak med stadig flere funksjoner, såkalte aktive tak. Temaveileder gir innledningsvis en oppsummering av generell informasjon om kompakte tak for helhetens skyld, og som er supplert med aktuelle deler av resultatene fra Eur-Active Roofer.

Under arbeidet med temaveileder er det benyttet et underlag bestående av fem anvisninger fra Byggforskseriens Byggdetaljer samt to nyhetsbrev fra Eur-Active Roofer, se Referanser og Underlag bakerst i veileder.

Temaveileder er i tillegg supplert med resultater fra beslektede oppgaver fra Eur-Active Roofer.

Ovennevnte underlag er videre bearbeidet for å bli et praktisk og nyttig temahefte for flate tak. Temaveileder er tenkt benyttet til opplæringsformål samt være en eksempelsamling for taktekkere eller planleggere i deres daglige arbeid.

Forfatterne av temaveileder takker for samarbeidet med TPF og Eur-Active Roofer, og en takk til de som tidligere utarbeidet ovennevnte underlagsdokumenter.

## Innhold

Del 1: Tekking med asfalttakbelegg og takfolie. Detaljløsninger .....	11
Del 2: Mekanisk feste av asfaltbelegg og takfolie på flate tak .....	22
Del 4: Friskluftinntak i ventilasjonsanlegg. Skjerming mot snø- og regninndrev.....	37
Del 5: Friksjon mellom snø på tak og forskjellige typer takteknninger .....	40
Del 6: Sikringsutstyr for arbeid på tilnærmet flate tak og terrasser .....	43
Referanser .....	48

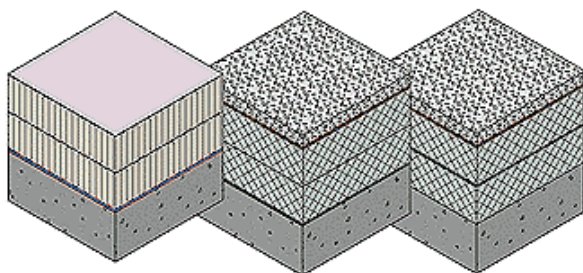


## Del 0: Generelt om flate, kompakte tak

### Temaveileder

### Flate tak

Del 0 beskriver de ulike taktypene og bruksområdene for kompakte tak, som er grunnlaget for del 1–5. De viktigste komponentene som dampsperre, varmeisolasjon og taktekning er omtalt, samt viktige hensyn i forhold til brann.



Rettvendt tak    Omvendt tak    Duotak

#### Definisjoner

- *Kompakte tak*, også kalt varme tak, er tak som består av ett eller flere lag som ligger så tett sammen som praktisk mulig. Kompakte tak har ikke et tilstøtt luftsjikt mellom varmeisolasjon og taktekning, og varmegjennomgangen gjør at snø vil smelte.
- *Flate tak* er tak med helning mindre enn  $6^\circ$  (1 : 10). Alle tak skal ha tilstrekkelig fall slik at regn og smeltevann renner av.
- *Skrå tak* er tak med helning større enn  $6^\circ$ .
- *Taktekning og membran* er takbelegg av asfalt, plast eller gummi. Ordet taktekning benyttes om det ytterste, vanntettende og klimaeksponerte sjiktet på taket, slik vi finner det på rettvendte tak. Begrepet membran benyttes når det vanntettende belegget er innebygd i konstruksjonen, slik som det er i omvendte tak og duotak.

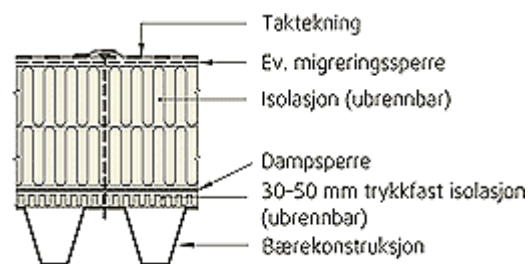
#### Dokumentasjon av produkttegenskaper

TEK krever at produkttegenskaper som er av betydning for de grunnleggende kravene til byggverk skal være dokumentert før produktet omsettes og brukes. Som nøytralt kontrollorgan utarbeider SINTEF Byggforsk slik dokumentasjon i form av tekniske godkjenninger og sertifikater, se [www.sintef.no/byggforsk](http://www.sintef.no/byggforsk).

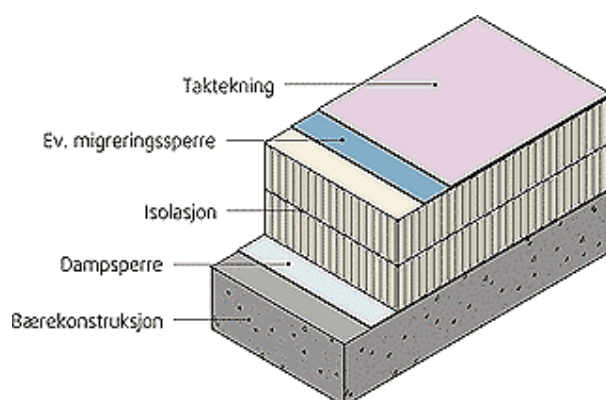
## 1 Taktyper og bruksområder

### 11 Rettvendte tak

- 111 *Takkonstruksjon*. Rettvendte tak er den mest utbredte typen av kompakte tak. Taktypen har bærekonstruksjonen nederst, og overliggende dampsperre, isolasjon og taktekning som vist på eksemplene i fig. 111 a–c.



a



b



c

Fig. 111 a–c

Eksempler på rettvendte tak

a. Bærekonstruksjon av stål

b. Bærekonstruksjon av betong

c. Bærekonstruksjon av tre

- 112 *Bruksområde.* Rettvendte tak er godt egnet til tak uten annen trafikk enn nødvendig for tilsyn og vedlikehold. Rettvendte tak med tung bærekonstruksjon i betong, se fig. 111 b, er godt egnet over lokaler med store fuktbelastninger. Ekstra fuktsikring kan man oppnå ved å bruke takbelegg både som dampspærre og som taktekning. Taktypen kan også benyttes i buetak.

## 12 Omvendte tak og duotak

- 121 *Takkonstruksjon.* Omvendte tak har membran, isolasjon og ballast eller slitelag over den bærende konstruksjonen, se fig. 121 a. Duotak har isolasjon både under og over membranen, se fig. 121 b. Duotak kan være et alternativ i forbindelse med tilleggisolering av rettvendte tak dersom membranen er i god stand.
- 122 *Bruksområde.* Begge typer tak er godt egnet for å beskytte membranen når taket skal tåle mekaniske påkjenninger fra trafikk ut over det som er nødvendig for tilsyn og vedlikehold.

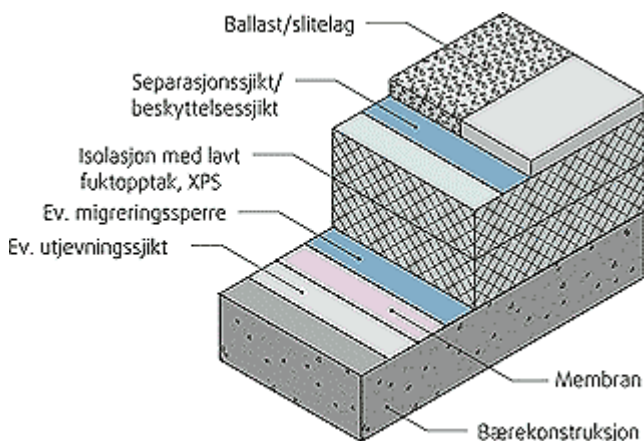


Fig. 121 a

Oppbygning av omvendt tak med isolasjon over membranen

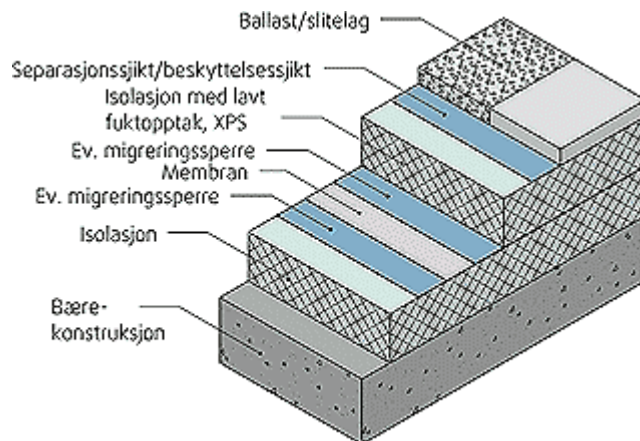


Fig. 121 b

Oppbygning av duotak med isolasjon både over og under membranen

## 2 Dampspærre

Dampspærre må velges ut fra en helhetsvurdering av bygningens innvendige luftfuktighet og temperatur, innvendig lufttrykk under taket, type bæresystem og uteklime, se [2].

## 3 Varmeisolasjon

### 31 Krav

Isolasjonstykkelsen må tilpasses forskriftskravet til varmeisolering. Kravet til U-verdi for tak og takterasser er  $0,13 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Kravet kan fravikes hvis andre energiltak kompenserer for økt energibehov eller ved at bygningens samlede netto energibehov ligger innenfor rammekravet. U-verdi for tak skal imidlertid ikke overskride  $0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Fram til 1. august 2009 gjelder også krav som utgikk ved endringsforskrift 26. januar 2007, se Byggdetaljer 471.018 *Energikrav til bygninger. Dokumentasjonsmåter. Energiltak.*

Minste isolasjonstykkelse for å unngå kondens er 50 mm. Av hensyn til energibruk og å unngå kuldebroyer er det ønskelig med minst 100 mm tykk isolasjon, også ved sluk.

### 32 Isolasjonsmaterialer

Aktuelle isolasjonsmaterialer for kompakte tak er:

- ubrennbar isolasjon: steinull og skumglass
- brennbar isolasjon: ekspandert polystyren (EPS) eller ekstrudert polystyren (XPS)
- isolasjon med veldig lavt eller lavt fuktopptak: skumglass eller ekstrudert polystyren (XPS)

Om isolasjonsmaterialer, se også Byggdetaljer 573.344.

### 33 Isolasjonens trykkfasthet

Varmeisolasjonen på kompakte tak må tåle tråkk. Ved gjentatt tråkking, for eksempel i forbindelse

med takarbeider, bør man legge ut midlertidig beskyttelse. Med hensyn til jevnt fordelt last anbefales isolasjon med trykkfasthet minst klasse CS(10)60, det vil si 60 kPa (kN/m<sup>2</sup>) ved 10 % deformasjon. For mekanisk festet takbelegg bør isolasjonen med hensyn til punktlast minst ha klasse FL(5)500, det vil si 500 N ved 5 % deformasjon. Om terrasser se Byggedetaljer 525.304 *Terrasse på etasjeskiller av betong for lett eller moderat trafikk* og 525.307 *Tak for biltrafikk og parkering. Del I og II.*

### 34 Isolasjon i rettvendte tak

- 341 *Isolasjonstype.* I rettvendte tak er EPS, steinull eller en kombinasjon av disse mest aktuelt.
- 342 *Isolasjonstykkelser.* Tabell 342 viser minste gjennomsnittlige isolasjonstykkelser for å oppnå ulike U-verdier i rettvendte tak. Varmekonduktivitet,  $\lambda$ , for bærekonstruksjoner er vist i tabellen og er lagt til grunn for beregninger av U-verdier for takkonstruksjonen. Deklarert varmekonduktivitet av isolasjonen,  $\lambda_D$ , er vanligvis 0,037–0,038 W/(mK). I fallkiler er  $\lambda_D$  lik 0,039 W/(mK). Mer omfattende tabeller er vist i Byggedetaljer 471.013 *U-verdier. Tak.*

### 35 Isolasjon i omvendte tak og duotak

- 351 *Isolasjonstype.* Isolasjon med lukket cellestruktur og lavt fuktopptak (XPS) må alltid brukes når isolasjonen ligger over membranen.
- 352 *Uttøringsgrupper.* Omvendte tak og duotak deles inn i uttøringsgrupper, avhengig av hva sjiktet over isolasjonen består av. Tabell 352 viser korreksjonsfaktor,  $F_m$ , for å bestemme dimensjonerende varmekonduktivitet,  $\lambda_{d1}$ , til XPS i ulike uttøringsgrupper. Korreksjonsfaktorene er hentet fra det nasjonale tillegget til NS-EN 10456.

Tabell 342

Rettvendte kompakte tak

Minste gjennomsnittlige isolasjonstykkelser (mm) for å oppnå ulike U-verdier. Verdiene gjelder for isolasjon med fals, eventuelt isolasjon som er lagt forskjøvet.

Bærekonstruksjon		Varmeisolasjon $\lambda_D = 0,038$ W/(mK)		
		U = 0,13 W/(m <sup>2</sup> K)	U = 0,15 W/(m <sup>2</sup> K)	U = 0,18 W/(m <sup>2</sup> K)
Betongdekke 150 mm $\lambda = 2,5$ W/(mK)		280	240	200
Profilerte stålplater				
Konstruksjonstrevirke/limtre Himling av trepanel og gipsplater				
Lettklinkerbe- tong 1 000 kg/m <sup>3</sup> $\lambda = 0,38$ W/(mK)	150 mm	260	230	190
	250 mm	250	220	180
Lettklinkerele- ment 900 kg/m <sup>3</sup> $\lambda = 0,26$ W/(mK)	200 mm	260	220	180
	300 mm	240	210	170
Porebetong 500 kg/m <sup>3</sup> $\lambda = 0,13$ W/(mK)	200 mm	220	180	140
	300 mm	190	150	110

Dimensjonerende varmekonduktivitet bestemmes ved å multiplisere deklarerert varmekonduktivitet,  $\lambda_D$ , med korreksjonsfaktoren ( $\lambda_{d1} = F_m \cdot \lambda_D$ ).

Uttøringsgruppe I har lavest fuktopptak fordi isolasjonen er lite tildekket og tørker raskest ut. Det forutsettes at XPS brukt over membranen har dokumentert vannabsorpsjon ved diffusjon klasse WD(V)3 og fryse-tine-motstand klasse FT1.

Tabell 352

Omvendte tak med isolasjon av ekstrudert polystyren (XPS) over bærekonstruksjon av betong

Minste gjennomsnittlige isolasjonstykkelser for å oppnå ulike U-verdier i omvendte tak med ulike uttøringsforhold. Verdiene gjelder for isolasjon med fals, eventuelt isolasjon som er lagt forskjøvet. Varmeisolasjon med deklarerert varmekonduktivitet  $\lambda_D = 0,038$  W/(mK)

Utførelse av ballast og isolering	Uttørings- gruppe	Fukt- Innhold $\Psi$ m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	Korreksjons- faktor for varme- konduktivitet $F_m$	Dimensjonerende varmekonduktivitet $\lambda_{d1} = F_m \cdot \lambda_D$	U = 0,13 W/(m <sup>2</sup> K)	U = 0,15 W/(m <sup>2</sup> K)	U = 0,18 W/(m <sup>2</sup> K)
Singel Isolasjon i ett lag, klasse WD(V)3-FT1	I	0,01	1,03	0,039	280	250	210
Betongheller på klosser Isolasjon i to lag, klasse WD(V)3-FT1	II	0,02	1,05	0,040	290	250	210
Betongheller på singel Permanent skygge. Klasse WD(V)3-FT1	III	0,03	1,08	0,041	300	260	220
Betong og heller direkte på isolasjon eller i sand, beplantning Klasse WD(V)3-FT1	IV	0,05	1,13	0,043	310	270	230



353 *Isolasjonstykkelser.* Tabell 352 viser nødvendige isolasjonstykkelser for omvendt tak på betongdekke. Godkjent isolasjonsklasse for et produkt vil variere avhengig av hvilken uttøringsgruppe den brukes i. Jo høyere uttøringsgruppe, desto høyere isolasjonsklasse for samme kvalitet av et produkt.

### 36 Montering

Isolasjonsplatene monteres tett og uten åpne fuger imellom. Platene må om nødvendig tilpasses nøyaktig. Brukes flere lag polystyren sammen med mineralull, kan man legge vanlige, ufalsede, polystyrenplater slik at man unngår sammenfallende skjøter. Ved kun ett lag benyttes falsede plater.

Isolasjonsplater i rettvendte tak må ikke bli oppfuktet under lagring eller etter at de er lagt på taket. Isolasjonsplater som er blitt våte må skiftes før taket tekkes ferdig. Omvendte tak kan ha behov for et beskyttelsessjikt av filterduk over isolasjonen for å hindre partikler i å komme ned til membranen.

## 4 Fallforhold og avrenning

### 41 Generelt

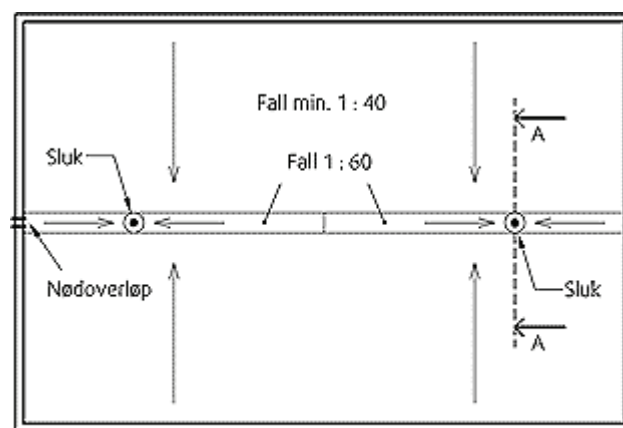
I kompakte tak over oppvarmede rom kan varme gjennomgangen fra innsiden smelte snø på taket. Smeltevannet må ledes bort fra taket på en forsvarlig måte, og nedløpet må ikke ha så lav temperatur at vannet kan fryse. Det vil si at man må lage innvendige nedløp og gjerne plassere sluket slik at det er nedsenket lokalt i tillegg. God avrenning fra takflaten krever:

- fall på min. 1 : 40 på ferdig takflate. Nedbøyning på grunn av egenvekt og belastning på taket må ikke gi mindre fall enn de angitte verdiene.
- fall i renner og i kilrenner på min. 1 : 60
- isfrie renner og sluk, for eksempel ved å lage lokale forsenkninger som gir større varmegjennomgang og snøsmelting
- gjennomtenkt slukplassering og -antall. Sluk legges i lavpunktene, aldri ved søyler, bjelker e.l.
- nødoverløp
- gjennomføringer plassert utenfor lavpunkter og kilerenner, helst i høybrekkene, se fig. 42 c

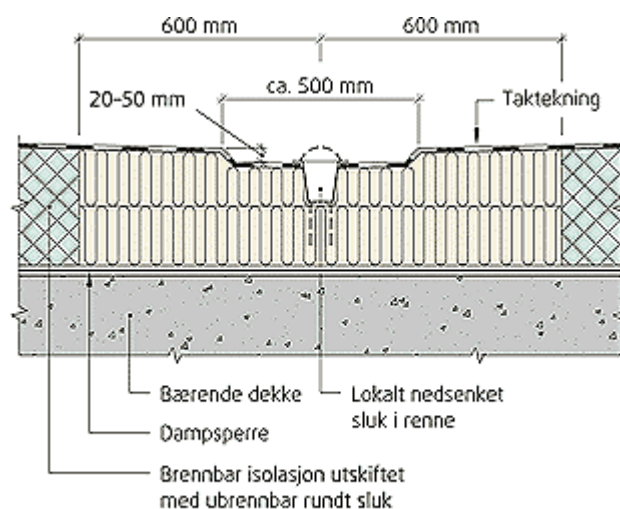
### 42 Flate tak

Fall og slukplassering kan utformes på flere måter, se fig. 42 a–c og Byggdetaljer 525.002. Fallet kan bygges opp med skråskårne plater av polystyren eller mineralull, enten som tosidig fall mot renne eller som firesidig fall mot sluk. Produsenten kan utarbeide plantegninger for legging av skråskårne plater.

I en del tilfeller kan man legge selve bærekonstruksjonen med fall mot en horisontal renne og deretter lage fall i renna med kiler av polystyren eller mineralull. Se fig. 42 b.



Plan



Snitt: A-A

Fig. 42 a

Fall mot nedsenket renne inne på taket.

Hovedfallet kan være ned til 1 : 40. Fallet i rennebunnen bør være på minst 1 : 60, og sidehelningen i renna bør være ca. 1 : 1 (45°).



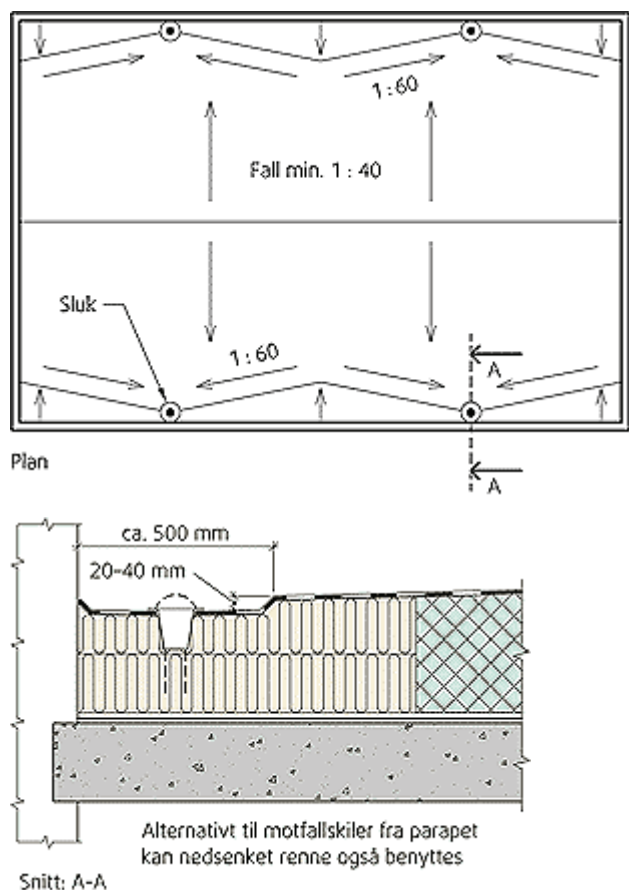


Fig. 42 b

Fall mot sluk plassert ved yttervegg, og motfallskiler  
Bygg opp motfall mot parapet med kiler av skråskårne isolasjons-  
plater. Hovedfallet kan eventuelt lages ved at bærekonstruksjonen  
legges med fall.

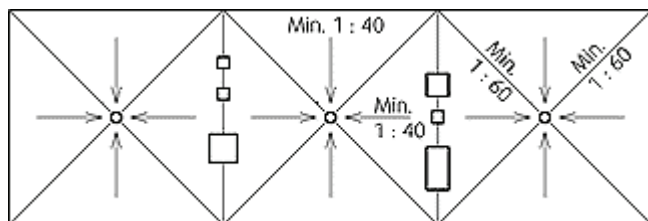


Fig. 42 c

Planskisse med firesidig fall mot sluk der alle andre gjennomfø-  
ringer er plassert i høybrekkene

### 43 Skrå tak

Også kompakte, skrå tak over oppvarmede rom må vanligvis ha innvendige nedløp for å unngå isproblemer. Se prinsipløsninger i fig. 53. Innvendige nedløp kan sløyfes på takformer som buetak eller på byggesteder der klimadata tilsier at snø ikke blir liggende. Renner ved gesims bør ha fall på minst 1 : 60. Fallet kan bygges opp med skråskårne isolasjonsplater. Ofte er det nødvendig å montere snøfangere, se Byggedetaljer 525.931 *Snøfangere*.

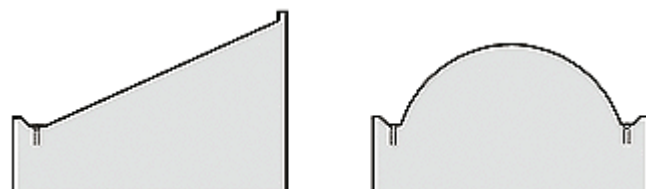


Fig. 43

Prinsipp-skisser av et pulttak og et buetak. Begge takene har inn-  
vendige nedløp gjennom oppvarmede rom.

## 5 Taktekking

### 51 Generelt

Flate eller svakt skrånende kompakte tak må tekkes med asfalttakbelegg eller takfolie med sveiste skjøter, se Byggedetaljer 544.203 og 544.202. Isolasjonen og taktekingen må være forankret eller ballastert i forhold til opptredende vindlast på byggestedet. Taktekingen må være ubrennbar eller ha klasse  $B_{\text{ROOF}}(t2)$ .

Falsede eller profilerte metallplater er ikke tette ved stående vanntrykk og må ikke brukes som takteking på flate tak.

### 52 Forankring av isolasjon og takteking

521 *Krefter fra vindlast*. Om beregning se NS 3491-4 og Byggedetaljer 471.043, samt [3] og [4].

522 *Mekanisk forankring*. Isolasjon og takteking forankres som oftest i underliggende bærekonstruksjon med mekaniske festemidler. Avhengig av miljøbelastning må man bruke festemidler for bruksgruppe KL, KLA eller KLAM, se Byggedetaljer 544.206 *Mekanisk feste av asfalt takbelegg og takfolie på flate tak*. SINTEF Byggforsk anbefaler bruksgruppe KLA for de fleste tilfellene.

523 *Ballastering* for å fastholde isolasjon og takteking kan være aktuelt når:

- taket skal kunne trafikkeres helt eller delvis, se Byggedetaljer gruppe 525 om kompakte tak og terrasser
  - man vil unngå å perforere dampsperra
  - singeloverflate ønskes av estetiske grunner
- Se mer om ballast i Byggedetaljer 544.203 og 544.202.

524 *Klebing* med varm asfalt eller med kald kleber kan benyttes der løsningene er egnet for det.

## 6 Brannegenskaper

Brannmotstand for bærende bygningsdeler ut fra brannklasse er gitt i veiledningen til TEK. Kompakte tak på bærende betong kan benyttes i brannklasse 1, 2 og 3. Kompakt tak på bærende profilerte stålplater kan benyttes i brannklasse 1 og 2.

Isolasjonsmaterialer i takkonstruksjoner må som hovedregel være ubrennbare. Brennbar isolasjon, for eksempel skumplast, kan likevel brukes der det ikke

stilles krav om ubrennbare materialer. Det forutsettes imidlertid at brennbar isolasjon ikke skal bidra til uakseptabel brannspredning. Det vil si at brennbar isolasjon enten må være tildekket eller oppdelt i arealer på høyst 400 m<sup>2</sup>. Se flere detaljer i [1] og Byggetal 520.339. Andre løsninger er også mulige dersom brannsikkerheten er dokumentert.



## Del 1: Tekking med asfalttakbelegg og takfolie. Detaljløsninger

### Temaveileder Flate tak

Del 1 behandler detaljløsninger for tak teknet med takfolie eller asfalttakbelegg. Detaljløsningene viser overganger på steder hvor takbelegg slutter inn mot andre konstruksjoner. Det kan være ved takavslutninger eller mot tilstøtende vegger, dilatasjonsfuger, sluk eller forskjellige typer gjennomføringer. Det vises i hovedsak detaljløsninger for kompakte, flate tak, men også noen detaljløsninger for luftede skråtak. Figurene viser rettvendte tak med mekanisk festet takbelegg. Detaljer som inntekning av gjennomføringer eller avslutninger mot tilstøtende vegger følger imidlertid de samme prinsippene også for omvendte tak. Detaljer for tak teknet med folie eller asfalttakbelegg belastet med singel er vist i Byggetaljer 544.202 og 544.203.

Figurene viser utførelse med bruk av ubrennbar og/eller brennbar isolasjon, men uten å gå inn på alle alternativer. For mer informasjon om brannteknisk riktig bruk av brennbar og ubrennbar isolasjon, se Byggetaljer 520.339 og [1].

Takbelegg brukes som fellesbetegnelse for fleksible, vanntette sjikt av asfalt, plast eller gummi enten det er lagt eksponert (taktekning) eller er bygd inn i konstruksjonen (membran).

## 1 Planlegging

Alle utførelsesdetaljer må være klarlagt før arbeidene på taket starter. Improviserte, ikke-prosjekterte løsninger blir ofte dårlige, og det kan være vanskelig å oppspore og utbedre svakheter effektivt på et senere tidspunkt. Spesielle hensyn:

- Utstyr som blir montert på taket, er årsak til at en rekke skader oppstår, ofte like etter at byggarbeidene er avsluttet. Plassering og monteringsbehov for eventuelle reklameskilt, antenner, tekniske installasjoner, kabelgater og annet som skal monteres på taket, samt etablering av eventuelle gangbaner for å beskytte takbelegget, se fig. 1, bør være avklart på forhånd.
- Gjennomføringer på taket må ikke plasseres i renner, men plasseres så nærme høybrekk som mulig. For øvrig må gjennomføringene plasseres med en avstand på minst 300 mm til parapet, vegg eller andre gjennomføringer, slik at taktekkeren får mulighet til å utføre tekkearbeidet skikkelig.
- Overgangsløsninger mellom tak og vegg ligger på skadetoppen for fuktskader. For å bedre på dette må føring av takbelegg og tildekking med beslag både på parapet og på tilstøtende vegg vies spesiell oppmerksomhet.
- Beslag må monteres så snart takbelegget er lagt, slik at det ikke trenger inn vann. Hvis dette ikke er mulig, må detaljene dekkes til. Beslag er nærmere beskrevet i Byggetaljer 520.415, [6] og [11].
- I de tilfeller hvor arbeidene på taket vil fortsette etter at takbelegget er lagt, må belegget tildekkes eller på annen måte beskyttes godt for å unngå skader og senere lekkasje problemer.
- Det må være atkomst til taket for senere tilsyn og vedlikeholdsarbeider, fortrinnsvis gjennom dør eller luke. Slik atkomst skal holdes stengt for å unngå uønsket trafikk på taket.

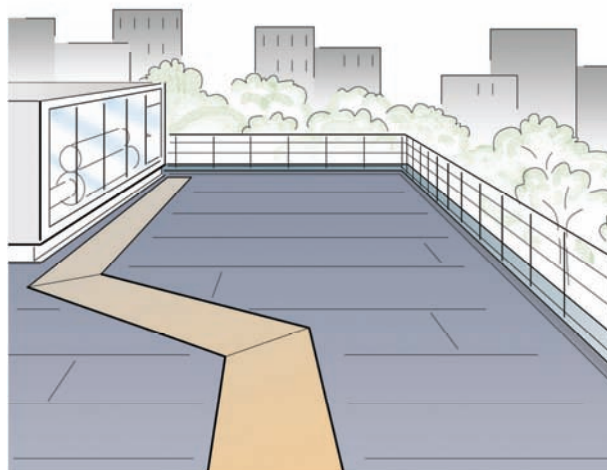


Fig. 1  
Eksempel på beskyttelse av takbelegg med en ekstra bane farget takbelegget som markerer gangbanen fra utgangsdør til eventuelle tekniske installasjoner på tak eller annet som krever regelmessig ettersyn. Sørg også for nødvendig sikring av takkanter.

## 2 Detaljløsninger mot vegger

### 21 Vegg av bindingsverk

Ved bruk av vindsperre av plater trekkes takbelegg opp på utsiden av vindsperra. Takbelegget må ha vanntett utførelse i en høyde på minst 150 mm over takflaten, og avsluttes under en klemløst som samtidig gir feste for beslaget, se fig. 21. For å hindre at vann som trenger inn bak kledningen renner ned bak beslaget og takbelegget, anbefales det på steder med mye vind og nedbør å legge en ekstra vindsperre (rullprodukt) på utsiden av beslaget, som vist på fig. 21. Dersom det bare er brukt vindsperre av rullpro-

dukt, avsluttes takbelegget opp på en innfelt plate, og vindsperra trekkes ned utenpå takbelegget.

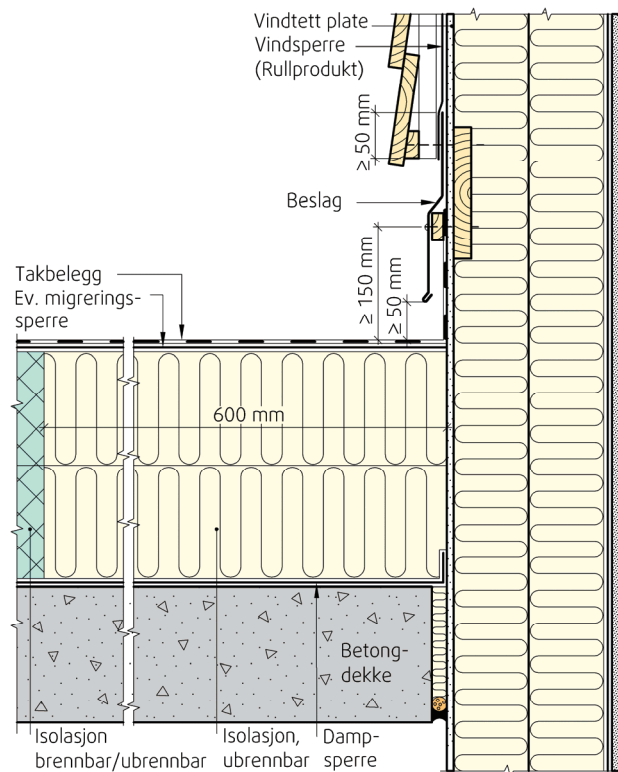


Fig. 21  
Eksempel på avslutning mot vegg av bindingsverk med vindsperra av plateprodukt supplert med vindsperra av rullprodukt  
Hvis man ikke bruker beslag, skal vindsperra av rullprodukt og veggkledning beskytte overgangen til oppkanten av takbelegget på vegg.

## 22 Betongvegg

Takbelegget føres opp langs vegg og klemmes/festes med en lekt som samtidig gir feste for beslaget. Klemming med klemlist brukes vanligvis på tekning av folie. Tekning av asfalt kan også klemmes, men den kan også kontaktsveises. Avstanden fra innfestingspunktet til ferdig teknet tak bør være minst 150 mm. Beslaget på utsiden av takbelegget føres inn i en sliss og plasseres på et underlag av fugemasse, se fig. 22 a.

Mot plane veggflater er det mulig å få slike løsninger vanntette. Mot vegger med sprang eller flere innvendige og utvendige hjørner kan avslutningsdetaljen vist i fig. 22 a være vanskelig å utføre. Det må da utvises spesiell aktsomhet ved montering, eller det må velges en løsning der hele vegg gis en utvendig kledning som føres ned over takbelegget, for eksempel med en detalj etter samme prinsipp som vist i fig. 21.

Dersom dekket og vegg skal kunne bevege seg uavhengig av hverandre, kan utførelsen i fig. 22 b være aktuell. Her vil det også være sikrest å kle ytterveggen med utlektet kledning.

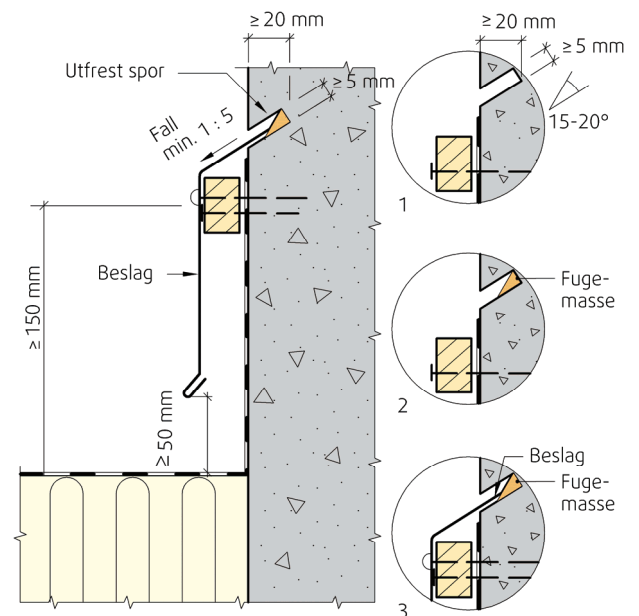


Fig. 22 a  
Avslutning av takbelegg mot betongvegg  
Detaljer viser i hvilken rekkefølge man utfører beskyttelse av overgangen.

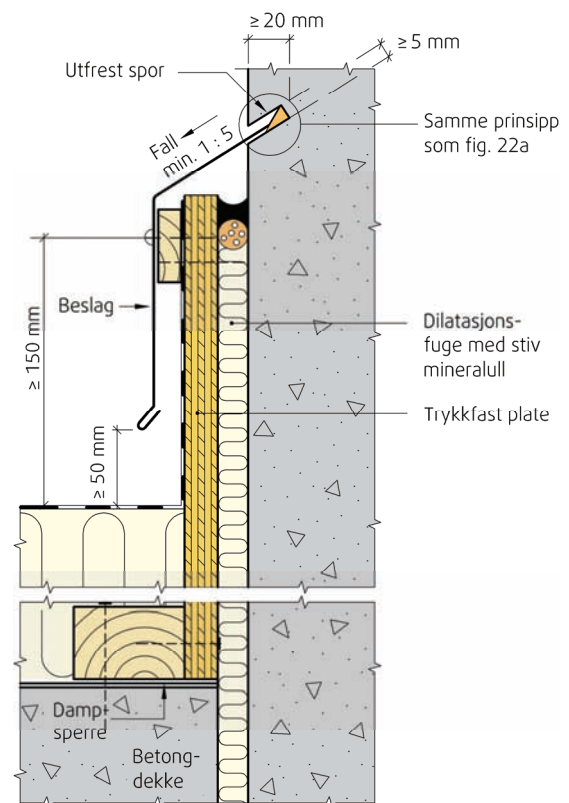


Fig. 22 b  
Overgang mellom dekke og vegg med dilatasjonsfuge  
Dekke og vegg kan bevege seg uavhengig av hverandre.

## 23 Teglvegg

Figur 23 a viser eksempel på overgang mellom kompakt tak og betongvegg med teglforblending lagt opp på stålkonsoller. Løsningen er uavhengig av type bærekonstruksjon i etasjeskilleren, og anbefales brukt også der etasjeskilleren har god bæreevne, for å unngå kuldebro og varmetap. Det monteres et beslag mellom ribbene i stålkonsollene for å drenere ut eventuell fukt fra luftespalten.

Takbelegget føres opp på ytterveggen med vanntett utførelse i en høyde på minst 150 mm og avsluttes med klemming. I fig. 23 a er klemningen utført med klemlekt skrudd med selvborende skruer til en festevinkel. Festevinkelen sveises til undersiden av stålkonsollene.

En alternativ utførelse av overgangsdetaljen er vist i fig. 23 b. Denne løsningen kan bare brukes på dekker som er dimensjonert for å ta lasten fra forblendingen. Løsningen gir noe større varmetap enn tilsvarende løsning vist i fig. 23 a.

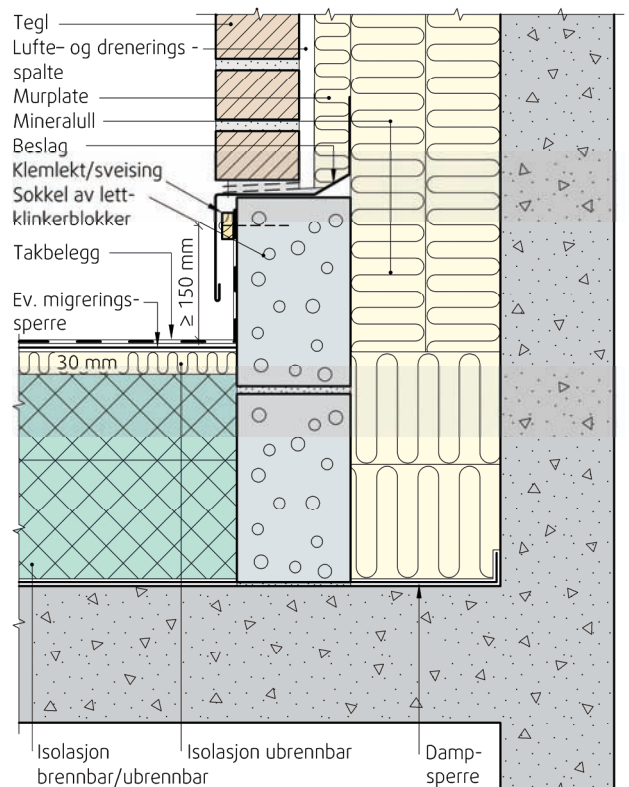
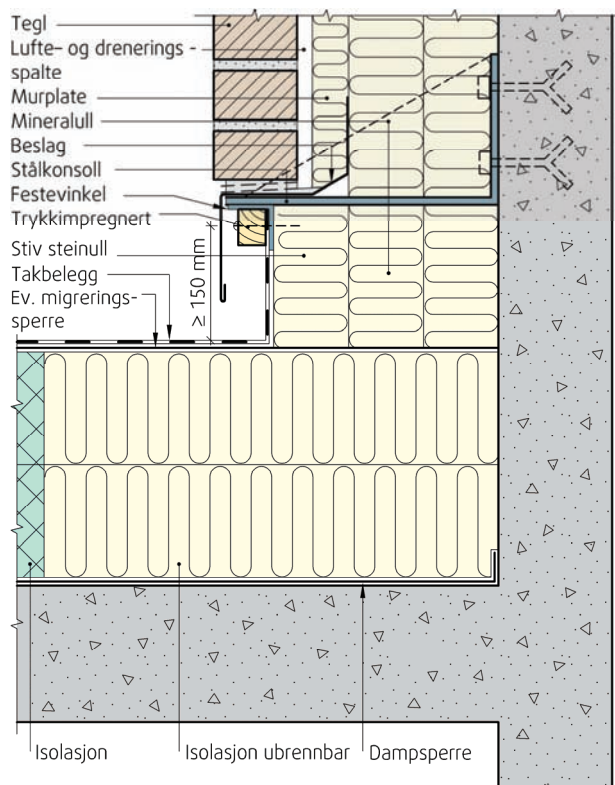


Fig. 23 a og b

Avslutning av takbelegg mot vegg med teglforblending

a. Mot teglforblending på konsoll. Løsningen er uavhengig av type bærekonstruksjon i etasjeskilleren.

b. Mot vegg med teglforblending på dekke av betong med stor bæreevne og stivhet

### 3 Detaljløsninger mot parapet

Parapeten må være minst 150 mm høy, og takbelegget må føres over parapeten og brettes ned på utsiden. Parapeten dekkes til med beslag som fungerer som den ytre regnskjermen i en totrinnstetning. Beslag med stående stangfalsar gir størst sikkerhet mot vannlekkasjer. Parapeten skal ha fall på minst 1 : 5 inn mot takflaten for å lede vannet bort fra fasaden. Fallet reduserer faren for at snø og is raser ned fra parapeten på beferdede områder. Avslutning og innfesting mot lav parapet, det vil si høyde inntil 300 mm over tak, er vist i fig. 3. Eksempler på innfesting av asfalttakbelegg og takfolie mot høy parapet, det vil si over 300 mm, er vist i Byggedetaljer 544.206. Eksempler på avslutning mot parapet og innfesting av singelbelastet takfolie er vist i Byggedetaljer 544.202.

På fasadesiden bør beslaget føres ned forbi luftespalten til den luftede kledningen. For å unngå at vann som renner av beslaget fukter opp fasadematerialene, noe som kan gi begroing eller frostskaider, anbefales det å avslutte beslaget minst 20 mm ut fra vegglivet. Åpningen sikrer dessuten luftingen. På innsiden utformes beslaget slik at det hindrer inndrev av snø.

Takbelegget bør festes med langsgående lastfordeler ved lav parapet eller annen avslutning for å redusere punktbelastningene fra festemidlet på tekningen.



Lastfordeler må benyttes for takfolie, og anbefales også mot lav parapet for asfalttakbelegg. Lastfordeleren kan være trekantlekt eller metallprofil, og festes til underlaget eller parapeten med skruer eller plugger.

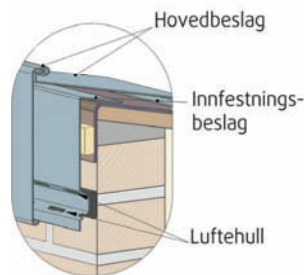
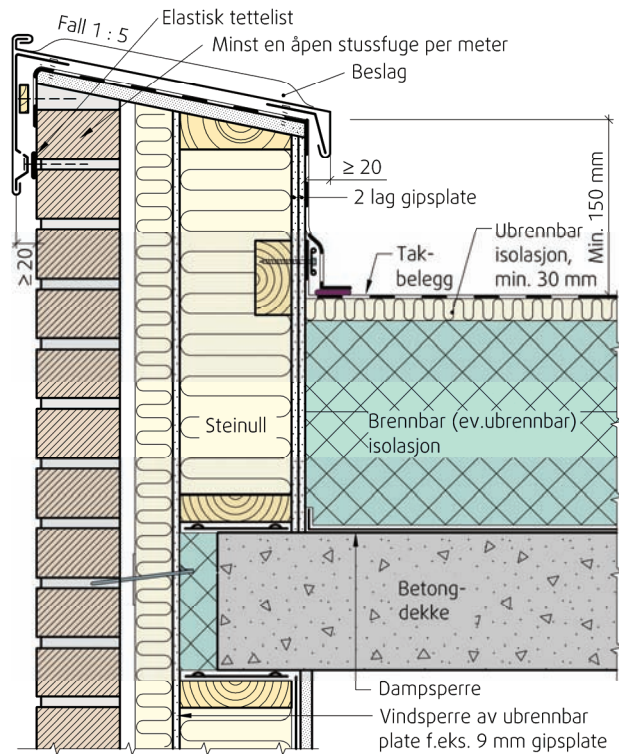


Fig. 3  
Avslutning og innfesting av takbelegget mot lav parapet med teglforblending

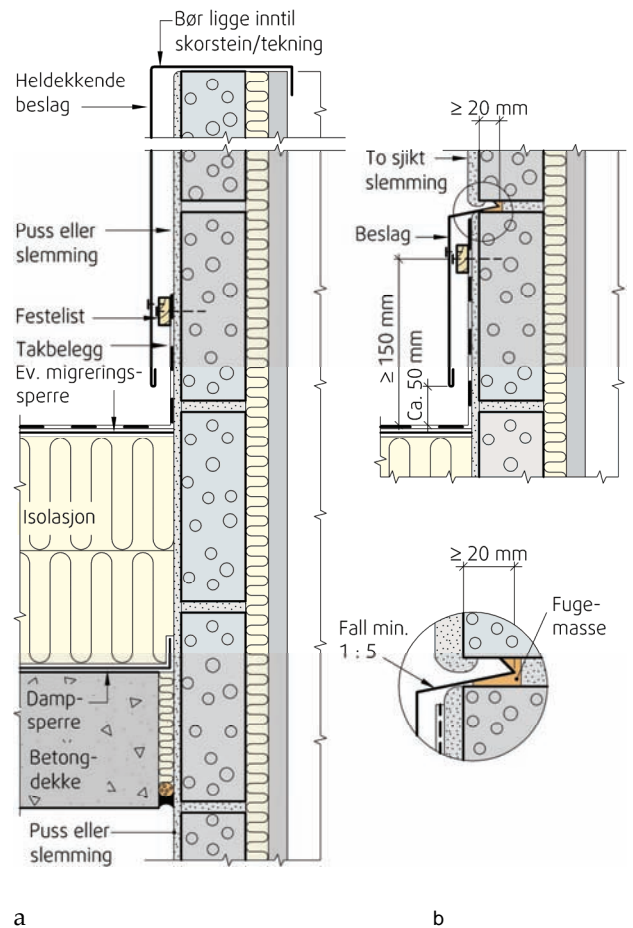


Fig. 41 a og b  
Avslutning av takbelegg mot isolert skorstein  
a. Mot helbeslått skorstein  
b. Mot skorstein med beslag festet inn i skorsteinsvegg

## 42 Lyrer

Eksempel på innbygging, inntekking og skjerming av flere ventilasjonsgjennomføringer plassert nært hverandre er vist i fig. 42 a, og mønelyre for lufting av skråtak i fig. 42 b. Lyrene har en utforming som skal hindre inndrev av regn og snø.

## 4 Detaljløsninger mot gjennomføringer

### 41 Skorstein

Figur 41 a viser en utførelse med elementer av lettklinker. Skorsteiner som er beregnet for oljefyring og skorsteiner på steder med mye vind og regn, bør varmeisolereres og beslås. Ellers kan overgang til isolert skorstein med beslag utføres slik det er vist i fig. 41 b.

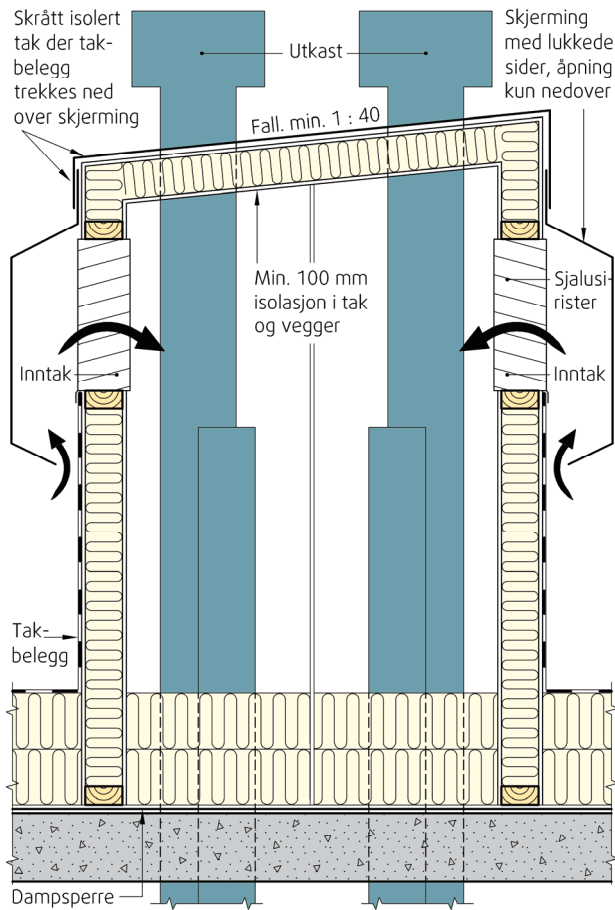
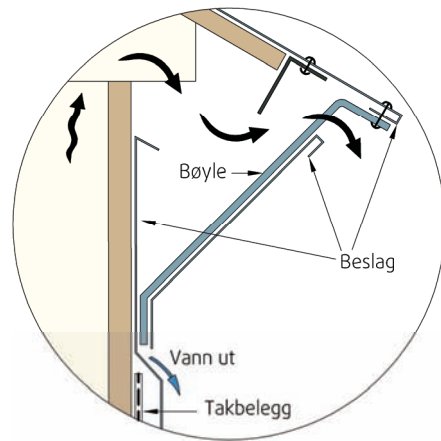
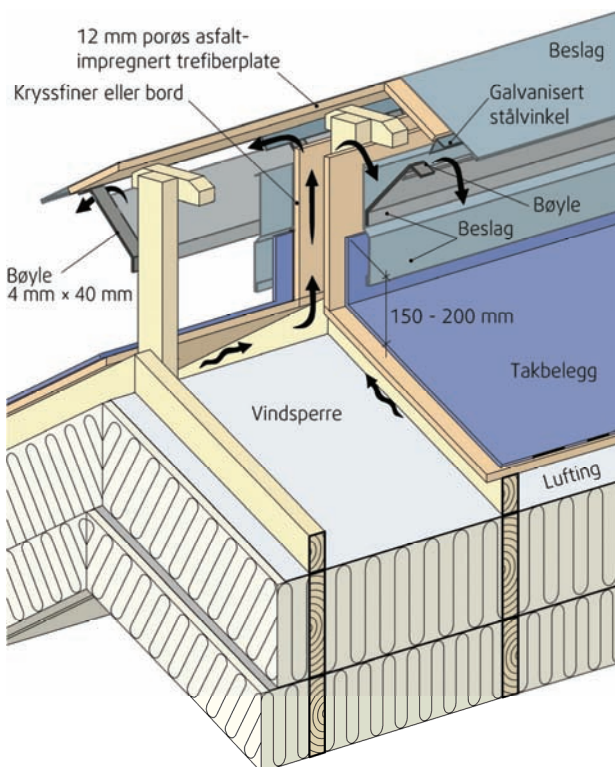


Fig. 42 a  
Inntekning av samlelyre



Detalj

Fig. 42 b  
Mønelyre for lufthing av skråtak tekket med takbelegg

### 43 Rørgjennomføringer

Overgang mellom rør og asfalttakbelegg kan for eksempel utføres ved bruk av prefabrikkert mansjett med flens som klebes til takbelegget, se fig. 43 a. Ved bruk av slike mansjetter er det viktig å se til at mansjetten blir montert på en slik måte at det ikke dannes bretter som kan skade mansjetten, eller lommer med stående vann som kan gi lekkasjer.



Fig. 43 a  
Tetting mot rør med prefabrikkert mansjett  
Mansjetten, som kan tilpasses forskjellige takvinkler og rørdimensjoner, klemmes med en skrukeklemme til røret.

Figur 43 b viser en ferdig inntekningsdetalj utført med takbelegg. Takbelegget føres helt opp og brettes over toppen av røret. Inntekningen kan avsluttes med en liten takhatt. For høye gjennomføringer kan inntekningen avsluttes minst 150 mm opp på rørgjennomføringen og avsluttes med klemring og en streng elastisk tettemasse mellom takbelegget og røret. Prefabrikkerte luftehetter kan også brukes. Dampsperra utføres normalt med så tett tilslutning mot rørgjennomføring som mulig og avsluttes med teiping. I spesielle tilfeller velges høykvalitets dampsperrer med sveiste skjøter og tettedetaljer med mansjett og skrukeklemme, som vist på fig. 43 b.

Flere gjennomføringer gjennom taket plassert nærme hverandre kan være vanskelige å tekke inn skikkelig, og bør derfor kasses inn og tekkes som vist i prinsipp i fig. 42 a.



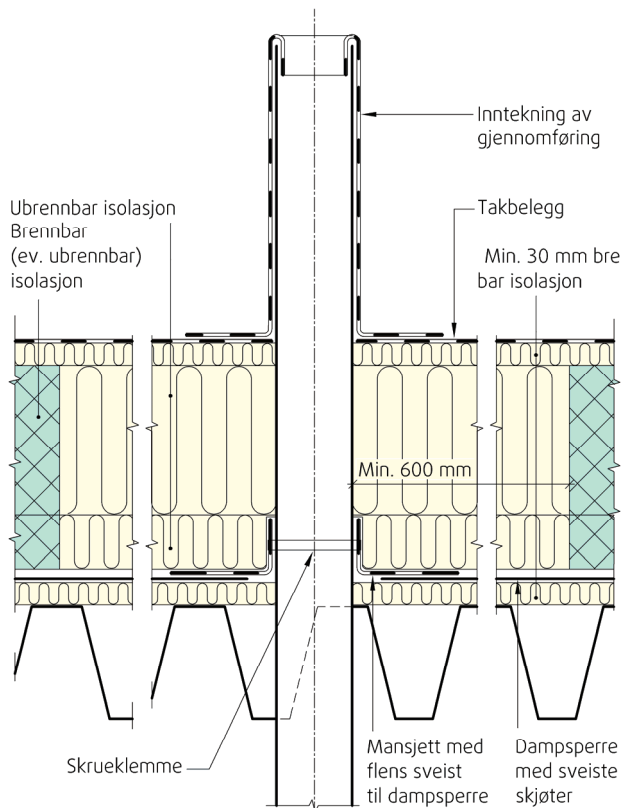


Fig. 43 b  
Rørgjennomføring i et stålplatetak der både taket og inntekningen er utført med takfolie  
Figuren er vist med høykvalitets dampspærre med sveiste skjøter og tett overgang til rørgjennomføringen.

## 5 Dilatasjonsfuger

For rettvendte tak med løst lagt og mekanisk festet takbelegg er det som regel ikke nødvendig med spesielle utførelsesdetaljer for isolasjon og tekning ved dilatasjonsfuger. Det plasseres et høybrekk over fugen slik at fallretningen gjør at vannet renner bort fra og ikke blir stående over fugen.

For omvendte tak bør det legges en løs remse av takbelegg med bredde på minst 250 mm sentrisk plassert over fugen. Dette gjør at takbelegget ikke hefter til underlaget men kan ta opp dilatasjonen ved sin naturlige forlengelse uten å rives i stykker.

Dilatasjonsfuger som skal ta opp store bevegelser eller som støter mot en vegg, se eksempel i fig. 22 b, krever omhyggelig planlegging og utførelse.

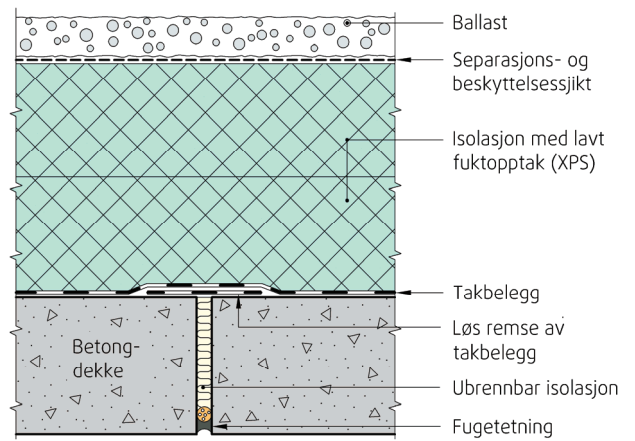


Fig. 5  
Eksempel på utførelse av dilatasjonsfuge for omvendt tak på dekke av betong

## 6 Avslutning mot gavl og takfot på skråtak

### 61 Gavl

Avslutning mot gavl på tretak kan gjøres som vist i fig. 61. Oppkanten mot vindski bør være minst 50 mm.

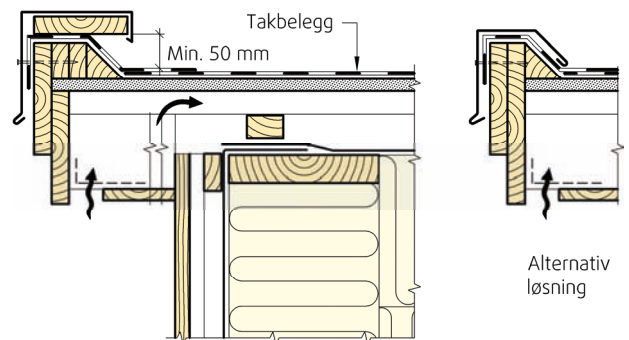


Fig. 61  
Avslutning mot gavl på tretak

### 62 Takfot

En remse av takbelegg legges først langs takfoten. Deretter monteres takfotbeslaget (spillblikket). Takbelegget rulles ut, festes mekanisk til remsen ovenfor beslaget og legges med sveiste omleggsskjøter, se fig. 62.

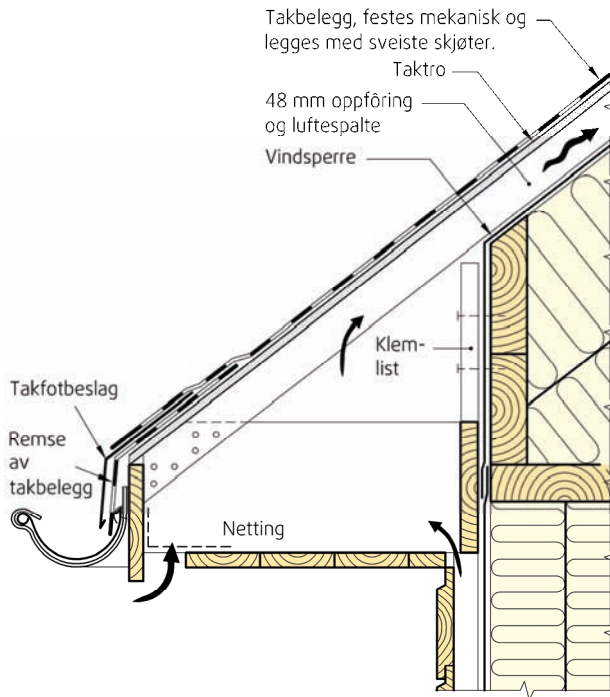


Fig. 62  
Avslutning av tekning ved takfot

## 7 Diverse detaljer

### 71 Dørterskel

Taket må ha en atkomst som gir lett tilgang for tilsyn og vedlikehold. God oppkant og god utførelse av tekkearbeidene under dørterskelen er spesielt viktig. Dette er et ofte opptredende lekkasjested. Kontroller at oppbretten på takbelegget oppunder døra er minst 150 mm høy.

Sporet i forkant på undersiden av dørterskelen fylles med fugemasse, og beslaget føres oppi og fastholdes med kantbordene. Hensikten er å unngå punktering av takbelegget ved innfesting gjennom beslaget under dørterskelen. Utførelse for øvrig framgår av fig. 71.

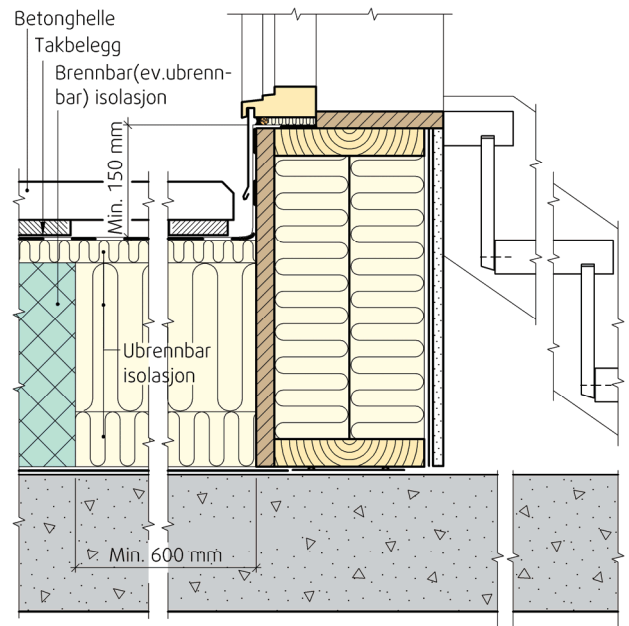


Fig. 71  
Avslutning under dørterskel

Vi anbefaler å beskytte takbelegget i området utenfor utgangsdøra. Beskyttelsen kan være betongheller lagt på klosser, eller en ekstra bane av belegget. Banen kan være i en annen farge for å markere gangbanen fram til tekniske installasjoner som krever noe regelmessig ettersyn. På tak med tekniske installasjoner som krever tilsyn, må en vurdere permanent sikring av takkanter. Se fig. 1.

### 72 Sluk

For å sikre god drenering av flate tak må taket ha godt fall mot sluk med innvendig nedløp. Det vil si at flate tak må ha fall minst 1 : 40 på flatene og minst 1 : 60 i renner. Avrenningsmessig er det ofte en fordel med en lokal forsenkning rundt slukene. Det hindrer stående vann og bidrar til at slukene holdes isfrie med en noe større varmegjennomgang der. Det er viktig å se til at taket har et antall sluk som sikrer god avrenning selv om ett av slukene skulle være tilstoppet. Slukene må plasseres i midtfelt, der konstruksjonene naturlig får størst nedbøyninger.

To hovedtyper av sluk brukes på tak: sluk med klemring og innstikksluk med krage, se fig. 72 a. Senter av sluk skal ligge minst 0,5 m fra vertikale flater eller andre installasjoner for å sikre at taktekkeren får gode arbeidsforhold under arbeidet med inntekking.

Støpejernssluk med klemring er vist i fig. 72 b. Et rundt eller firkantet overgangsstykke av tilsvarende materiale som takbelegget og med hull for slukåpningen klemmes fast med en konisk ring eller klebes/limes til slukets flens. Det er viktig å bruke sluk og klemring som er tilpasset aktuell tykkelse på takbelegget. Selve takbelegget sveises til overgangsstykket.

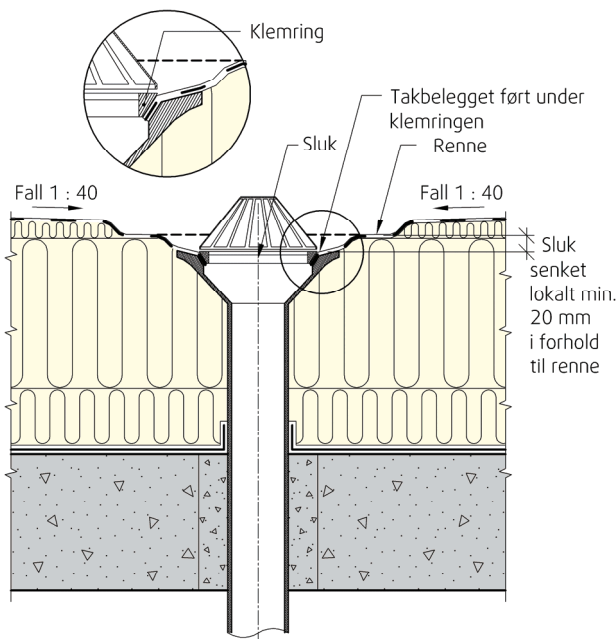


Fig. 72 a  
Snitt som viser inntekning av sluk med klemring plassert i renne med lokal forsinking

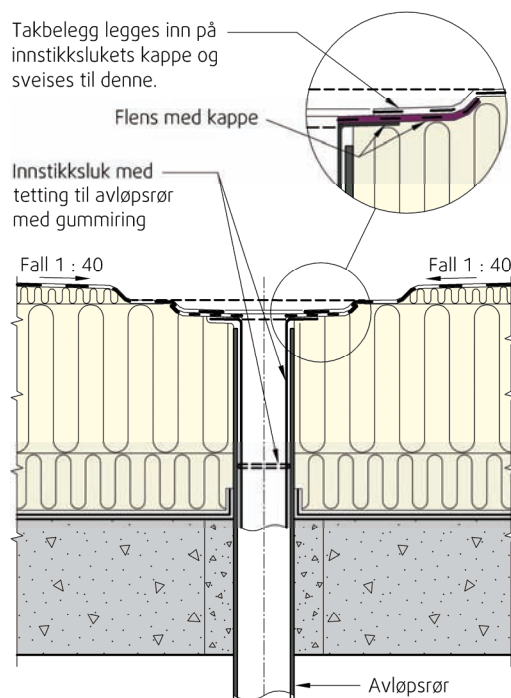


Fig. 72 b  
Snitt som viser inntekning av innstikksluk plassert og festet i renne med lokal forsinking

### 73 Nødoverløp

Flate tak bør ha nødoverløp som hindrer oppdemning av vann, overlast og sammenstyrting av konstruksjonene i tilfelle avrenningssystemet svikter. Eksempel på utforming er vist i fig. 73.

Nødoverløpet må ha tilstrekkelig dimensjon og utforming til at det ikke kan tettes igjen. Plassering av nødoverløp bør utføres slik at det blir lett å utføre tilsyn.

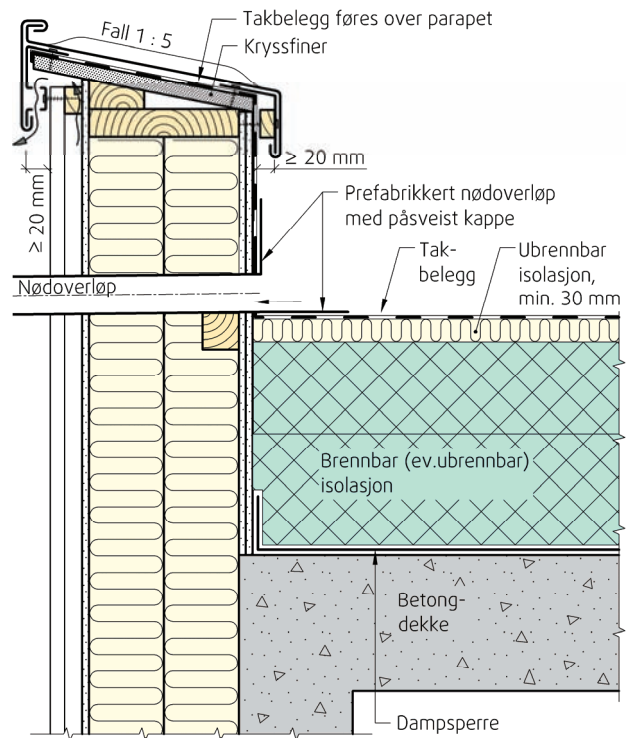


Fig. 73  
Eksempel på plassering av nødoverløp

### 74 Installasjoner på taket

Reklameskilt, antenner eller tekniske installasjoner som plasseres på taket, må hvile på fundamenter som er festet til bærekonstruksjonen. I mange tilfeller fører det til vanskelige inntekningsdetaljer. Fundamenter for slike installasjoner kan lages av runde eller firkanterete stålprofiler. Runde stålprofiler gjør inntekkingen lettest. Fundamentene av stålprofiler må fylles med isolasjon for å redusere kuldebrevirkningen. Inntekkingen utføres med tekkematerialet eller med prefabrikerte mansjetter eller kapper av kunstgummi, som vist på fig. 74 a. Høyden på sokkelen bør være minst 600 mm av hensyn til atkomsten for tilsyn og vedlikehold under installasjonen. Det er fint om sokkelen har et påsveist øye som kan benyttes til personlig sikkerhetsutstyr der det er nødvendig for arbeider nært takets kanter. Av sikkerhetsmessige grunner anbefales det liknende sokler for livlinefester sentralt plassert på taket. Mindre tekniske installasjoner kan plasseres på betongfundament oppå takbelegget, som vist i fig. 74 b. Løsningen er ikke like god som den med sokler, vist på fig. 74 a, da den gir noe dårligere beskyttelse og er tungvint ved omtekkinger eller reparasjoner. Når denne løsningen velges, bør det brukes en løsning med glide- og beskyttelsessjikt mellom takbelegget og betongfundamentet. På tak tekket med takfolie kan man bruke glide- og beskyttelsessjikt med tykkelse minst 2,0 mm av samme type takfolie. På tak tekket med asfalttakbelegg anbefales en løsning med 100 mm XPS isolasjon og glidesjikt av tynt plastbelegg. Isolasjonens trykkfasthet under fundamentet må tilpasses vekten av fundament og installasjon.

Vibrasjonsdempende gummiklosser brukes for å unngå at eventuelle vibrasjoner fra installasjonen forplanter seg gjennom konstruksjonene.

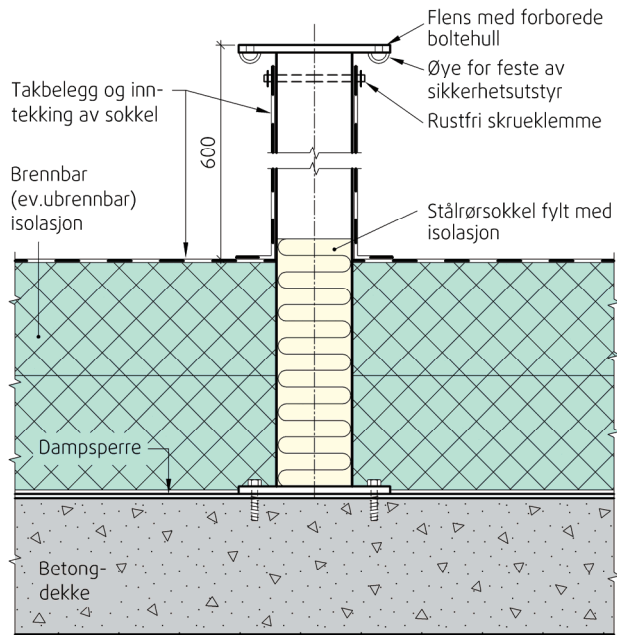


Fig. 74 a  
Eksempel på fundament av stålprofil for installasjoner på taket  
Inntekning kan best gjøres ved at takbelegget føres opp innunder flens og kontaktsveises eller avsluttes med klemring og elastisk tettemasse.

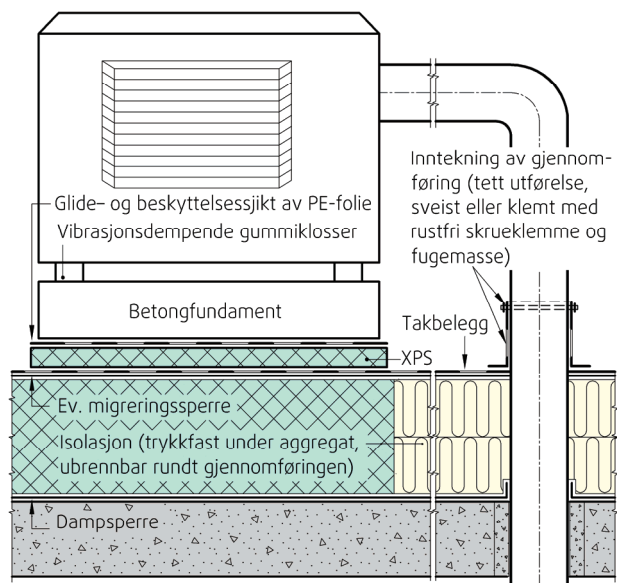


Fig. 74 b  
Betongfundament for mindre tekniske installasjoner plassert oppå tekningen

## 8 Montasje av solcellepaneler

Solcellepaneler på flate, kompakte tak kan monteres på flere måter:

- integrert i takbelegget
- integrert på takbelegget
- på stativer montert på sokler festet til bærekonstruksjonen
- montert på forskjellige typer stativer med ballast og som er plassert oppå taket og takbelegget.

Figur 8 a viser eksempler på solcellepaneler montert på taket, både integrert i takflaten og montert oppå. Figur 8 b viser eksempel på solcellepaneler integrert på takbelegg.



Fig. 8 a  
Eksempel på bygg der det er montert solcellepaneler på taket, både integrert i takflaten og montert oppå. Foto: Schonefeld [14]



Fig. 8 b  
Takbelegg med solcellepaneler integrert på overflaten i form av et rullprodukt. Foto: Schonefeld [14]

Det finnes flere systemer for montasje av solcellepaneler til stativer av forskjellig type. Felles for disse systemene er at vindkreftene på panelene må beregnes på grunnlag av dimensjonerende vindlast på stedet, se NS-EN 3491-4 om vindlast og vindlastberegning eller [3] [4].

For å unngå avblåsningsskader må panelene og stativene festes mekanisk til underlaget eller ballasteres. Der dette er planlagt tidlig og kan utføres samtidig med at bygget føres opp, anbefales stativer montert på sokler som vist på fig. 74 a.

Der montasje av panelene gjøres på et senere tidspunkt og etter at taket er ferdig lagt benyttes løsninger som vist i fig. 8 c–g.

Figur 8 c og d viser montasje av stativer som er mekanisk festet til betongklosser lagt på et beskyttelsessjikt over takbelegget. Festemidlene og vekten av betongklossene må være dimensjonert i forhold til vindlasten. Ved beregning av vindlast på paneler montert på stativer som dette må man huske at det opptrer samtidig vindtrykk på forsiden og i tillegg sug på baksiden.





Fig. 8 c  
Solcellepaneler monterte på stativer på flate tak. Foto: Schonefeld [14]



Fig. 8 d  
Nærbilde som viser eksempel på stativer festet på betongfundamentklosser lagt på et beskyttelsessjikt på taket. Foto: Schonefeld [14]

Bildene i fig. 8 e og f viser paneler monterte på små lette stativer. Stativene har avskjerming som hindrer at vinden får tak under panelene. Det reduserer vindkreftene, og samtidig stabiliseres panelene mot vindkrefter ved at ballasten av betongheller plasseres oppå skjermene som vist. Avskjermingen er monterte med små åpne spalter så det blir en viss luftsirkulasjonen som bidrar til uttørking av fukt slik at eventuelle kondensproblemer på undersiden av panelet unngås.

Solcellepanelene vist på bildene veier  $130 \text{ N/m}^2$  som inkluderes ved beregning av nødvendig tilleggsballast. Som det framgår av bildene er ikke omfanget av ballast med betongheller spesielt stort.



Fig. 8 e  
Solcellepaneler monterte på små, lette stativer med skjerming. Foto: SINTEF Byggforsk



Fig. 8 f  
Nærbilde som viser eksempel på utforming av avskjermingen. Skjermingen er utformet slik at ballasten plasseres på den som vist. Foto: SINTEF Byggforsk

Figur 8 g viser konsoller av plast som har form og vekt som gjør både transport og utplassering enkelt. Konsollene fylles med beregnet mengde ballast og solcellepanelene festes til konsollene.



Fig. 8 g

Bildet viser en alternativ måte å feste solcellepanelene til plastkonsoller. Plastkonsollene har form og vekt som gjør transport og utplassering enkelt. Konsollene fylles med tilstrekkelig ballast og solcellepanelene festes til konsollene (selve solcellepanelene er ikke montert og vist på dette bildet). Foto: Schonefeld [14]



## Del 2: Mekanisk feste av asfaltbelegg og takfolie på flate tak

### Temaveileder Flate tak

Del 2 omhandler mekanisk av feste isolasjon og takteking av asfalttakbelegg og takfolie på flate tak. Framgangsmåten når en skal beregne antall festepunkter for tekningen er gjort rede for. Beregninger av dimensjonerende vindkasthastighetstrykk bør utføres av byggeteknisk konsulent eller ved hjelp av anerkjente dataprogrammer.

Om brannteknisk dimensjonering av tak, se [1].

## 1 Festemidler, typer og krav

### 11 Festeprinsipp

Det fins tre metoder for å sikre isolasjon og tekning mot vindavblåsning: liming, ballast eller mekanisk festing. Det er i hovedsak mekanisk festing som er omtalt her. Ved dimensjonering av festemidler må man vurdere hva som er det svakeste leddet i konstruksjonen. Det kan oppstå brudd i:

- festet til underlaget
- selve festemidlet
- festet i tekningen

### 12 Typer festemidler

Festemidlet må tilpasses tekkemetode, type membran og isolasjonstype, samt underkonstruksjon. Isolasjon på rettvendte tak kan utføres både med mineralull og EPS. Til forankring i tekningen benyttes runde eller rektangulære skiver av stål, eventuelt runde eller rektangulære festebrikker i plast med eller uten pigger. Festemidlet plasseres normalt i de langsgående omleggsskjøtene. Figur 12 a-i viser eksempler på mekaniske festemidler. Se også pkt. 2 og 3.

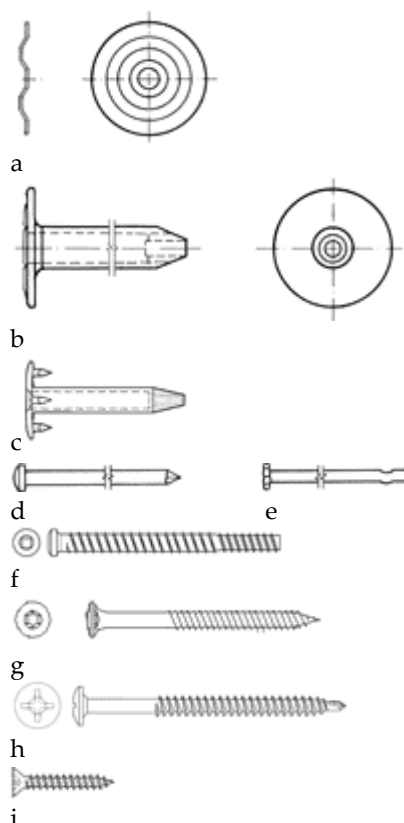


Fig. 12 a-i

Eksempler på mekaniske festemidler

- a. Rund stålskive
- b. Rund plastbrikke
- c. Rund plastbrikke med pigger
- d. Betongstift
- e. "Spike" (eng.) for feste i betong
- f. Betongskruer
- g. Skruer med vanlig spiss for feste i stålplater
- h. Skruer med borspiss for feste i stålplater
- i. Treskruer

### 13 Valg av festemidler

Festemidlene må være sterke nok til å tåle påkjenninger fra montering og til å kunne overføre dynamisk last fra tekningen til underlaget.

Ved feste av tekning lagt direkte på et fast underlag som trebasert taktro eller betong, benyttes vanlig stålskive.

Ved feste av tekning lagt på et underlag av isolasjon med trykkfasthet minimum 80 kPa som EPS, benyttes festebrikker av plast, eventuelt stålskiver med kulp.



Ved feste av tekning lagt på et underlag av steinull, skal det benyttes festebrikker med god teleskopvirkning. Skruehodet må ikke kunne bli presset opp gjennom tekningen når taket belastes.

Festebrikker uten pigger benyttes mest til å feste asfalttakbelegg, brikker med pigger benyttes mest til å feste takfolie.

Figur 13 viser innfesting av folie i banekant gjennom et isolasjonssjikt.

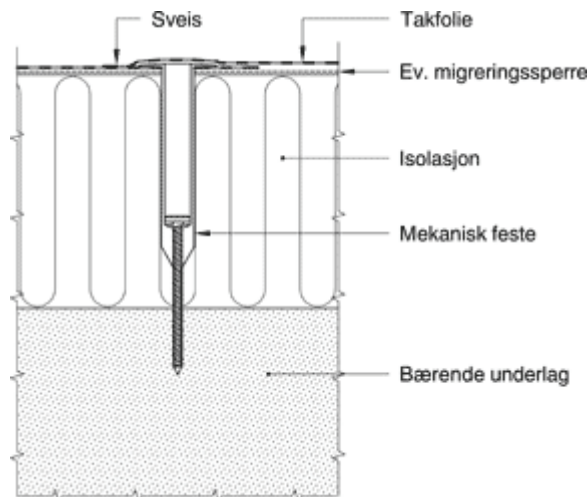


Fig. 13  
Eksempel på mekanisk feste av takfolie i banekant

## 14 Korrosjonsbeskyttelse

141 *Bruksgrupper.* Korrosjonsbeskyttelse av de mekaniske festemidlene må dokumenteres og vurderes i forhold til de antatte påkjenningene i taket. Ut fra påkjenningene kan man klassifisere behov for korrosjonsbeskyttelse i følgende bruksgrupper, se også tabell 143.

– Bruksgruppe K: Kondensfukt kan forekomme på undersiden av tekningen, men kun i relativt korte perioder. Mulighetene er gode for tørking til rom-

klima. Bruksgruppe K kan kun benyttes ved fabrikkframstilling av takelementer, se pkt. 42.

– Bruksgruppe KL: Høy relativ fuktighet i lufta mellom tekning og tett underlag gir risiko for lengre perioder med kondensfukt på festemidlet. Uttøringsmulighetene er begrenset.

– Bruksgruppe KLA: Kondensfukt tilsvarende gruppe KL, men det forekommer aggressive stoffer i isolasjonen eller på eksisterende tekning ved reovering.

– Bruksgruppe KLAM: Som gruppe KLA, men med ekstra fare for slitasje og ødeleggelse av eventuell korrosjonsbeskyttelse under montering, for eksempel gjennom skiferbestrødd asfaltbelegg.

Byggforsk anbefaler bruksgruppe KLA for de fleste tilfeller. Tabell 143 viser aktuelle festemidler og belegg som gir tilfredsstillende korrosjonsbeskyttelse.

142 *Prøving av korrosjonsmotstanden* til festemidler av metall utføres i Kesternichkammer i henhold til modifisert DIN 50018 Prüfung in Kondenswasser – Wechselklima mit schwefeldioxidhaltiger Atmosphäre, med 2,0 l SO<sub>2</sub>. Temperatur- og fuktstabilitet av organiske belegg skal prøves i 300 timer ved 90 °C og 100 % RF uten at det oppstår blærer eller avskalling.

Maksimalt 15 % av overflaten kan være angrepet av rødrust etter foreskrevet antall sykluser.

143 *Minimumskrav til korrosjonsmotstand.* Med utgangspunkt i påkjenningene som er angitt i 141, settes det følgende minimumskrav til korrosjonsmotstand angitt i sykluser Kesternich:

Bruksgruppe KL: Bestått 8 sykluser

Bruksgruppe KLA: Bestått 15 sykluser

Bruksgruppe KLAM: Bestått 15 sykluser etter at festemidlet har vært skrudd gjennom et skiferbestrødd asfaltbelegg

Tabell 143  
Anbefalt korrosjonsbeskyttelse for festemidler

Bruksgruppe	Aktuelle typer belegg og materialer for mekaniske festemidler		
	Festemiddel	Skive	
		Tildekket eller innklebet	Frilagt
KL	Spesialbelegg Rustfritt stål Plast	20 µm Zn	20 µm Al Zn Rustfritt stål Plast
KLA	Spesialbelegg Rustfritt stål Plast	20 µm Zn	Rustfritt stål Plast
KLAM	Rustfritt stål	–	–

## 15 Galvanisk korrosjon

Galvanisk korrosjon kan oppstå ved kombinasjon av ulike materialer i henholdsvis skive og festemiddel.

Produkter med elektrosinkbelegg og spesialbelegg med sinkholdig polymer kan brukes om hverandre. Når man bruker rustfritt stål, må det være rustfritt stål både i skive og festemiddel.

Aluminiumsprodukter anbefales ikke, verken i skive eller festemiddel.

## 2 Feste i underlag av profilerte stålplater

### 21 Festemidler

For feste i underlag av profilerte stålplater benyttes skruer som vist i fig. 12 g og h. Skruene fins i rustfritt stål eller med forskjellig korrosjonsbeskyttelse for å tilfredsstille kravene til gitte bruksgrupper, se pkt. 14.

Festesystemet skal være testet og ha dokumentert sikkerhet mot utskruing i henhold til en anerkjent metode. Erfaringsmessig er risikoen for utskruing liten ved isolasjonstykkelse  $\geq 100$  mm, eller der det er benyttet festesystem med festebrikke med lang hylse.

## 22 Krav til underlag

Bærende profilerte stålplater må ikke ha mindre tykkelse enn 0,7 mm hvis taktekingen skal festes i dem. I værharde strøk anbefales tykkelse på minst 0,8 mm for å få tilstrekkelig feste for skruene. Stålplater kan få kraftige vibrasjoner under vindlast. Korrosjonsbeskyttelsen på stålplatene svekkes lett ved hvert feste-punkt. Hvis romklimaet er spesielt fuktig eller på annen måte korrosjonsfremmende, bør man velge en takkonstruksjon uten gjennomgående mekaniske fester.

## 3 Feste i underlag av betong, lettbetong eller gassbetong

### 31 Festemidler

Til feste i underlag av betong benyttes betongstift, "spike" eller betongskruer, se fig. 12 d–f, som settes i forborede hull i betongen. De fleste festemidler er utført i rustfritt stål, men noen har annen type korrosjonsbeskyttelse.

For feste i lettklinkerbetong og i porebetong fins det spesialskruer. Følg leverandørenes monteringsanvisning.

### 32 Framgangsmåte

Festemidlene monteres i forborede hull i betongen. Det er viktig å bore i riktig dybde samt å benytte riktig bordiameter, se produsentens anbefalinger. Upprikkede borhull eller borhull med feil diameter gir ikke forutsatt sikkerhet mot uttrekk.

Ved gjennom boring av dekket blir det vanligvis slått ut stykker av betongen på undersiden. Som oftest er dette kun et estetisk problem, men man kan også få problemer med festet hvis utslaget blir for stort i forhold til lengden på pluggen. Problemet er spesielt aktuelt dersom man bruker DT-elementer, men også hulldekkeelementer kan ha så tynn betong over kanalene at forankringslengden for mekaniske festemidler blir for liten.

## 4 Feste i underlag av tre

### 41 Festemidler

411 *Generelt.* På underlag av tre kan det benyttes skruer, spikre og kramper, forutsatt at det benyttes taktrokvalitet som beskrevet i Byggdetaljer 525.861.

412 *Skruer* benyttes sammen med skive av stål med forsenkning for skruhodet, se fig. 12 a og i. Det kan også benyttes skruer med spesialhoder.

413 *Pappspiker* er vanligvis varmforsinket tilsvarende bruksklasse KL. Lengden må være slik at spikrene så vidt stikker ut på undersiden av taktrao.

### 42 Festemidler i prefabrikkerte elementer

Kramper fås bare med korrosjonsbeskyttelse tilsvarende bruksgruppe K, og skal ikke benyttes ved utendørs arbeider eller sammen med asfalttakbelegg.

Krampene bør være framstilt av rektangulær tråd med dimensjon  $t \times B = 0,95 \text{ mm} \times 2,4 \text{ mm}$  og ha ryggbredde på 20–25 mm. Man bør benytte kramper med rette vinkler mellom rygg og bein, se fig. 414. Kramper som er buet, vil under innsettingen skjære seg ned i tekingen, skade den og gi for dårlig feste. Krampen settes på samme sted som pappspiker, se Byggdetaljer 544.203.

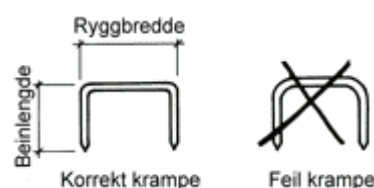


Fig. 414

Eksempel på kramper for feste i tre

Krampene må ha rette vinkler mellom rygg og bein, og de må settes vertikalt mot takflaten slik at de ikke skjærer ned i og svekker tekingen.

## 5 Skjøte- og festeprinsipper

### 51 Generelt

Feste av løst utlagt teking er vist i pkt. 52–54. Type festemiddel må tilpasses underkonstruksjonen, det vil si bærekonstruksjon pluss eventuelt sperresjikt.

Byggforsk anbefaler å bruke materialer og løsninger som er testet og godkjent.

I konstruksjoner over rom med høy relativ fuktighet (RF) kan det være uheldig å bruke mekaniske festemidler gjennom dampsperra. Singelbelastet teking, eventuelt vakuuminntetting, gir den beste muligheten for en god utførelse av dampsperra i kompakte tak over rom med spesielt høy fuktbelastning.

### 52 Tolags asfalttakbelegg

Dersom det er flere lag asfalttakbelegg, må laget som er lagt ut før det mekaniske festet monteres, være sterkt nok til å oppta vindlasten alene. Tekingen må tåle vindlasten uten å få varig deformasjon med påfølgende valker og senere sprekker hvis det kommer

snø og is på taket. Tilskruingen må ikke være så hard at det blir søkk ved festemidlet. Sammenføyningen i skjøten kan da bli svekket, og faren for lekkasje øker. For å oppnå forventet styrke og tetthet er det viktig å plassere festemidlet riktig i omleggsskjøtene. Plasseringen av festemidlet bør være vist med en linje på tekingen.

Figur 52 a og b viser eksempler på skjøting og feste av tolags asfalttakbelegg.

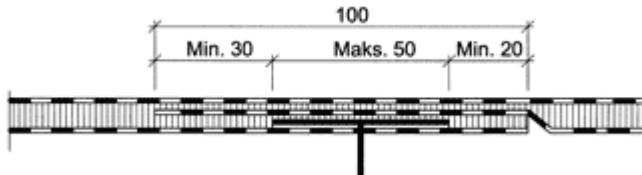


Fig. 52 a  
Feste av tolags asfalttakbelegg i 100 mm omlegg

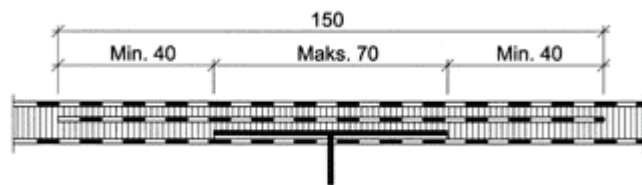


Fig. 52 b  
Innfeste av tolags asfalttakbelegg gjennom underste bane. Omlegg med et ekstra lag av rims eller lapp med bredde på 150 mm

### 53 Ettlags asfalttakbelegg

Figur 53 a–c viser de vanligste skjøte- og festeprinsippene. Nye materialer muliggjør at også ettlags asfalttakbelegg kan festes i løs flipp, se fig. 53 d. Før det gjøres, må metoden og kapasiteten være dokumentert i fullskala vindlastprøve. Systemet må godkjennes i hvert enkelt tilfelle.

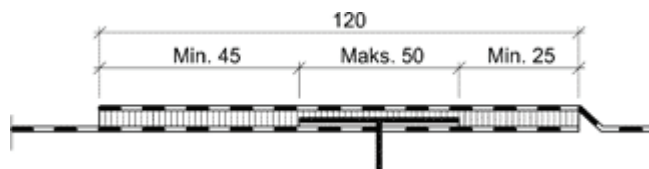


Fig. 53 a  
Feste av ettlags asfalttakbelegg i 120 mm omlegg

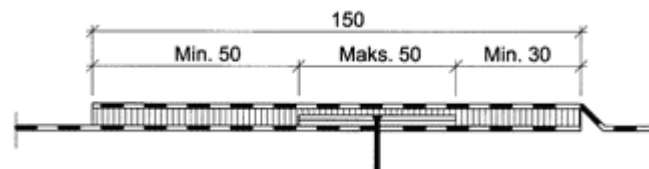


Fig. 53 b  
Feste av ettlags asfalttakbelegg i 150 mm omlegg

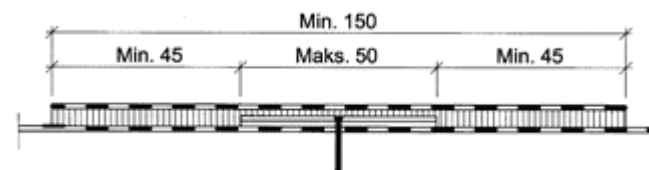


Fig. 53 c  
Feste av ettlags asfalttakbelegg gjennom bane med rims over feste-punkt

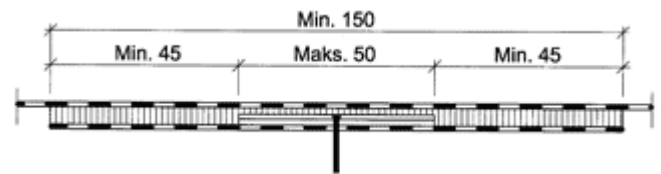


Fig. 53 d  
Bane av ettlags asfalttakbelegg sveiset til underliggende rims mekanisk festet til underlaget

### 54 Takfolie

Figur 54 a–d viser eksempler på skjøting og feste av takfolie.

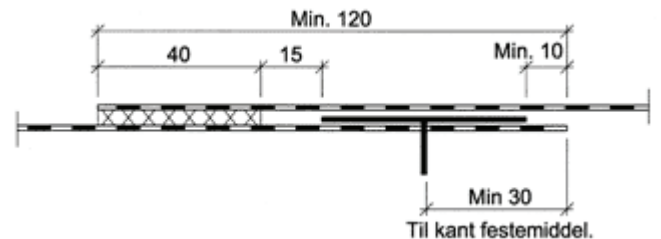


Fig. 54 a  
Feste av takfolie i kant av bane

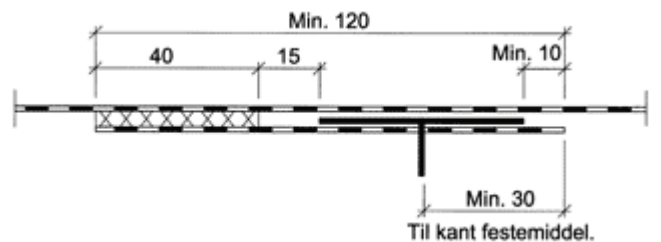


Fig. 54 b  
Feste av takfolie i underliggende flipp

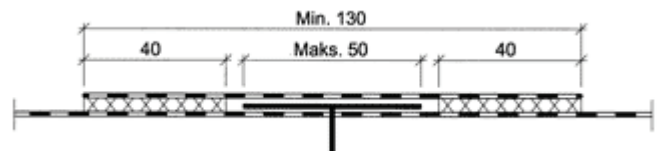


Fig. 54 c  
Feste av takfolie gjennom bane med overdekning

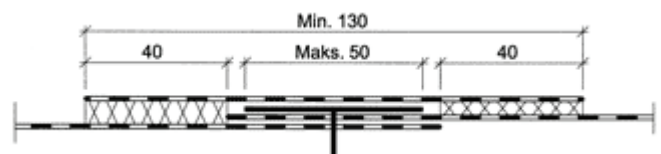


Fig. 54 d  
Feste av takfolie gjennom omlegg med overdekning

### 6 Minimum antall festemidler i underlag

Tabell 6 angir krav til minimumsinnfesting av løst utlagt teking og isolasjon.

Minste antall fester må også vurderes i forhold til konstruksjonen. Kritiske faktorer kan være:

- Bevegelse i isolasjonen. Ved løst utlagt teking og isolasjon må det være tilstrekkelig antall fester per isolasjonsplate slik at platene ikke forskyver seg.
- Bevegelse i tekingen. Blafring kan føre til utmatting ved festemidlet eller frambringe støy.

Tabell 6

Minimum innfesting av løst utlagt tekning

Innfesting	Dimensjonerende vindlast, sug	
	$q_d \leq 3,0 \text{ kN/m}^2$	$q_d > 3,0 \text{ kN/m}^2$
Minste antall fester: – per isolasjonsplate – per $\text{m}^2$	1 stk. 1 stk.	1 stk. 1 stk.
Største avstand mellom festerader: – hjørne- og randfelt – midtfelt	1,0 m Ingen krav	0,6 m 1,0 m
Største avstand mellom fester i en rad: – hjørne- og randfelt – midtfelt	1,0 m Ingen krav	0,6 m 1,0 m
Minste avstand mellom fester	0,2 m	0,2 m

Hvis man ønsker å redusere antall festepunkter ytterligere eller øke avstanden mellom festeradene mer i forhold til tabell 6, må man dokumentere kapasiteten spesielt.

## 7 Sikring langs avslutninger

### 71 Generelt

Tekningen må spennes fast ved alle overganger fra horisontale til vertikale flater ved parapet, gesims, overlys, viftehhus etc. Tekningen må i tillegg ha mekanisk innfesting i alle lavpunkter som f.eks renner, og den må festes under gesimsbeslaget på en slik måte at den er sikret, selv om beslaget blåser av.

Betegnelsen vindutsatt sted har lenge vært forstått som sted med vindhastighet på 3 sekunder middelverdi  $v_{3\text{sek}} \geq 40 \text{ m/s}$ . Med NS 3491-4, som angir nye uttrykk og nye beregningsmåter, så tilsvarer dette omtrent  $q_{\text{kast}} > 3,0 \text{ kN/m}^2$ . Betegnelsen  $q_{\text{kast}}$  defineres som den kortvarige toppverdien av vindens hastighetsstrykk og kalles vindkasthastighetsstrykket.

### 72 Ved lav parapet (< 300 mm)

Takfolie og asfalttakbelegg bør festes med langsgående lastfordeler ved parapet eller annen avslutning. Se fig. 72.

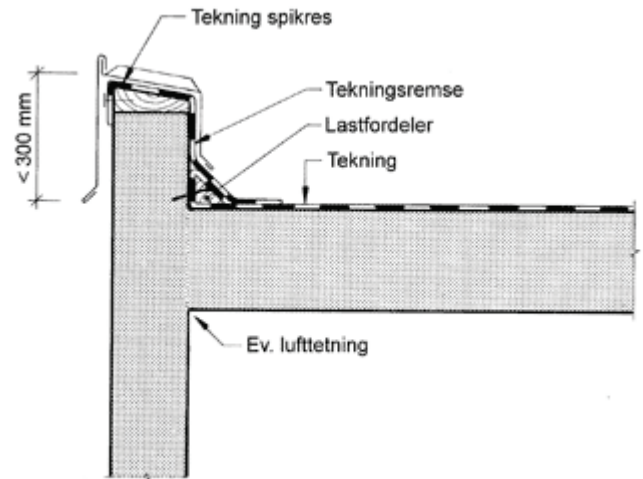


Fig. 72

Feste ved lav parapet, høyde &lt; 300 mm

Tekningen festes med langsgående lastfordeler i hulken. Gjelder både takfolie og asfalttakbelegg

### 73 Ved høy parapet ( $\geq 300 \text{ mm}$ )

731 Takfolie. For  $q_{\text{kast}} \leq 3,0 \text{ kN/m}^2$  kan feste med langsgående lastfordeler erstattes av punktvis mekaniske fester i parapet, se fig. 731 a. Innfestingen dimensjoneres tilsvarende som for lav parapet.

For  $q_{\text{kast}} > 3,0 \text{ kN/m}^2$  må folietekningen festes med langsgående lastfordeler tilsvarende som for lav parapet, se fig. 731 b. Tekningen festes med mekaniske festemidler til vertikal parapetflate med maksimalt 0,4 m mellom festene både vertikalt og horisontalt.

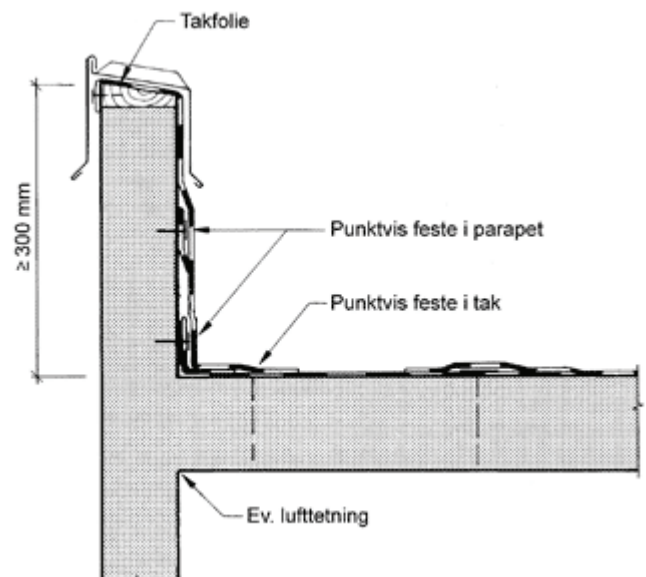


Fig. 731 a

Feste av takfolie ved høy parapet, høyde  $\geq 300 \text{ mm}$  og  $q_{\text{kast}} \leq 3,0 \text{ kN/m}^2$ 

Punktvis feste i parapet



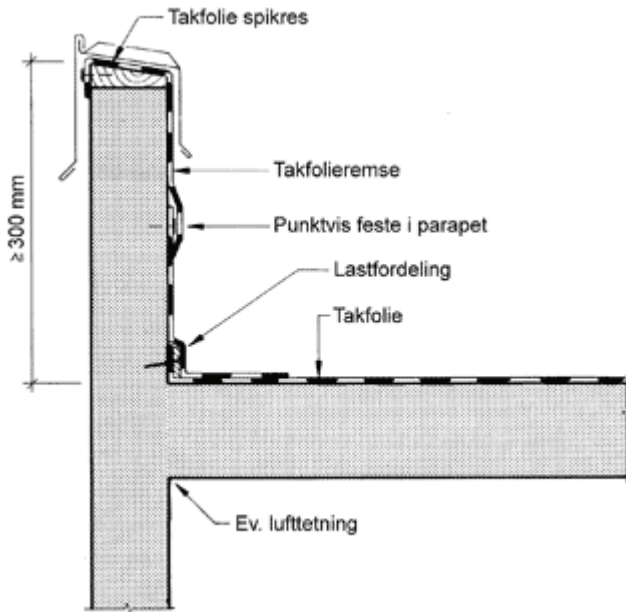


Fig. 731 b

Feste av takfolie ved høy parapet, høyde  $\geq 300$  mm og  $q_{kast} > 3,0$  kN/m<sup>2</sup>

Langsgående lastfordeler i hulkil

- 732 *Asfalttakbelegg*. Tekningen avsluttes ved parapet og festes punktvis som vist i fig. 732. Asfalttakbelegg festes mekanisk eller klebes til vertikal parapetflate. Innfestningen dimensjoneres tilsvarende som for lav parapet.

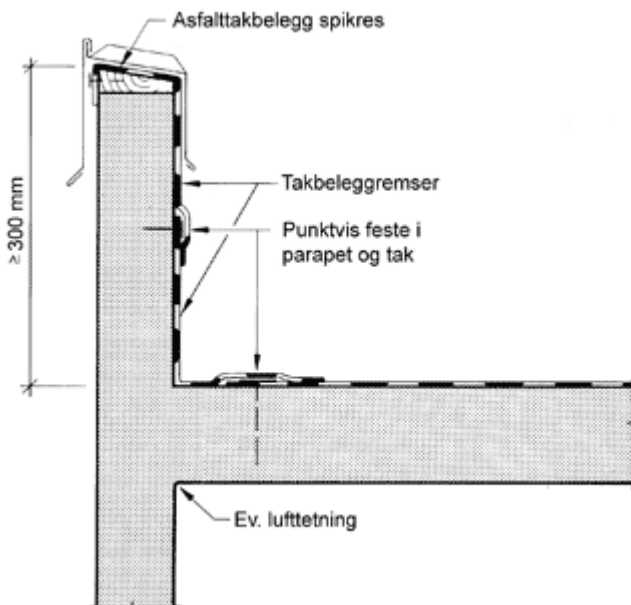


Fig. 732

Feste av asfalttakbelegg ved høy parapet, høyde  $\geq 300$  mm  
Punktvis feste i takflaten

## 82 Beregning av dimensjonerende vindlast

- 821 *Formel*. Når  $q_{kast}$  er kjent, kan dimensjonerende vindlast,  $q_d$ , for de forskjellige takfeltene beregnes ut fra følgende formel:

$$q_d = 1,5 \cdot 0,9 \cdot (f_3 \cdot c_{pe} + f_4 \cdot c_{pi}) \cdot q_{kast} \quad (\text{kN/m}^2)$$

hvor:

- 1,5 er lastkoeffisient i forhold til NS 3490
- 0,9 er reduksjonsfaktor i henhold til pålitelighetsklasse 1 i NS 3490
- $f_3$  er faktor for virkningsgraden av utvendig last, se tabell 823
- $c_{pe}$  er formfaktor for utvendig last, se tabell 822
- $f_4$  er faktor for virkningsgraden av innvendig last, se tabell 825
- $c_{pi}$  er formfaktor for innvendig last, se tabell 824
- $q_{kast}$  er vindkasthastighetstrykk (kN/m<sup>2</sup>), oppgitt av rådgiver eller beregnet

Dimensjonerende last per festepunkt,  $Q_d$ , beregnes på følgende måte:

$$Q_d = q_d \cdot a \cdot b \quad (\text{kN})$$

hvor:

- $q_d$  er dimensjonerende vindlast (kN/m<sup>2</sup>)
- $a$  er avstand mellom festeradene (m)
- $b$  er avstand mellom festene i en rad (m)

Lasten  $Q_d$  kan reduseres med 2/3 av egenlast av tekning og isolasjon når disse er limt sammen. Vekt av eventuell ballast trekkes også ifra.

- 822 *Formfaktorer for utvendig last*. Formfaktorer,  $c_{pe}$ , for utvendig last er avhengig av takform og takfelt. Se tabell 822, som gir formfaktorer for de mest benyttede takformene noe forenklet. Takflatene langs ytterkanten utsettes for større vindsug enn resten av taket. For å bestemme utvendig last og sug deles derfor taket inn i tre felt slik det er vist i fig. 822. Ved lav parapet ( $h \leq 0,3$  m) kan enda noe høyere formfaktorer påregnes enn vist i tabell 822, det vil si formfaktorer helt opp til  $c_{pe}$  på 3,0, i hovedsak i hjørnesonene.

## 8 Dimensjonering

### 81 Beregning av vindkasthastighetstrykk

Der  $q_{kast}$  ikke er oppgitt, må den beregnes. Beregningsgangen blir ikke gjengitt her. For fullstendig beregning se enten NS 3491-4, [3], [4] eller Byggdetaljer 471.043.

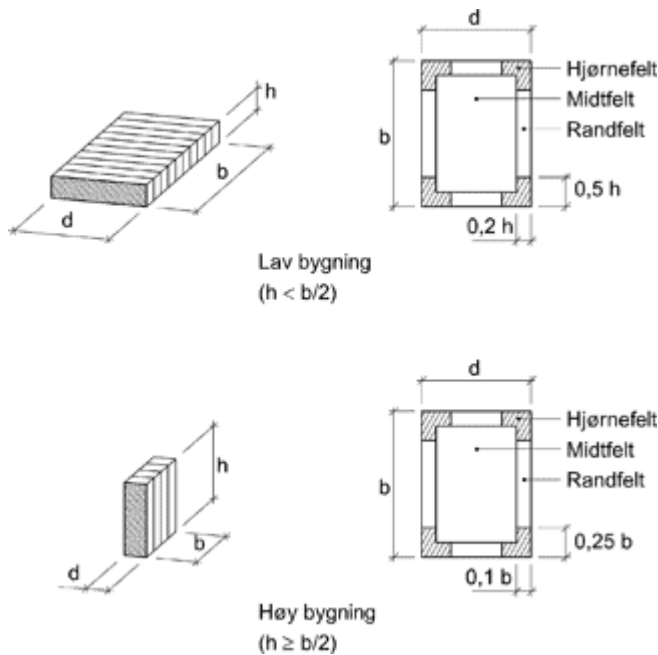


Fig. 822  
Utstrekning og plassering av de forskjellige takfeltene for valmtak, flate tak, saltak og pulttak  
For å bestemme høy eller lav bygning skal største verdi av b brukes.

Tabell 822  
Formfaktorer for utvendig last på tak,  $c_{pe}$

Takform	Formfaktor, $c_{pe}$		
	Hjørnefelt	Randfelt	Midtfelt
Flate tak	2,5	2,0	1,0
Saltak, $5^\circ \beta \leq 15^\circ$ og valmtak	2,5	2,0	1,0*
Pulttak, $\beta \leq 15^\circ$	– lav side	2,0	1,0
	– høy side, gavler	2,9	2,5
Buetak	Se NS 3491-4		

\* I en stripe langs mønet på begge sider med bredde 0,2 h skal det regnes med formfaktor  $c_{pe} = 1,5$  for saltak og  $c_{pe} = 2,0$  for valmtak.

823 *Virkningsgraden av utvendig last.* Overføringen av lasten til det mekaniske festet er avhengig av at tekningen til en viss grad blir deformert. Tekningen vil bøye seg opp mellom festepunktene, og volumet øker på undersiden. Avhengig av underlagets tetthet vil det så oppstå et undertrykk som kan trekkes fra suget på oversiden, se fig. 823. Tabell 823 angir faktorer for virkningsgraden av utvendig last avhengig av underkonstruksjonen.

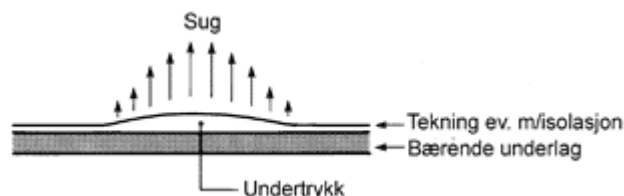


Fig. 823  
Utvendig last

Tabell 823  
Faktorer for virkningsgraden av utvendig last,  $f_3$

Faktor, $f_3$	Underkonstruksjon
0,8	Tett underkonstruksjon og isolasjonstykkelse mellom underkonstruksjon og tekning $\leq 100$ mm
1,0	Utett underkonstruksjon eller isolasjonstykkelse mellom underkonstruksjon og tekning $> 100$ mm

824 *Formfaktor for innvendig last.* Ved dimensjonering av feste for tekningen er overtrykket i bygningen av interesse. Det kan komme som tilleggslast på tekningens underside hvis takkonstruksjonen ikke er helt tett. Formfaktorer,  $c_{pi}$ , for innvendig last er avhengig av bygningens tetthet, se tabell 824.

Tabell 824  
Formfaktorer for innvendig last,  $c_{pi}$

Formfaktor, $c_{pi}$	Bygningens tetthet
0,2	For normalt tette bygninger
0,7	For åpne bygninger, for eksempel åpne lagerbygg. Denne verdien gjelder også for normalt tette bygg med porter som må åpnes uansett vindforhold.

825 *Virkningsgraden av innvendig last.* Hvis undertaket har tilstrekkelig tetthet og styrke, vil det hindre overføring av last til festemidlet. Tabell 825 angir faktorer for lastoverføring av innvendig last avhengig av underkonstruksjonen.

Tabell 825  
Faktorer for virkningsgraden av innvendig last,  $f_4$

Faktor, $f_4$	Underkonstruksjon
0,0	Tett underkonstruksjon
1,0	Utett underkonstruksjon

826 *Dimensjonering av randinnfesting.* Innfestingen av lastfordeler/randinnfesting dimensjoneres med hensyn til vindlast som vist i pkt. 82, men med samlet formfaktor i formelen for dimensjonerende last på:

$$f_3 \cdot c_{pe} + f_4 \cdot c_{pi} = 3,0$$

Last regnes fra 0,5 m inn på takflaten og halve parapethøyden, eventuelt halve avstanden til første festerad hvis tekningen er mekanisk festet til parapeten.

### 83 Dimensjonerende kapasitet for innfestinger i tre

Taktro av bord har mange skjøter, sprekker og kvister. Hvis spikre, kramper eller skruer settes i disse, kan festet bli redusert. For spikre og kramper blir festet også redusert dersom trevirket er spesielt fuktig og tørker etter innfesting. For feste i tre kan motstand mot uttrekk dermed variere ganske mye. Derfor har det vært vanlig å beregne innfestingsbehovet for feste med spikre eller kramper på grunnlag av forhåndsgodkjente verdier, se tabell 83, som viser dimensjonerende kapasiteter.

Hvis dimensjonerende kapasitet,  $X_d$ , for skruer i taktro av bord eller kryssfiner ikke er oppgitt av leverandør, kan kapasiteten beregnes etter følgende formel:

$$X_d = k (5 + 4 \cdot D_g + 3 \cdot d_k) t \quad (\text{N})$$

hvor:

- $t$  er tykkelse på taktro (mm)
- $D_g$  er gjengediameter (mm), se fig. 83
- $d_k$  er kjernediameter (mm), se fig. 83
- $k$  er korreksjonsfaktor lik 1,0 for bord og for kryssfiner når  $t < 15,5$  mm, og 1,4 for kryssfiner når  $t \geq 15,5$  mm

Formelen gjelder for skruer med kjernediameter mellom 3,0 og 4,0 mm, gjengediameter mellom 4,5 og 6,0 mm og gjengeavstand mellom 1,5 og 3,0 mm, og forutsetter at skruen skrues gjennom taktroa. Taktroa må være utført i henhold til Byggedetaljer 525.861.

Tabell 83

Dimensjonerende kapasitet,  $X_d$  (N), for feste med spikre og kramper som går gjennom taktroa

Underlag for tekningen	Dimensjonerende kapasitet per feste, $X_d$ (N)	
	Spikre 2,8–25	Kramper, jf. pkt. 414
12 mm kryssfiner	145	55
15 mm rupanel	100	60

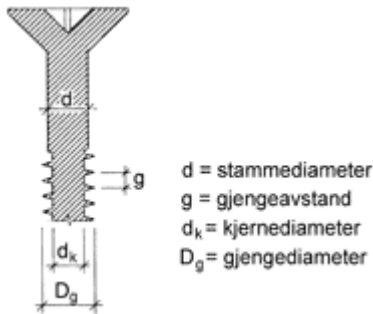


Fig. 83  
Skruer. Definisjoner

### 84 Innfestingens dimensjonerende kapasitet basert på prøving

Dimensjonerende kapasitet mot vindavblåsning av et mekanisk festet takbelegg må omfatte både feste i underlaget og feste i tekningen. Leverandørene oppgir dimensjonerende kapasitet for sine produkter. Kapasitetene må være i henhold til dokumentert typeprøving med riktig type underlag, festemiddel og takbelegg. Dimensjonerende kapasitet er for eksempel gitt i NBI Teknisk Godkjenning, se pkt. 16.

Byggherrer bør forlange dokumentasjon på at dimensjoneringen er riktig utført.

Ved omteking bør det utføres uttreksprøver med det valgte festemidlet på det aktuelle taket som grunnlag for å beregne dimensjonerende kapasitet for uttrekk av underlaget.

Ved prøving i felt eller laboratorium kan dimensjonerende kapasitet beregnes på følgende måte:

Feste i underlaget:

a. På basis av prøving med statisk belastning:

I laboratorium:

- plugg og skruer  $X_d = 0,7 \cdot 0,9 (X_m - k \cdot s)$
- spiker og kramper  $X_d = 0,5 \cdot X_m$

Ved uttreksprøving på det enkelte bygget:

- plugg og skruer  $X_d = 0,8 \cdot 0,9 (X_m - k \cdot s)$
- spiker og kramper  $X_d = 0,7 \cdot X_m$

hvor:

- $X_d$  er dimensjonerende kapasitet (N)
- $X_m$  er middelerdi av kapasitet ved prøving (N)
- $k$  er faktor for antall prøver som vist i tabell 84
- $s$  er standardavvik

b. På basis av prøving med vekslende last i henhold til metode NT-BUILD 306 Roof coverings: Strength of mechanical fasteners

- plugg og skruer  $X_d = 0,9 (X_m - k \cdot s)$
- spiker og kramper  $X_d = 0,7 \cdot X_m$

Feste i tekning og isolasjon:

a. Statisk belastning i henhold til metode NBI 163/98 Roof coverings: Fastener strength in membrane for pappspiker og kramper:  $X_d = 0,5 \cdot X_m$

b. Vekslende last i henhold til metode NT Build 307 Takteknings styrke mot vindlast:  $X_d = 0,7 \cdot X_m$

Tabell 84

Faktor,  $k$ , for antall prøvingsverdier,  $n$

$n$	5	6	7	8	9	10
$k$	1,96	1,85	1,79	1,74	1,70	1,67

### 85 Eksempel på dimensjonering

Informasjon om bygning og takkonstruksjon er gitt i fig. 85 a.

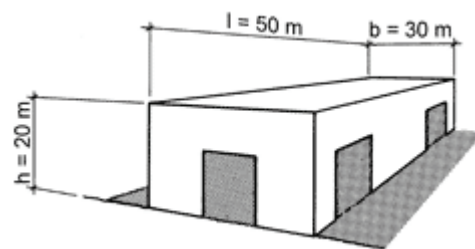


Fig. 85 a

Bygningen har åpninger mot vind, lav gesims og ligger på vindutsatt sted

Takkonstruksjon:

- 0,8 mm stålplater
- 200 mm isolasjon, løst utlagt
- ettlags asfalttakbelegg
- skruer for feste i stålplater
- festebrikke  $\varnothing$  45 mm
- $q_{kast}$  er oppgitt til 1 300 N/m<sup>2</sup>

Dimensjonerende kapasiteter gitt for aktuelle festemidler:

- feste i stålplate, 820 N per stk.
- feste i tekning, 1 000 N per stk.

Feste i stålplater blir dimensjonerende med 820 N per stk. Man beregner dimensjonerende vindlast i henhold til pkt. 82 som vist i fig. 85 b.

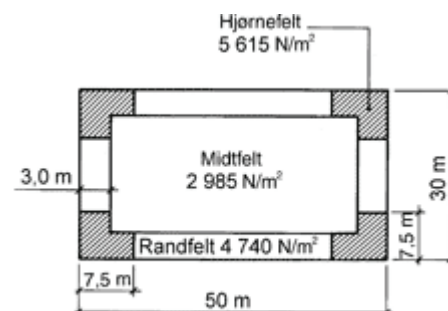


Fig. 85 b

Tak oppdelt i hjørnefelt, randfelt og midtfelt for en høy bygning,  $h \geq b/2$ .



Dimensjonerende vindlast for de enkelte takfeltene:

$$q_d = 1,5 \cdot 0,9 \cdot (f_3 \cdot c_{pe} + f_4 \cdot c_{pi}) \cdot q_{kast}$$

Midtfelt:

$$q_d = 1,5 \cdot 0,9 \cdot (1,0 \cdot 1,0 + 1,0 \cdot 0,7) \cdot 1\,300 = 2\,985 \text{ N/m}^2$$

Randfelt:

$$q_d = 1,5 \cdot 0,9 \cdot (1,0 \cdot 2,0 + 1,0 \cdot 0,7) \cdot 1\,300 = 4\,740 \text{ N/m}^2$$

Hjørnefelt:

$$q_d = 1,5 \cdot 0,9 \cdot (1,0 \cdot 2,5 + 1,0 \cdot 0,7) \cdot 1\,300 = 5\,615 \text{ N/m}^2$$

Antall fester i hvert av takfeltene:

Antall festemidler beregnes ved å dividere dimensjonerende vindlast (eventuelt med fradrag av egenlast) med dimensjonerende kapasitet for feste i underlag eller teknig.

Midtfelt:  $2\,985/820 = 4$  stk. per  $\text{m}^2$

Randfelt:  $4\,740/820 = 6$  stk. per  $\text{m}^2$

Hjørnefelt:  $5\,615/820 = 7$  stk. per  $\text{m}^2$

### 86 Beregningsskjema

I tabell 86 er det vist et beregningsskjema for å forenkle og systematisere beregningen av innfestingsbehovet i takets hjørnefelt, randfelt og midtfelt. I dette skjemaet er det forutsatt at vindlasten i form av  $q_{kast}$  på stedet allerede er kjent. Beregningsprogram kan lastes ned fra internett, se [3].

Tabell 86  
Eksempel på beregningsskjema

Beregning av dimensjonerende vindlast	Beregn / fyll ut
Vindkasthastighetstrykk: Oppgitt eller beregnet verdi for vindkasthastighetstrykket på byggestedet	$q_{kast} =$
Virkningsgraden av utvendig last – 0,8 for tett underkonstruksjon: – 1,0 for utett underkonstruksjon:	$f_3 =$
Virkningsgraden av innvendig last – 0,0 for tett underkonstruksjon: – 1,0 for utett underkonstruksjon:	$f_4 =$
Formfaktor for utvendig last – Hjørnefelt: – Randfelt: – Midtfelt:	$c_{oe, 1h} =$ $c_{oe, 1r} =$ $c_{pe, 1m} =$
Formfaktor for innvendig last – 0,2 tett bygning: – 0,7 for bygning med åpninger:	$c_{pi} =$
Dimensjonerende vindlast $q_d$ ( $\text{N/m}^2$ ):  $q_d = 1,5 \cdot 0,9 \cdot q_{kast} \cdot (f_3 \cdot c_{pe, 1} + f_4 \cdot c_{pi})$ Valgt takbelegg: Festemiddel: Kapasitet for feste i tekningen: Kapasitet for feste i underlaget: Laveste verdi av de to blir dimensjonerende kapasitet for innfestingen:	$q_d =$ $\text{N/m}^2$  Navn: Navn: N/feste: N/feste:  $X_d =$ $\text{N/feste}$

Beregning av antall festemidler						
Felt	$q_d$	$X_d$	Antall fester	Antall fester	Radavstand, a	Festeavstand b
benevning	$\text{N/m}^2$	$\text{N/feste}$	per $\text{m}^2$	per felt	m	m
Hjørnefelt						
Randfelt						
Midtfelt						
Totalt antall fester						

Dimensjonerende last per festepunkt,  $Q_d = q_d \cdot a \cdot b$ .

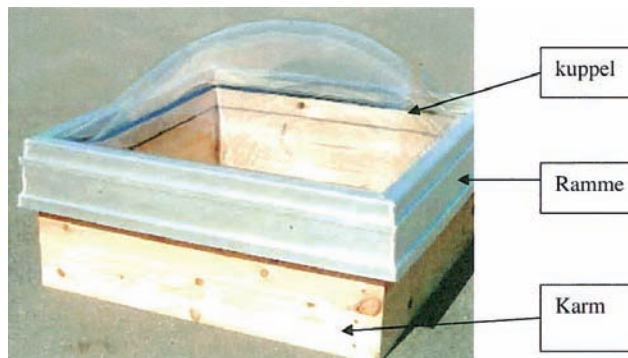


## Del 3: Overlyselementer av plast

### Temaveileder

### Flate tak

Del 3 behandler overlyselementer av plast. Den beskriver forskjellige typer og løsninger, og gir råd for prosjektering. Plane elementer som inngår i store overlyskonstruksjoner som hovedsakelig bygges i glass, eksempelvis glassgårder og glassgater, er ikke behandlet.



## 1 Bakgrunn

### 11 Definisjon

Et overlyselement er et transparent bygningselement som er montert på et flatt (eller tilnærmet flatt) tak i den hensikt å slippe inn dagslys.

Takvinduer i skrå takflater regnes ikke som overlyselementer, da både anvendelsesområde og innbyggingsforhold er forskjellig.

### 12 Krav til dagslys

TEK krever at rom for varig opphold skal ha tilfredsstillende tilgang på dagslys, se pkt. 32. Arbeidsmiljøloven stiller også krav til dagslys.

### 13 Hensikt med overlys

Dagslyset bør være vår primære lyskilde. Elektrisk belysning bør bare være tilleggsbelysning når dagslyset ikke er tilstrekkelig. I tillegg til å gi dagslys, kan et overlyselement tjene som ventilasjonsåpning, røykluke for brannventilasjon, eller atkomst til taket.

### 14 Bruksområder

Overlys er særlig aktuelt i rom hvor vinduer i yttervegg ikke gir tilfredsstillende dagslys, og i store lokaler hvor overlys kombinert med brannventilasjon gir mulighet for større useksjonerte arealer. Overlyselementer brukes først og fremst på flate tak, mens takvinduer som regel blir foretrukket i skrå takflater, og da i de lavere deler av takflaten av hensyn til

omgivelsene.

Overlys kan også brukes i kombinasjon med lyssjakt. En lyssjakt kan for eksempel gå gjennom loftet og opp til taket hvor overlyselementet er montert. Sjaktens utforming påvirker effekten og spredningen av lyset i rommet. Det anbefales ikke å erstatte vinduer i yttervegg med overlyselementer, men la overlyset heller være et tilskudd ved behov.

## 2 Materialer og utforming

### 21 Materialer i overlyselementer

211 *Generelt.* Overlyselementer kan framstilles av støpte eller ekstruderte plater av akryl, polykarbonat, og polyvinylklorid.

212 *Akryl (PMMA)* er et termoplastisk materiale. Overlyselementer i akryl leveres som oftest som to- eller trelags elementer. De leveres både i glassklar og opalisert (halvgjennomsiktig) utførelse. Akryl kan formes ved hjelp av varme (80–90 °C) til dobbeltkrumme kupler, til shedlys, pyramideform og rytterform.

213 *Polykarbonat (PC)* brukes til plane eller enkeltkrumme lyspaneler. De settes inn i ekstruderte aluminiumsprofiler og monteres på en profilert trekarm.. Polykarbonatplatene leveres i klar eller opalisert utførelse, og har en overflatebehandling som beskytter mot ultrafiolett stråling fra sola.

214 *Polyvinylklorid (PVC)* brukes mest i lyspaneler. Andre elementer av PVC har samme utseende som akrylelementer, men er ikke særlig utbredt i Norge.

### 22 Eksempler på utforming

Figur 22 a viser eksempler på typer av overlyselementer.

Lyspaneler leveres vanligvis som plane to- eller flerlags elementer til bruk i tak og fasade. Se også Byggedetaljer 544.103.

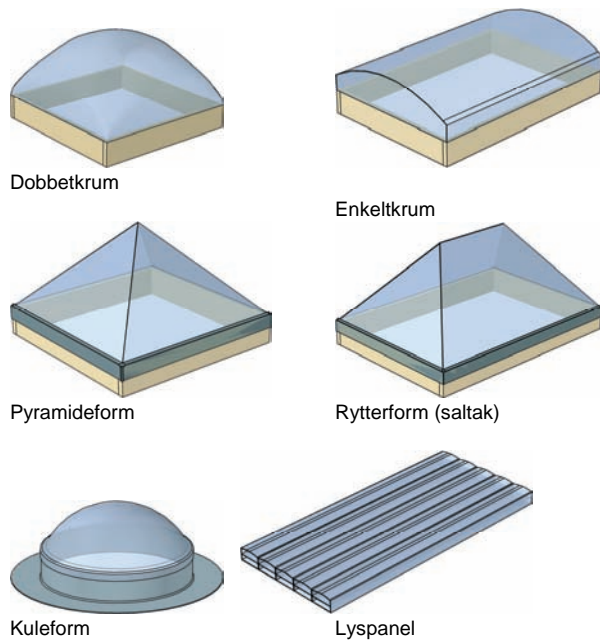


Fig. 22 a  
Eksempler på ulike utforming av overlyselementer

For å forhindre direkte sollysinnstråling kan såkalte shedlys anvendes. Shedlys har en klar skråflate som plasseres mot nord, mens sørsiden og gavlene er avblendet med en spesialmaling/kledning som demper sollysinnstrålingen, se fig. 22 b. Sollysinnstrålingen kan også dempes ved å bruke opaliserte elementer som omtalt i pkt. 212.

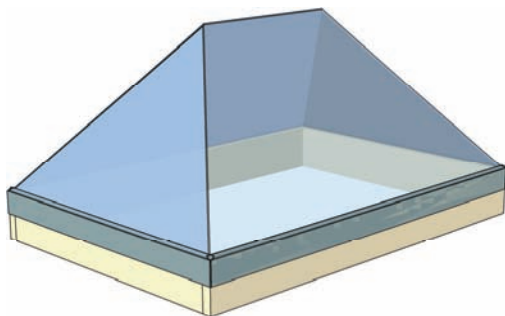


Fig. 22 b  
Shedlys

### 23 Begrensninger i dimensjoner

Elementer med kvadratisk eller rund grunnflate leveres vanligvis med maksimal sidekant eller diameter på 1,50 m, mens rektangulære elementer vanligvis fins i dimensjoner inntil 1,20 m x 2,40 m. De oppgitte dimensjonene gjelder innvendig karmmålt, dvs. lysåpning. For akrylelementer bør imidlertid lengste sidekant begrenses til maks 2,0 m av hensyn til termisk utvidelse, se pkt. 51.

## 3 Lystransmisjon og dagslyssinnfall

### 31 Størrelser og utforming av elementene

Dagslyssinnfallet er avhengig av lysåpningens utforming og plassering, areal, skjerming, rommets høyde og geometri, samt refleksjonsegenskapene til lyssjaktten og de ulike overflatene i rommet. Spesielt viktig er lyssjaktens dybde og refleksjonsegenskaper. For eksempel halveres dagslystilskuddet fra et overlys på 1,0 m<sup>2</sup> med lyse sjaktoverflater hvis høyden på lyssjakten økes fra 0,25 til 1,00 m [10]. Riktig utforming av bygningdetaljer og materialoverflater er avgjørende for om dagslystilgangen i bygningen skal bli god. Samtidig vil det være viktig å kontrollere blending og solvarmetilskudd. For å sikre gode dagslysforhold bør en alltid gjennomføre en detaljert dagslysanalyse ut over overslagsberegningen gitt i pkt. 33.

### 32 Lystransmisjon

Lystransmisjonen er avhengig av materialet og antall lag i elementene. Tabell 32 gir tall for lystransmisjonen til nye elementer. Det må påregnes noe mindre lystransmisjon ved aldring, men det er ikke mulig å angi noen presis reduksjon av lystransmisjonen over tid.

Tabell 32

Lystransmisjon i % av innfallende lys (omtrentlige verdier)

Materiale	Ett lag	To lag	Tre lag
Klar akryl	92	84–85	75–78
Opalisert akryl	78	71–72	63–66
Klar polykarbonat		82	48
Opalisert polykarbonat		54	

I tillegg til å redusere lystransmisjonen og å gi en mer diffus belysning, vil opaliserte utgaver av overlyselementer også redusere varmetilskuddet fra sola. Overlyselementer av akryl eller polykarbonat er beskyttet mot ultrafiolett stråling fra sola.

### 33 Beregning av gjennomsnittlig dagslysfaktor

Veiledningen til TEK oppgir at kravet til dagslys er oppfylt dersom midlere dagslysfaktor er minst 2 %.

Hvis dagslys skal være hovedlyskilden, bør midlere dagslysfaktor være minst 5 %.

Det fins flere dataprogrammer for beregning av dagslys i bygninger. Manuell beregning av dagslysfaktor for vinduer, skråstilte glassfelt og forskjellige typer overlys kan gjøres med dagslysgradskive og tabeller, slik det er beskrevet i [12]. Se også Byggdetaljer 421.626. For overslag kan en ta utgangspunkt i følgende formel:

$$DF_{\text{mid}} = f \cdot \frac{A_{\text{lys}}}{A_{\text{golv}}} \cdot f_{\text{LT}} \quad [\%]$$

Hvor:

- $DF_{\text{mid}}$  er midlere dagslysfaktor
- $f$  er korreksjonsfaktor for retning på lysinnfall, se tabell 32. Korreksjonsfaktoren er 50 i dette tilfellet.
- $A_{\text{lys}}$  er vinduets (overlyselementets) lysareal (m<sup>2</sup>)

- $A_{\text{golv}}$  er golvareal ( $\text{m}^2$ )
- $f_{LT} = LT_{\text{overlys}}/LT_{\text{glass}}$ , hvor  $LT_{\text{overlys}}$  og  $LT_{\text{glass}}$  er lystransmisjon til henholdsvis overlysmaterialet, se pkt. 32, og tolags vanlig glass ( $LT_{\text{glass}} = 0,77$ ).

Tabell 33

Korreksjonsfaktoren, f, for rom med vanlige lyse overflater

	Korreksjonsfaktor, f
Vertikale vinduer	20
Skråttstilte overlys	35
Horisontale overlys	50

Et overlyselement med en kvadratmeter horisontal lysåpning gir altså 2,5 ganger mer lys enn samme areal vertikalt vindu.

## 4 Varmegjennomgang

### 41 U-verdier (varmegjennomgangstall)

I praksis kan man regne med omtrent følgende U-verdier for overlyselementer (karm ikke medregnet):

- Ettlags elementer:  $U = 6,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Tolags elementer:  $U = 2,7\text{--}3,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Trelags elementer:  $U = 1,8\text{--}2,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Varmetapet gjennom karmen må også tas hensyn til. For standard karm vil U-verdien omtrentlig være som følger:

- 44 mm trekarm med to lag papp:  $U = 1,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- 35 mm sandwichkarm av glassfiberarmert polyester med kjerne av polyuretanskum:  $U = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Flerlags lyspanel (5–7 lag) kan oppnå en U-verdi omkring  $1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , men lystransmisjonen reduseres med økende antall lag.

Siden overlys som regel er montert på en karm, vil karm- og karmoverflatene bidra til en økning i varmetapet gjennom overlyskonstruksjonen. Det er derfor viktig å bruke godt isolerte karm.

### 42 Krav til U-verdi

TEKs krav til U-verdi for vinduer, dører og glassarealer gjelder også for overlyselementer. Kravet til det gjennomsnittlige varmegjennomgangstallet for vinduer er fastsatt til  $U \leq 1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , men TEK tillater at dette kan fravikes dersom kompenserende energitiltak gjør at bygningens energibehov ikke økes, se eksempel i pkt. 43. Karm og ramme skal inkluderes ved fastsettelse av U-verdien.

TEKs minstekrav til vinduers gjennomsnittlige varmegjennomgangstall, inkludert karm, er  $U = 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Dette gir mulighet for å anvende overlyselementer med en U-verdi som er høyere enn  $1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , dersom det øvrige vindusarealet har en lavere U-verdi.

Et overlyselement bør ha så lav U-verdi at man unngår kondens ved normal innendørs temperatur og relativ luftfuktighet (RF). Ettlags elementer kan ikke brukes over oppvarmede lokaler på grunn av høy risiko for kondens og høyt varmetap. Bruker man tolags elementer, bør innendørs RF om vinteren ikke over-

stige 35–40 % ved vanlig romtemperatur. Byggedetaljer 471.111 viser hvordan faren for kondens kan vurderes.

U-verdikravene gjelder bare for lokaler hvor varmeisolasjonen har til formål å redusere energibehovet. Dermed kan overlys med  $U \geq 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  eksempelvis være aktuelt for smelteverk, papirfabrikker, fyrhus for fjernvarmeanlegg og andre steder med høyt internt varmetilskudd, samt for skipsverft, fiskeforedlingsbedrifter, slakterilokaler, sagbruks- og høvleribedrifter og diverse lagerhaller (lokaler for fysisk arbeid og tilsiktet innetemperatur under  $15 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

### 43 Eksempel på beregning av varmetap

Dersom overlyselementets U-verdi er større enn  $1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , er det nødvendig med omfordeling for å kompensere for det økte energibehovet. Nødvendig effekt,  $\Delta\Phi$  (W/K), av kompenserende tiltak er:

$$\Delta\Phi = \Phi_{\text{overlys}} - \Phi_{\text{tillatt}} = (U_{\text{overlys}} \cdot A_{\text{lys}} + U_{\text{karm/karm}} \cdot A_{\text{karm/karm}} + \sum(\psi_i \cdot L_i)) - U_{\text{grenseverdi}} \cdot A_{\text{lys}}$$

der:

- $\Phi_{\text{overlys}}$  er varmetapet gjennom hele overlyskonstruksjonen, inkludert tap gjennom ramme og karm (W/K)
- $\Phi_{\text{tillatt}}$  er varmetapet (W/K) begrenset av kravet til U-verdi i TEK, jfr.  $U_{\text{grenseverdi}}$
- $U_{\text{overlys}}$  er U-verdien til overlyselementet gitt av fabrikanten / produktdatablad ( $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ )
- $A_{\text{lys}}$  er lysåpningens areal;  $A = l \cdot b$  ( $\text{m}^2$ )
- $U_{\text{karm}}$  er U-verdien til karm (med fordel bygd som tilstrekkelig isolert yttervegg) ( $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ )
- $A_{\text{karm}}$  er areal for varmegjennomgang gjennom karm, lik synlig karmareal fra utsiden ( $\text{m}^2$ )
- $U_{\text{grenseverdi}}$  er kravet i TEK til U-verdi for vinduer (jfr.  $U \leq 1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , og ikke større enn  $1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ )
- $\psi_i$  er tilleggsvarmetap pga. kuldebroer ved rand- og kantforbindelser ( $\text{W}/(\text{mK})$ )
- $L_i$  er lengde av den enkelte kuldebro (m)
- $\sum(\psi_i \cdot L_i)$  er varmetapet summert for alle kuldebroer

### 44 Ekstra isolerrute

Et alternativ som gir mulighet for å bruke ettlags elementer og/eller uisolerte karm kan være å sette inn en isolerrute i takgjennomføringen, nederst i lysåpningen. Dette betinger at det blir tilstrekkelig lufting i hulrommet mellom isolerruta og overlyselementet. Dersom man bruker en isolerrute med  $U = 1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , er U-verdikravet tilfredsstillt og det kan lufte med god tilgang av uteluft i hulrommet over isolerruta. Det må imidlertid sikres mot at nedbør og partikler driver utenfra og inn i hulrommet. Ulempen med ekstra isolerrute vil være at snøsmeltingen går tregere slik at lysinnfallet blir redusert i perioder etter snøfall.

En løsning med ekstra isolerrute vil imidlertid ikke være aktuell dersom overlyselementet skal ha funksjoner utover det å bidra til dagslysinnefall, jf. pkt. 13. Dette vil i så fall kreve en komplisert mekanisme som muliggjør åpning av både isolerrute og element.



## 5 Termiske egenskaper og brannhensyn

### 51 Termiske egenskaper

Varmebestandighet og termisk utvidelse for de ulike materialene går fram av tabell 51.

Tabell 51

Materialenes temperaturegenskaper

Materiale	Maks temperatur (°C) for formstabilitet	Temperaturutvidelse $10^{-6}$ mm/(mm°C)
Akryl	ca. 100	70
Polykarbonat	ca. 130	70
PVC	ca. 80	80

Akrylmaterialets termiske utvidelse setter grenser for elementenes størrelse. Lengste sidekant bør være maks 2,0 m.

### 52 Hensyn til brannkrav

Et åpningsbart overlyselement kan fungere som røykventilasjon. Røykventilasjon skal redusere spredning av tett røyk i brennende lokaler, samt forhindre at røykgasser varmes opp til overtenningstemperatur.

Et akrylelement må kunne åpnes med en vinkel på over 90 grader for å være en effektiv brannventilasjonsluke. Akryl mykner ved relativt lav temperatur, ca. 90 °C, og antenner ved ca. 280 °C., så dersom åpningvinkelen er mindre enn 90 grader, kan akrylelementer sige ned og hindre fritt avtrekk. Polykarbonat er brannteknisk bedre enn akryl.

Overlyselementer kan iblant utgjøre en spredningsvei for brann gjennom seksjonerende/branncellebegrensende dekker, spesielt hvis overlyset plasseres nær en høyere yttervegg i en inntilliggende del av bygningen. For å unngå fare for brannspredning bør overlyset plasseres minst 8 m fra den tilliggende fasaden, se fig. 52.

Alternativt må overlyselementet være utført i brannklasse EI 30 eller EI 60, og kan da plasseres henholdsvis i området 4–8 m og 0–4 m fra yttervegg. Da må man sannsynligvis bruke flate elementer i brannglass. Det er ikke kjent at brannklassifiserte overlyselementer fins på markedet.

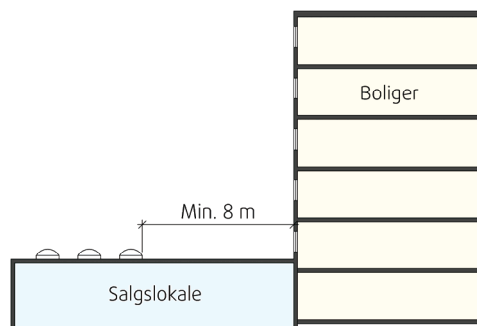


Fig. 52

Eksempel på plassering av overlys

Man må bruke ubrennbar isolasjon i en bredde av 0,6 m fra gjennomføringen eller tilslutningen, se Byggedetaljer 525.207. Dersom det i resten av taket anvendes brennbar isolasjon, skal det foretas brannteknisk til-

dekking med 30 mm steinull. Alternativt kan den branntekniske tildekkingen være betongheller som er lagt tett, eller et 50 mm singelsjikt. Se for øvrig Byggedetaljer 520.339.

## 6 Mekaniske egenskaper

Strekfasthet, bøyestrekfasthet og E-modul er vist i tabell 6.

Tabell 6

Strekkestyrke, bøyestyrke og E-modul (gjelder ved 20 °C)

Materiale	Strekfasthet N/mm <sup>2</sup>	Bøyefasthet N/mm <sup>2</sup>	E-modul (strek) N/mm <sup>2</sup>
PVC	27–62	69–108	1 370–4 100
Polykarbonat	50–75	85	2 100–2 400
Akryl	65–80	120–145	2 700–3 200

Krumme elementer er statisk sterkere enn elementer med plane flater og skarpe hjørner.

Slagfastheten er materialets evne til å motstå slag når materialet treffes av eksempelvis fallende gjenstander. Polykarbonat har større slagfasthet enn akryl. Dermed kan det anbefales å bruke elementer av polykarbonat på tak som kan bli utsatt for belastninger som for eksempel gangtrafikk.

Både akryl og polykarbonat er værbestandige materialer, men polykarbonat tåler ikke konstant høy luftfuktighet like godt som akryl. Merk at alle polymere materialer blir sprø og lite slagfaste ved lave temperaturer.

## 7 Montering og plassering på taket

### 71 Rammer og karm

Overlyselementer i akryl skal alltid monteres på en karm.

Elementer kan ha fast karm eller være åpningsbare (hengslet) med karm og ramme, avhengig av hvilke funksjoner elementet skal ha. Karmen som leveres med elementet er vanligvis utført av trykkimpregnert tre eller som en. For å begrense varmetapet, anbefales imidlertid plassbygde karmen som er isolert tilsvarende yttervegg.

Det fins også overlyselementer uten karm, såkalte flenselementer. De har en flens som klebes eller limes til tekningen, men anbefales ikke i vårt klima. Overlyselementer montert på karmen er normalt en sikrere løsning med mindre fare for lekkasjer.

### 72 Fuktsikring

For å oppnå mest mulig fuktsikre karmen anbefales følgende alternativer:

- Karmen av tre med god dampspærre på innvendig side og kledning på utvendig side med mindre dampmotstand enn dampsperra (dvs. tekning med

folie av PVC).

- Karmer av ikke-råtefarlige eller ikke-fuktømfintlige materialer (sandwichelementer eller tynnplateprofiler og mineralull)

I alle tilfeller bør taktekkingen trekkes godt opp, minst 150–200 mm opp på karmen. Det sikreste er å la luftet beslag eller kledning på utsiden overlape avslutningen av tekkingen.

### 73 Plassering på taket

Overlys er først og fremst aktuelt på flate tak med parapet, hvor de er lite synlige. På flate tak bør overlys plasseres i høybrekk på takflaten.

### 74 Innbruddsbeskyttelse

Av hensyn til sikkerhet mot innbrudd bør man velge elementer med spesielle beslag og festeordninger som vanskelig kan fjernes fra utsiden.

### 75 Innfesting

Karmer for overlyselementer på flate tak bør ha en høyde på minst 200 mm, og helst 300–400 mm over tekningens plan.

Dersom taket er av betong eller stålplater, festes karmen til taket med en korrosjonsbestandig stålvinkele, se fig. 75 a og b. Dersom taket er av tre, eller det ligger en treramme rundt utsparingen, skråspikres karmen eller festes med vinkler fra utsiden og ned i treramma. Figur 75 c viser innfesting i flatt tretak med takbelegg.

På tak med asfalttakbelegg eller folie tekkes karmenes sider. Belegget må festes godt ved overgangen tak/oppkant som vist i fig. 75 a, og øverst på karmen for å hindre avblåsing, folder eller nedsig. For eksempel vil 19 mm kryssfinerplater gi god innfesting. Løsningene som er vist i fig. 75 a–c forutsetter tørre materialer ved inntekking.

Etter at karmen er ferdig inntekket, settes overlyselementet med aluminiumsbeslaget på plass og skrues fast gjennom de forborede hullene.

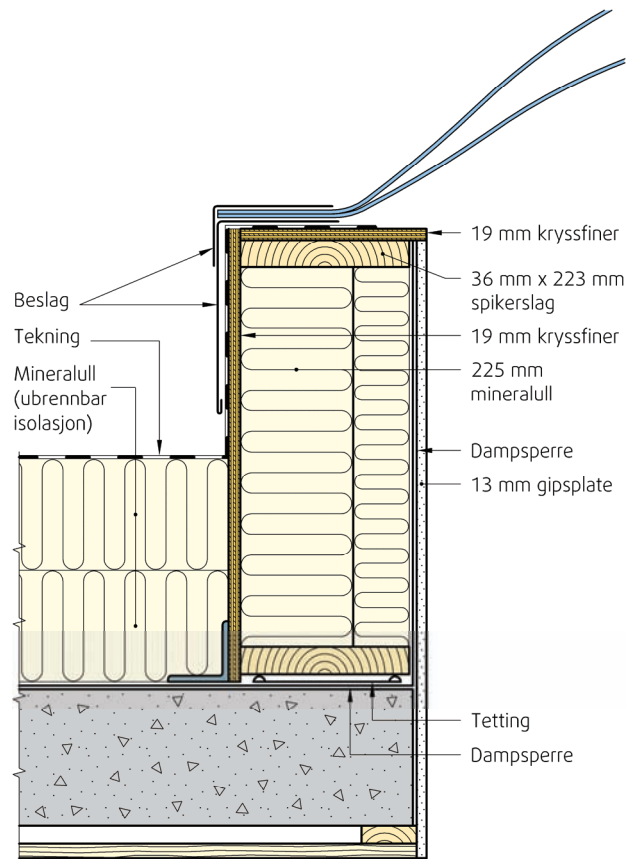
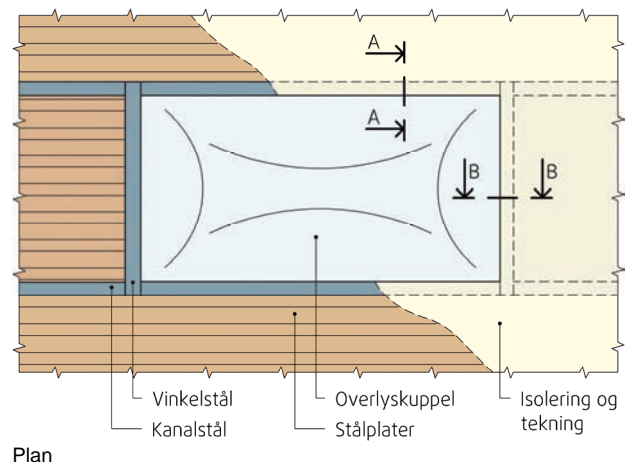


Fig. 75 a

#### Overlyselement på betongtak

Dampsperra på betongens overside kan alternativt trekkes litt opp og klebes eller klemmes mot karmens yterside, i stedet for å føres under karmen og inn på varm side. I tillegg legges dampsperre mot karmens innside. Dette er praktisk enklere å utføre, men det oppnås ikke kontinuerlig dampsperre.

Karmens isolasjonstykkel kan om nødvendig reduseres til 100 mm for å få mer hensiktsmessige dimensjoner, men det betyr at resten av overlyselementet må ha lavere U-verdi.



Plan

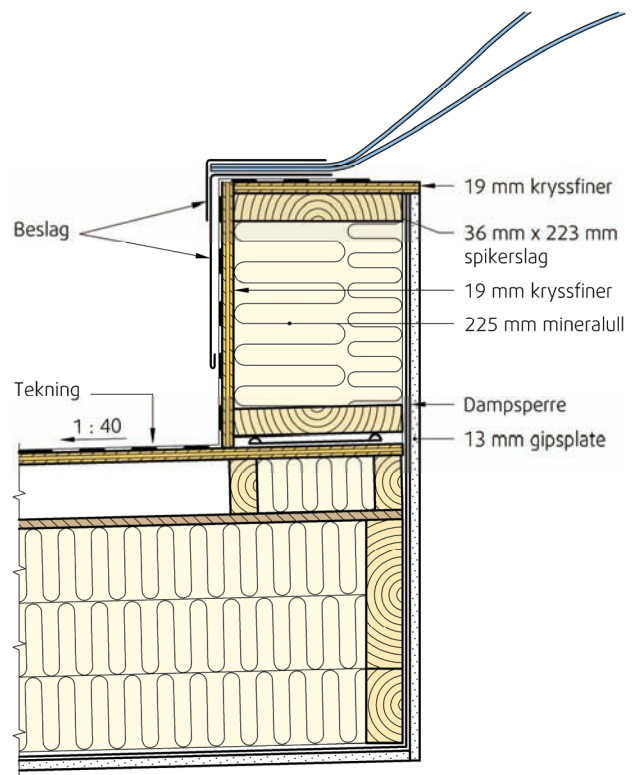
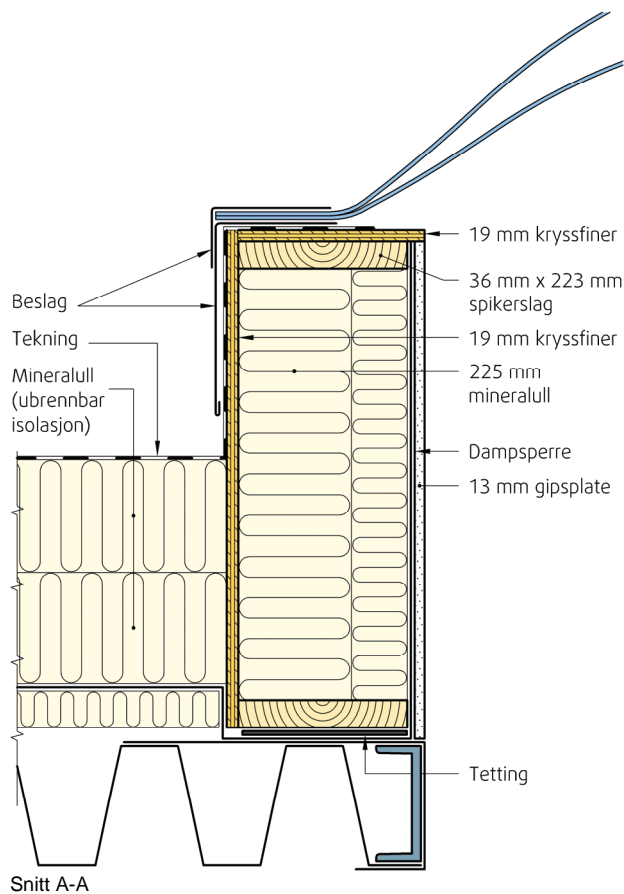


Fig. 75 c  
Overlyselement på tretak

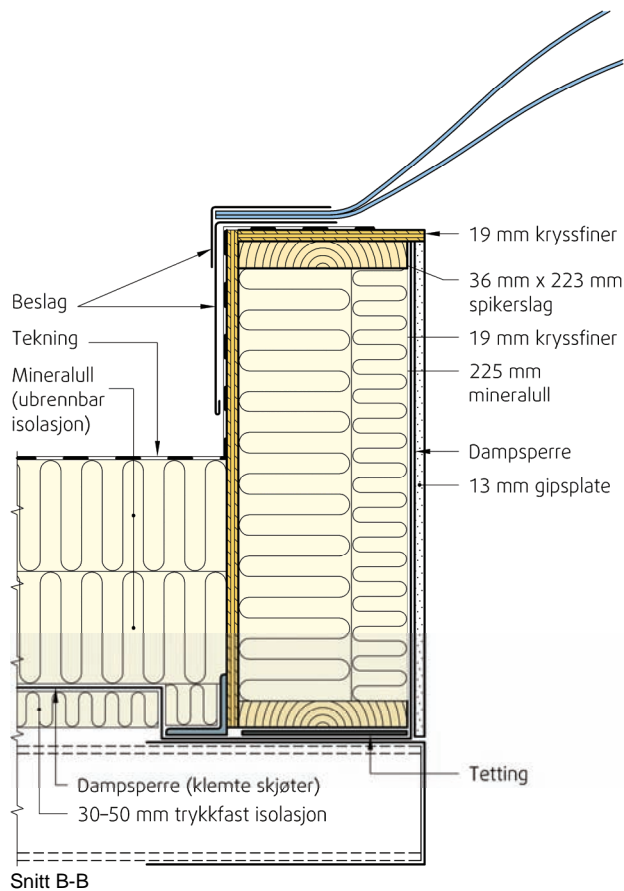


Fig. 75 b  
Overlyselement på stålplatetak (plan og snitt)

## 8 Rengjøring og vedlikehold

Et generelt råd er å følge den aktuelle produsentens anvisninger.

De fleste overlyselementer er beskyttet på den utvendige overflaten av et ikke-nedbrytbart materiale som er vedlikeholdsfritt under normal påvirkning. Urenheter kan vaskes av ved bruk av vanlige rengjøringsmidler tilsatt vann. Anvend om nødvendig en myk børste og etterfølgende skylling med rent vann. Gjenta eventuelt flere ganger. La elementene lufttørke etter vask. Overlyselementer med UV-beskyttelse må ikke rengjøres med oppløsningsmidler, slipende eller polerende midler, eller voksbehandles. Algebelegg på overflaten kan fjernes med algefjerner for deretter å vaskes som beskrevet ovenfor. Vi fraråder å benytte høytrykksspyler ved rengjøring av overlyselementer.

Det bør foretas årlig kontroll av:

- inntekking for å hindre at lekkasjer oppstår
- hengsler til åpningsbare elementer

Se [13] når det gjelder overlyselementer som har funksjon som brann- og røykventilasjon.





## Del 4: Friskluftinntak i ventilasjonsanlegg. Skjerming mot snø- og regninndrev

### Temaveileder Flate tak

Del 4 omhandler hvordan man kan skjerme friskluftinntak i ventilasjonsanlegg mot snø- og regninndrev, slik at fuktskader og helseproblemer kan unngås. Friskluftinntak finnes på taket på mange bygninger for å skaffe tilfredsstillende mengder med friskluft til bygningens indre.

### 1 Innledning

SINTEF Byggforsk har sett flere eksempler på fuktskader forårsaket av regn- og snøinndrev i friskluftinntak. I flere tilfeller trodde man først at årsaken var ukjente og skjulte lekkasjepunkter i selve taket, men hvor det etter videre undersøkelser viste seg å være friskluftinntakene. Beklageligvis observeres det for ofte at inntaksristene i friskluftinntakene har utilstrekkelig eller ingen skjerming mot regn- og snøinndrev.

Her presenteres noen generelle løsningsprinsipp. I tillegg vises det to eksempler hvor snø- og regninndrev gjennom friskluftinntakene har ført til forskjellige fuktskader og problemer.

Arbeidet har vært en del av det europeiske forskningsprogrammer EUR-Active Roofer også støttet av Norges forskningsråd og Takprodusentenes forskningsgruppe.

### 2 Generelle løsningsprinsipper

Det er ofte relativt enkelt å skjerme både nye og eksisterende friskluftinntak mot snø- og regninndrev. Det beste er imidlertid å tenke på dette allerede i planleggingsstadiet. Hvis fukt kommer inn i friskluftinntakene kan det forårsake store bygnings-skader og til og med føre til helseproblemer blant mennesker på grunn av muggsoppvekst.

Følgende prinsipp bør etterleves ved tilordning av et friskluftinntak:

- *Skjerming* – Stoppe så mye som mulig av snø og regn fra å trenge gjennom inntaksristene i friskluftinntaket, f.eks. ved å lage en skjerm hvor luft bare kommer inn oppover fra undersiden og inn i et større volum og dermed med redusert lufthastighet som stopper videre inndrift av snø og regn, se fig. 2.
- *Drenering* – lage et vanntett golv innenfor som samler opp og drenerer vekk vann som kommer inn gjennom inntaksristene.

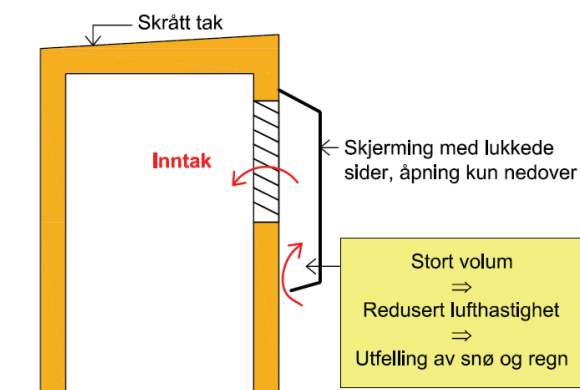


Fig. 2  
Prinsipiell tegning for skjerming av friskluftinntak. Merk at sidene også skal skjermes, dvs. bare friskluftinntak fra under skjermingen og oppover.

### 3 Helseisiko

Fukt som kommer inn i konstruksjonene, og som ikke fanges opp og dreneres ut eller som ikke tørker tilstrekkelig fort opp, kan gi byggskader samt vekst av råte- og muggsopp.

Initiering og vekst av muggsopp er avhengig av følgende faktorer:

- Næring
- Fukt
- Temperatur
- Tid

Hele sammenhengen mellom muggsoppvekst og helseproblemer er ikke ennå fullt ut forstått. At det finnes en helseisiko er det ikke stilt spørsmålsteget ved, og mange mennesker har blitt syke på grunn av inne-stengt fukt og påfølgende muggsoppvekst.

### 4 Eksempel 1 – Stort inntak

En bygning lokalisert på universitetsområdet i Trondheim har to store friskluftinntak og utkast på taket, se fig. 4 a og b.

Bygningen benyttes av universitetsansatte og studenter til kontorer, undervisning og idrettslige treningsfasiliteter.

Inntaksristene er plassert vertikalt på sideveggene i

ventilasjonshusene, mens utkastene er plassert horisontalt på toppen. Friskluftinntakene hadde opprinnelig ingen skjerming ut over det inntaksristene selv kunne gi, og gjennom dem trengte snø og regn inn i bygningen. Inntaksristene som vist i fig. 4 c stopper større partikler, f.eks. løv fra trær, men ikke snø og regn ved alle varierende værforhold.

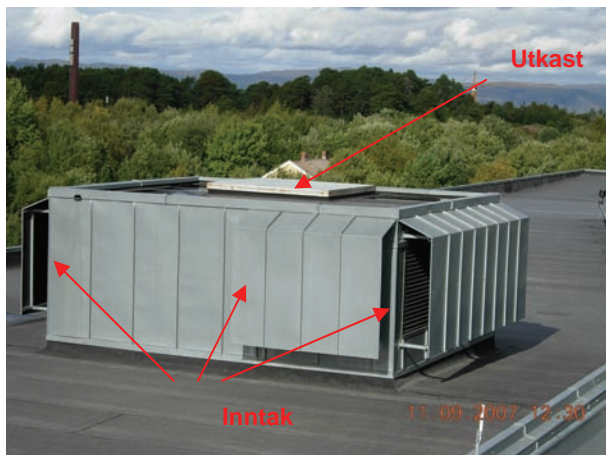


Fig. 4 a  
Skjernet friskluftinntak på taket. Vertikale inntak på sidene og horisontalt utkast på toppen. Foto: SINTEF Byggforsk



Fig. 4 b  
Skjernet friskluftinntak på taket. Vertikale inntak på sidene og horisontalt utkast på toppen. Foto: SINTEF Byggforsk



Fig. 4 c  
Opprinnelig hadde metallristen og blendingen vist i nærbilde her ingen ytterligere skjerming og var derfor ikke i stand til å stoppe snø- og regnindrev ved alle værforhold. Foto: SINTEF Byggforsk

Bygningen opplevde omfattende fuktproblemer og store muggsoppkader. Flere mennesker ble syke og bygningen måtte fraflyttes inntil utbedringsarbeider var utført.

Først trodde man at fukten som kom inn i bygningen stammet fra lekkasjer i taket eller fra innebygget fukt i taket. Denne første antagelsen viste seg å ikke stemme. Årsaken var at fukt hadde kommet inn gjennom ristene i friskluftinntakene.

Luftinntakene ble i ettertid skjermet som vist i fig. 4 a og b. Skjermingen har etter det fungert tilfredsstillende da det ikke har vært flere observasjoner av fukt eller problemer med vekst av muggsopp.

SINTEF Byggforsk anbefaler imidlertid å skjerme også de åpne sidene, dvs. friskluftinntak bare fra under skjermingen og oppover. Med utforming som vist på fig. 4 a og b kan snø og regn fortsatt passere inn fra siden og gjennom inntaksristene hvis vindretningen er ugunstig.

## 5 Eksempel 2 – Lite inntak

Et kombinert forretnings- og leilighetsbygg i Sør-Trøndelag opplevde vannlekkasjeproblemer fra taket. SINTEF Byggforsk deltok på en befaring og foretok en del undersøkelser som viste at noe av lekkasjevannet var forårsaket av snø- og vannindrev inn i friskluftinntakene.

Et av friskluftinntakene (for to leiligheter) er vist i fig. 5 a. Friskluftinntaket var ikke skjermet. Ved åpning av et av friskluftinntakene ble det funnet at selv om en dampspærre var blitt brukt, så var ikke løsningen vanntett på grunn av et gjennomføringsrør som perforerte dampspærren, dvs. at vann som kom inn gjennom inntaksristene kunne renne ned og inn i bygningen, se fig. 5 b.



Fig. 5 a  
Et av friskluftinntakene (for to leiligheter) uten skjerming mot regn- og snøindrev. Foto: SINTEF Byggforsk



Fig. 5 b  
Ved åpning av et av friskluftinntakene ble det funnet at selv om en dampsperre var benyttet, var ikke løsningen vanntett. En gjennomføring perforerte dampsperran, slik at vann som kom inn gjennom inntaksristene kom videre inn i konstruksjonene og inn i bygningen. Foto: SINTEF Byggforsk

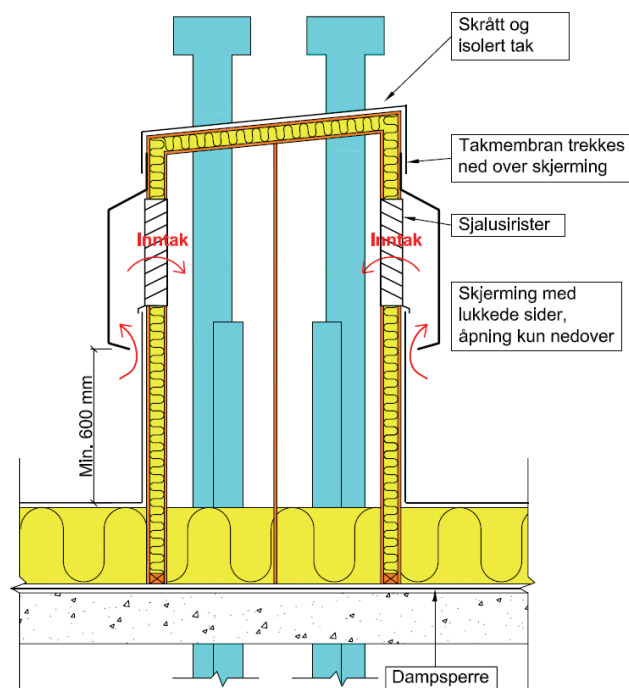
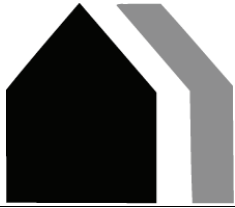


Fig. 5 c  
Prinsipiell tegning som viser eksempel på skjerming av et friskluftinntak til to leiligheter i et boligkompleks. Merk at sidene ved innløpsristene også skal skjermes, dvs. bare friskluftinntak fra undersiden og oppover.

I tillegg til å sikre vanntette gjennomføringer, anbefales det derfor å skjerme friskluftinntakene. En prinsipiell tegning som viser anbefalt skjerming er vist i fig. 5 c.

Merk at også sidene skal skjermes, dvs. bare friskluftinntak fra undersiden av skjermingen og oppover. Innenfor innløpsåpningen bør det være et kammer så stort at strømningshastigheten avtar slik at regndråper og snøkorn kan felles ut. Det må sikres at friskluftinntakene ikke kan blokkeres av snøakkumulering, dvs. at avstanden mellom åpningen i skjermingen og taket må være stor nok og minimum 600 mm.



## Del 5: Friksjon mellom snø på tak og forskjellige typer taktekninger

### Temaveileder

### Flate tak

Del 5 behandler måling av friksjon mellom snø på tak og taktekninger av forskjellig type og ruhet. Kompakte flate tak skal ikke være horisontale, men ha fall minimum 1:40. Kompakte tak benyttes i mange tilfeller opp til takvinkler så store at snøras kan skje. Det er derfor interessant og nødvendig å kunne anslå ved hvilke takvinkler snøen begynner å gli på tak med forskjellige typer taktekninger.



### 1 Innledning

Det er utviklet en metode for måling av friksjon mellom snø og forskjellige typer taktekninger. På grunnlag av prøvingen med metoden kan det avklares om snøen vil bli liggende på taket eller om den vil gli av. Når må det monteres snøfangerne og hvilke krefter må snøfangerene ta opp.

### 2 Metodikk for måling av snøfriksjon

To metoder for å måle friksjonskoeffisienten mellom snø og taktekkning, samt forskjellige takinstallasjoner, er beskrevet i SINTEF Metode 169, "Måling av friksjon mellom snø og taktekkning". Både statiske (start, hvile) og dynamiske (gli, bevegelses, kinetiske) friksjonskoeffisienter er behandlet, henholdsvis i Metode A, "Bestemmelse av friksjonskoeffisient mellom snø og taktekkning ved horisontal trekkraft metoden" og Metode B, "Bestemmelse av friksjonskoeffisient mellom snø og taktekkning ved skråplan slipp metoden".

*Metode A* gir statisk og dynamisk friksjonskoeffisient mellom taktekkningen og pakket snø, samt mellom taktekkningen og pakket snø med underside av is. Denne metoden egner seg for taktekninger med ru overflater.

*Metode B* gir statisk friksjonskoeffisient mellom taktekkningen og pakket snø, samt mellom taktekkningen og pakket snø med underside av is. Denne metoden egner seg for taktekninger med ru og glatte overflater. Metoden er ikke velegnet for slippvinkler mellom  $0.1^\circ$  og  $1.0^\circ$  (friksjonskoeffisienter mellom 0.002 og 0.02),

og kan ikke benyttes for slippvinkler under  $0.1^\circ$ .

Merk at metodene er relativt nye og er fortsatt i utprøvningsfasen. De anbefales derfor foreløpig bare brukt til orienterende forsøk. Friksjonskoeffisienter funnet ved forsøkene bør derfor ikke ukritisk overføres til praktiske forhold.

For *Metode A* friksjonskoeffisienten  $\mu$  for takbelegget er gitt ved følgende likning (fig.1):

$$\mu = R/N = F/G = F/(mg) = a/g = v^2 / (2gx) = 2x / (gt^2)$$

hvor

- R er friksjonskraft parallelt med prøvens overflate
- N er normalkraft på prøvens overflate
- F er trekkraft parallelt med prøvens overflate
- $G = mg$ , er tyngdekraft
- m er massen til prøven
- $g = 9.81 \text{ m/s}^2$  er tyngdeakselerasjonen
- a er akselerasjonen til prøven
- x er distansen prøven beveger seg i løpet av tiden t
- v er hastigheten til prøven etter tiden t
- t er tiden

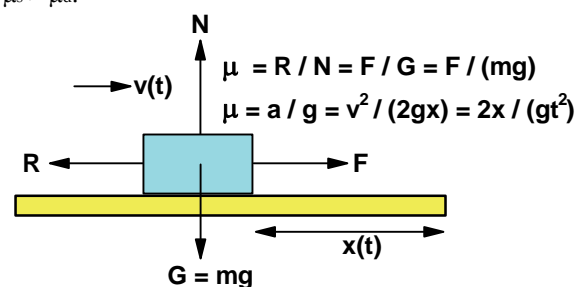
For *Metode B* friksjonskoeffisienten  $\mu$  for takbelegget er gitt ved følgende likning (fig.1):

$$\mu = R / N = \tan \theta$$

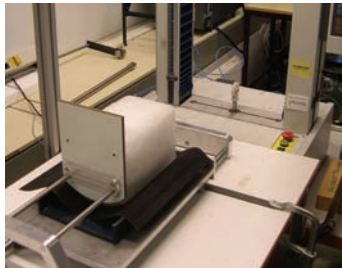
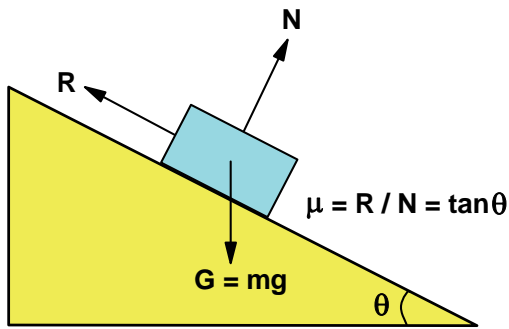
hvor:

- R er friksjonskraft parallelt med prøvens overflate
- N er normalkraft på prøvens overflate
- $\theta$  er slippvinkel som tilsvarer helningsvinkel mellom horisontalplan og skråplan når snøprøven begynner å slippe (skli nedover) skråplanet

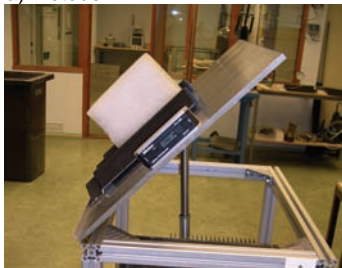
Statisk og dynamisk friksjonskoeffisient benevnes henholdsvis  $\mu_s$  og  $\mu_d$ , hvor det generelt gjelder at  $\mu_s > \mu_d$ .







a) Metode A



b) Metode B

Figur 1 a og b  
Bestemmelse av friksjonskoeffisient mellom snø og taktekking ved Metode A, horisontal trekkraft metoden, og Metode B, skråplan slipp metoden.

Prinsippet for Metode A er at man måler hvor stor kraft som skal til for å dra en snøprøve bortover en horisontal taktekking, samt hvilken tyngde snøprøven utøver normalt på taktekkingen. Friksjonskoeffisienten  $\mu$  finnes for hver enkeltmåling ved å dividere trekkraften  $F$  på tyngden  $G = mg$  av snøprøven ( $\mu = F/G$ ). Statisk friksjonskoeffisient  $\mu_s$  beregnes av maksimal trekkraft som registreres før snøprøven begynner å gli. Dynamisk friksjonskoeffisient  $\mu_d$  beregnes av middelverdien av trekkraften over en gitt glide-lengde.

Prinsippet for Metode B er at man måler hvor stor helningsvinkel mellom horisontal- og skråplanet som skal til for at en snøprøve slipper fra underlaget. Friksjonskoeffisienten  $\mu$  finnes for hver enkeltmåling ved å ta tangens til slippvinkelen  $\theta$  ( $\mu = \tan \theta$ ). Dette er den statiske friksjonskoeffisienten  $\mu_s$ .

Nærmere detaljer, supplert med bilder, er gitt i metoden (SINTEF Metode 169).

### 3 Klassifisering av taktekninger samt anbefalte friksjonsfaktorer

I tabell 1 er det vist et eksempel på hvordan en kan klassifisere takteknig og materialoverflater med tanke på deres målte slippvinkel og snøfriksjonskoeffisient. De røde eksempelverdiene i tabellen indikerer at de målte verdiene ikke oppfyller de anbefalte verdiene.

Tabell 1  
Klassifisering av taktekninger og materialoverflater på basis av anbefalte slippvinkler  $\theta$  og snøfriksjonskoeffisienter  $\mu$ .

Slippvinkel for snø og is $\theta$ for noen taktekninger og takinstallasjoner				
$\theta$	Type takteknig og materialoverflate	Anbefalt slippvinkel $\theta_{rec}$	Anbefalt friksjonskoeffisient $\mu_{rec}$	Ønskelig å beholde snøen på taket ?
Svært liten	Glass Takvindu Solpanel Solcellepanel BIPVs	$\leq 3^\circ$	$\leq 0.05$	nei – vanligvis ønskelig at snøen glir av, men sikkerhet mot nedfall må taes vare på . Der det likevel er viktig at snø blir liggende må snøfangere vurderes
Liten	Stålplater Tegltakstein Skifertakstein	$\geq 15^\circ$	$\geq 0.3$	ja - bruk av snøfangere må vurderes
Moderat	Ru betongtakstein Takshingel Bestrødd asfalttakbelegg	$\geq 25^\circ$	$\geq 0.5$	ja - bruk av snøfangere må vurderes

Merknad 1: Verdiene i tabellen er anbefalte verdier på grunnlag av et begrenset antall målinger samt erfaringer fra felt.  
Merknad 2: Se også SINTEF Byggforskserien Byggdetaljer 525.931 Snøfangere.





## Del 6: Sikringsutstyr for arbeid på tilnærmet flate tak og terrasser

### Temaveileder Flate tak

Del 6 behandler sikringsutstyr for arbeid på tilnærmet flate tak og terrasser. Både midlertidig utstyr beregnet for bygg under oppføring og større vedlikeholdsarbeid, og permanent utstyr som er fastmontert på taket, er behandlet.

Det gis en oversikt over kravene til sikringsutstyr og angir hvilke tiltak som er påkrevd i henhold til gjeldende offentlige bestemmelser. Eksempler på feste- og tettedetaljer og på utforming av dokumentert sikringsutstyr som er på markedet, er vist. For detaljopplysninger, se Arbeidstilsynets forskrifter m.m. i referanselista.

### Bakgrunn

#### Eksisterende utstyr

Arbeidstilsynets forskrifter fra 1989 har ikke tilbakevirkende kraft. Eldre utstyr kan imidlertid være så uegnet utformet og/eller gi så dårlig feste eller være så svekket av korrosjon, at det må byttes ut med nytt, dokumentert utstyr.

#### Skadeerfaringer

Fallulykker ved arbeid i høyden dominerer skadestatistikken i bygge- og anleggsvirksomheten. Årsakene til ulykkene kan være manglende sikringstiltak, mangler ved eller skader på benyttet materiell, eller feil bruk. Eksempler på årsaker til skader er:

- mangelfullt rekkverk
- manglende kantmarkering på flate tak
- usikrede åpninger i tak
- manglende skjermer over innganger og på fasaden under der det foregår arbeid på taket
- atkomststiger som glir eller tipper
- for dårlig forankring av sikringsutstyr, for eksempel festepunkt for sikkerhetsline
- brudd i uegnet festepunkt for sikringsutstyr
- materialsvikt på grunn av korrosjon
- forankringssvikt for skruer e.l. på grunn av råte, for kort forankringslengde o.l.

### 1 Offentlige bestemmelser

#### 11 Plan- og bygningsloven

Plan- og bygningsloven gir et alminnelig påbud om å sørge for beskyttelsestiltak mot skade på liv og helse. Påbudet gjelder generelt, uansett om personene som skal sikres er arbeidstakere eller ikke.

#### 12 Direktoratet for arbeidstilsynet

121 *Forskrifter.* Arbeidstilsynets forskrifter, se referanser, omfatter arbeidstakere spesielt, og er mer detaljerte enn plan- og bygningsloven. Sikringstiltakene må planlegges slik at oppsetting og bruk av utstyr blir i samsvar med forskriftene. Arbeidstilsynet kan i spesielle tilfeller gi dispensasjon fra forskriftene.

I praksis gjelder bestemmelsene alle bygg hvor arbeidstakere arbeider på tak, og omfatter også feierarbeid, snørydding, blikkenslagerarbeid mv. I forskrift om stillaser, stiger og arbeid på tak m.m. heter det at "Når det arbeides på tak eller andre konstruksjoner der det er fare for fall, skal arbeidsstedet sikres". Overtrødelse av forskriftene er straffbart.

122 *Produktdokumentasjon.* Konstruksjoner på tak, atkomststige, rekkverk o.l. som blir produsert for salg i et antall større enn ti, skal ha dokumenterte produkt-egenskaper. Prøving av utstyret kan foretas ved SINTEF Byggforsk eller ved annen institusjon. Det er ikke tillatt å selge utstyr som ikke oppfyller kravene.

123 *Merking.* Produkter skal være varig og synlig merket, slik at det kan spores tilbake til produsent, eventuelt også produksjonsår. Produsentens navn / varemerke og identifikasjonsmerke skal gå fram i form av skilt, pregning e.l. som er motstandsdyktig mot utendørs påvirkning og slitasje.

- 124 *Monteringsanvisning.* Med sikringsutstyret skal det følge en lett forståelig monteringsanvisning på norsk som inneholder illustrasjoner. Anvisningen skal være tilgjengelig for montøren.

## 2 Krav til midlertidig utstyr

### 21 Generelt

Midlertidig utstyr for bygg under oppførelse eller vedlikehold monteres tidligst mulig i byggefasen og demonteres så sent som mulig før ferdigstillelse. Krav om sikringstiltak fra Arbeidstilsynet gjelder hvis høyden er større enn 2 m ned til neste dekke eller underlaget. Åpninger skal være forsvarlig tildekket eller sikret med rekkverk. Krav om rekkverk gjelder også brystninger som er lavere enn 1 m, se pkt. 23.

Sikringsutstyr er vanligvis beregnet for gjenbruk. Slikt utstyr skal ha produktdokumentasjon, jf. pkt. 122. Alternativt kan utstyret bygges opp fra grunnen av på byggeplass, og skal da tilfredsstillende de samme kravene til egenskaper og utforming som ferdigprodusert utstyr, men er ikke underlagt krav om produktdokumentasjon.

### 22 Rekkverk

- 221 *Krav.* Her omtales krav til rekkverk for flate og tilnærmet flate tak. Kravene gjelder også rekkverk ved stillasavslutning mot tak. Man skal være klar over at rekkverk ved takfoten på skråtak skal være mer solid enn vanlig rekkverk da det skal tåle at en person på taket faller, sklir og treffer det.
- 222 *Utforming.* Rekkverk skal bestå av håndlist, knelist og fotlist, se fig. 222. Der fotlist ikke er tilstrekkelig for å hindre gjenstander fra å falle ned, skal rekkverket dekket med nett, tett kledning e.l., eller det skal settes opp skjermer.

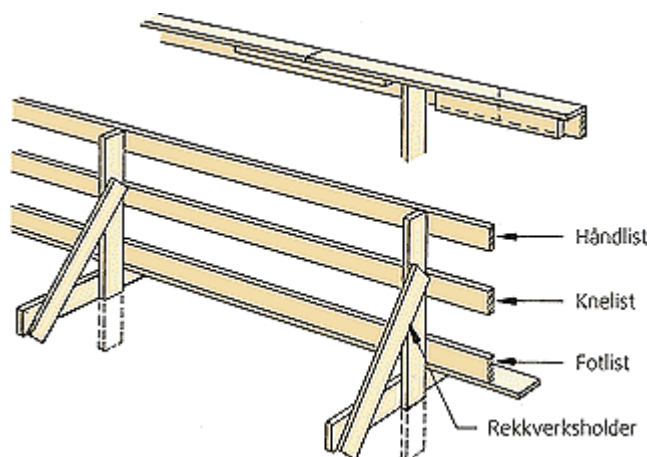


Fig. 222  
Rekkverkets bestanddeler

- 223 *Høyde.* Håndlist skal ha overkant  $1,0 \text{ m} \pm 0,1 \text{ m}$  over taknivå. Fotlisten skal være minst 0,15 m høy og ligge an mot taket. I enkelte tilfeller kreves det høyere rekkverk, f.eks. ved stillasavslutning mot tak og ved innhengte gangbaner. Slike rekkverk bør sikres med nett,

tett kledning e.l.

- 224 *Styrke.* Rekkverk skal tåle følgende brukslaster og maksimale deformasjoner:
- punktlast 0,3 kN i ugunstigste retning, maks 35 mm elastisk deformasjon
  - punktlast 1,25 kN i ugunstigste retning, maks 200 mm varig deformasjon

Kravene gjelder både selve rekkverksholderen og det mellomliggende rekkverket. Utformingen, materialkvaliteten og skjøteløsningene til rekkverket avgjør avstanden mellom rekkverksholderne.

- 225 *Feste.* Rekkverk bør festes til bærekonstruksjonen. Der slikt feste ikke er mulig og man må feste til sekundærkonstruksjonen, må aktuelle deler av sekundærkonstruksjonen forsterkes og festes slik at lastene føres til bærekonstruksjonen. Franske treskruer er ikke tillatt.

### 23 Flate tak

- 231 *Markering og sikring av kant.* Når arbeid på flate tak er kortvarig og det ikke er glatt, kreves det ikke rekkverk. Da er det tilstrekkelig med en markering, se fig. 231 a. Markeringen kan være tau, plank e.l. plassert minst 1 m fra kantene. Den skal være så høy at en ikke kan snuble i den og så robust at den klart hindrer en i å komme nær kanten utilsiktet. Markeringen må tåle moderate vindlaster.

Ved omtakkingsarbeider på flate tak kan man bruke et sikkerhetsrekkverk som vist i fig. 231 b. Rekkverket består av en grind festet til takliggere som boltes fast, forankres med vaier eller fastholdes med ballast. Takliggeren har ballastplate med rem for fastspenning av ballast (minst 60 kg).

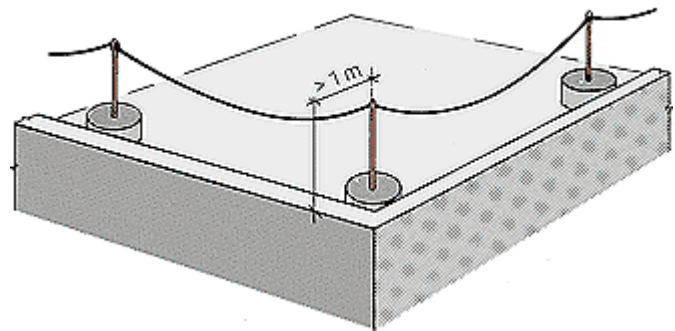


Fig. 231 a  
Markering av kant på flate tak

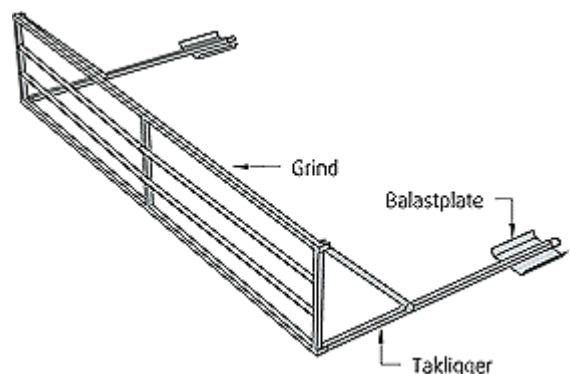


Fig. 231 b  
Rekkverk for arbeid på flate tak



- 232 *Sikring av brystning.* Brystninger lavere enn 1 m skal sikres med rekkverk dersom det ikke er stillas utenfor og høyden til neste dekke eller underlaget er større enn 2 m. En akseptabel sikring er vist i fig. 232.

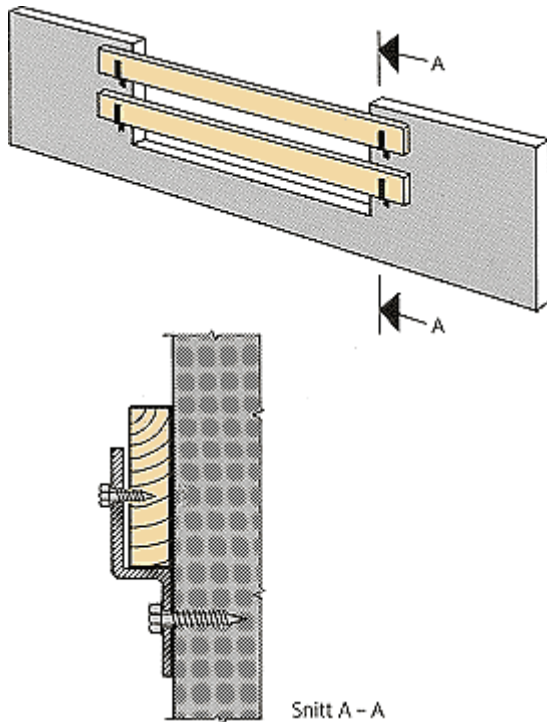


Fig. 232  
Sikring av lave brystninger

- 233 *Åpninger* skal være forsvarlig tildekket eller sikret med rekkverk, se fig. 233.

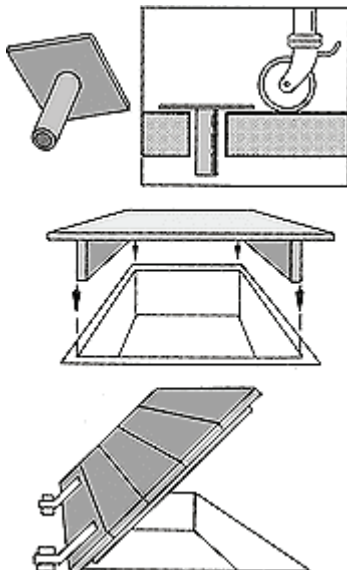


Fig. 233  
Eksempler på sikring av åpninger

## 24 Sikkerhetsnett

I enkelte tilfeller er det aktuelt med sikkerhetsnett montert under arbeidsstedet. Slikt nett er aktuelt ved montering av store, åpne takkonstruksjoner, bjelker o.l. hvor rekkverk og gangbaner ikke kan benyttes, se fig. 24. Dersom sikring med nett ikke er praktisk mulig, skal man benytte personlig verneutstyr, se pkt. 25.

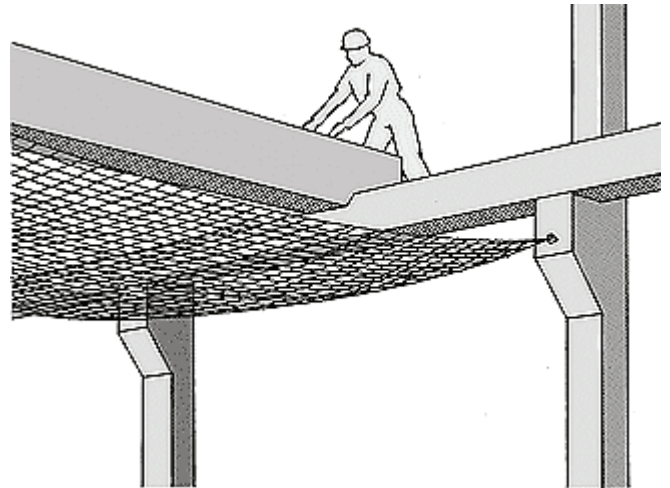


Fig. 24  
Sikkerhetsnett

## 25 Personlig verneutstyr

Der annet sikringsutstyr ikke lar seg bruke eller ikke gir tilstrekkelig sikkerhet, benyttes personlig verneutstyr. Utstyret kan være sikkerhetssele med line, se fig. 25. Linen må festes forsvarlig. Man må forsikre seg om at konstruksjonene som er brukt til festet er sterke nok. Linen skal gå minst mulig på skrå. Derfor vil det ofte være nødvendig med flere fester, se pkt. 33.

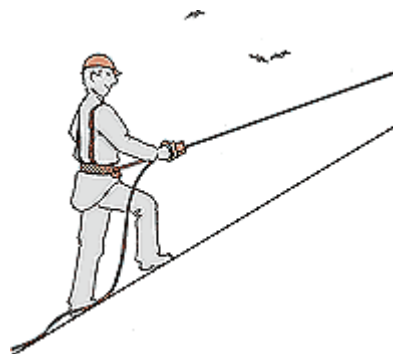


Fig. 26  
Sikkerhetssele med line

## 26 Skjermer

Over innganger og andre steder hvor arbeidstakere eller andre regelmessig oppholder seg, skal det settes opp skjermer, se fig. 26.

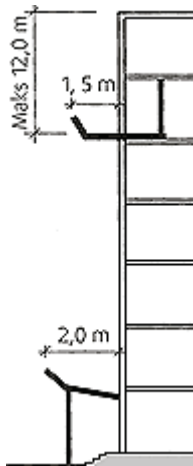


Fig. 26  
Skjermer på fasaden over inngang til bygning

## 27 Stiger

Forskriftene fra Arbeidstilsynet krever at stiger som selges for bruk av arbeidstakere, skal være utformet etter NS-INSTA 650. Med stiger menes her anliggende stiger, det vil si stiger som ligger an mot tak/vegg. Følgende krav gjelder:

- Stiger skal fortrinnsvis brukes til atkomst, og om nødvendig til kortvarig arbeid eller der risikoen er liten.
- Stiger skal oppstilles slik at de er stødige under bruk, og brukes slik at arbeidstakerne hele tiden har et sikkert grep og står støtt. Bærbare stiger skal hvile på et stabilt, bæredyktig og fast underlag i egnet størrelse slik at trinnene forblir vannrette.
- Stiger skal så langt det er praktisk mulig festes i toppen eller sikres på annen måte med for eksempel støttebein, stigefot, ispigg, forlengelsesbein eller støtteskinne med hjul mot vegg. Anliggende stiger som er lengre enn 5 m, skal alltid sikres før bruk. Stige skal sikres mot utglidning og velting sidelengs eller bakover.
- Stiger som brukes til atkomst til tak eller avsats, skal rage minst 1 m over nedre kant av taket.
- Stiger og skyvestiger som er satt sammen av flere deler, skal brukes slik at de ulike delene ikke kan forskyves i forhold til hverandre. Mobile stiger skal sikres før de tas i bruk.

## 3 Krav til permanent utstyr

### 31 Generelt

Permanent utstyr omfatter utstyr som står ferdig montert på taket, og utstyr som står nedslått på taket og kun skal vippes opp ved bruk.

### 32 Atkomst

321 Stiger som anskaffes for bruk av arbeidstakere, skal være i henhold til NS-INSTA 650, se pkt. 28. En huseier som gjør vedlikehold e.l. på eget hus, regnes ikke som arbeidstaker.

En rekke kvaliteter av stiger fins på markedet. Noen selges som "villastiger" og er ikke godkjent som arbeidsstiger. For eksempel kan feieren nekte å feie pga. for dårlig stige. Vi anbefaler alle å anskaffe en "arbeidsstige". Husk at det i praksis er huseieren som får de største fordelene av en skikkelig stige.

322 Dør, luke og stillas er tilfredsstillende atkomst til tak.

323 Fasadestige kan benyttes som atkomst, se fig. 323. Ved høyde over 3,5 m skal stigen ha ryggbøyle fra 2,5 m og helt opp. Et alternativ er å benytte sikring med line festet til glidespor i stigevingen. Fasadestiger skal ha repos for hver sjette meter og stigen skal føres minst 1 m over tak.

Brannredningsstiger godkjennes ikke som fasadestiger.

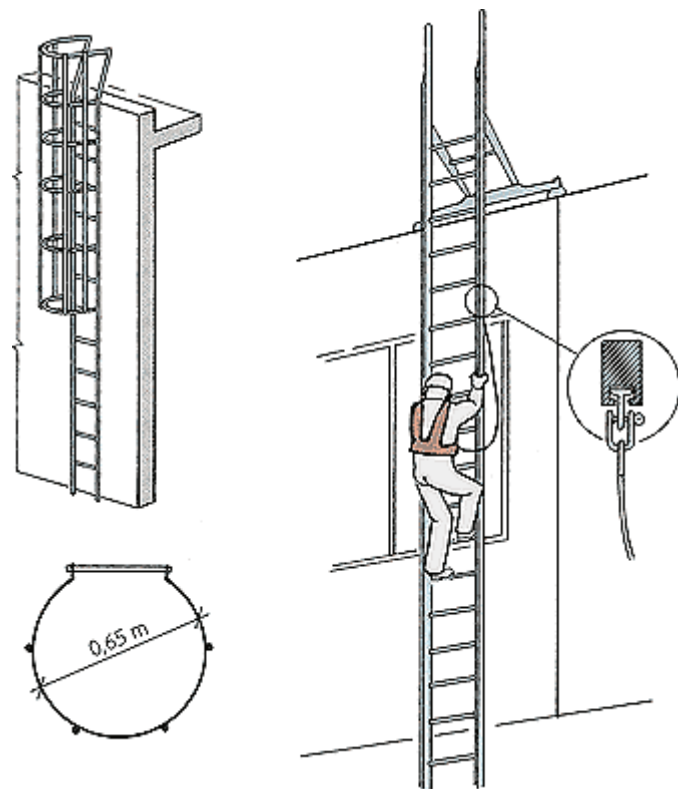


Fig. 323  
Fasadestiger

### 33 Feste for sikkerhetsline

Ved kortvarig arbeid, som rutine- og vedlikeholdsarbeid på tak, og når annet sikringsutstyr ikke gir tilstrekkelig sikkerhet, skal man benytte personlig verneutstyr. Det må da alltid være festepunkter for sikkerhetsline fordelt i hele takets lengde, slik at linen går så lite på skrå som mulig. Festet for sikkerhetsline kan være spesielle dokumenterte festeanordninger, se fig. 33, eller fig. 74 a i del 1, eller annen tilstrekkelig solid konstruksjon. Festepunktene bør plasseres litt inne på taket slik at slakken blir minst mulig. Festet må være i samsvar med monteringsanvisningen.

Det anbefales at fester for personlig sikkerhetsutstyr som vist i fig. 33 blir permanent montert på alle tak. Bruk et fornuftig antall festesokler i forhold til takets størrelse og form, f.eks med ca. 15 m innbyrdes avstand og 1-2 meter inn fra kanten, og trekk en wire mellom festene som sikkerhetssele kan festes til. Før eller senere vil slikt sikkerhetsutstyr komme til nytte f.eks ved vedlikeholdsarbeider på takbelegg eller på teknisk utstyr.



Fig. 33  
Eksempel på festepunkt for sikkerhetsline

#### 4 Montering, festemetoder og tettedetaljer

Både midlertidig og permanent sikringsutstyr skal festes som angitt i monteringsanvisningen for produktene. Skruer, festeskinner, festestag osv. skal følge med utstyret. Det er viktig at:

- utstyret forankres tilstrekkelig til bærekonstruksjonene
- forbindelsesmidlene har god korrosjonsbeskyttelse
- pakninger er av bestandig materiale
- nedbørsvann ledes utenom festepunktene

#### 5 Tilsyn, vedlikehold

Man bør foreta kontroll av sikringsutstyret som en del av den årlige takinspeksjonen. Utstyr og festemidler som ikke er intakt pga. korrosjon, bør byttes ut. Utstyr som er skadet ved stor belastning, bør også skiftes.

## Referanser

### Underlag

- Del 0 er basert på Byggforskseriens Byggdetaljer 544.207 sist revidert september 2007 av Knut Noreng og Hanna J. Larsen
- Del 1 er basert på Byggforskseriens Byggdetaljer 544.204 sist revidert mai 2008 av Knut Noreng og Hanna J. Larsen
- Del 2 er basert på Byggforskseriens Byggdetaljer 544.206 sist revidert desember 2005 av Knut Noreng og Morten Lian
- Del 3 er basert på Byggforskseriens Byggdetaljer 525.775 sist revidert mai 2008 av Arve Bugten og Jan Chr. Krohn
- Del 4 er basert på Newsletter October 2007, Eur-Active Roofer WP E – Snow and Ice Load. Bjørn Petter Jelle, Knut Noreng and Tor Even Pedersen
- Del 5 er basert på Newsletter September 2006, Eur-Active Roofer WP E – Snow and Ice Load. Bjørn Petter Jelle, Noralf Bakken and Knut Noreng
- Del 6 er basert på Byggforskseriens Byggdetaljer 525.933 sist revidert mai 2007 av Jon Lundesgaard og Jan Chr Krohn.

### Lover og forskrifter

- Plan- og bygningsloven (pbl)
- Teknisk forskrift til pbl (TEK) med veiledning
- Lov om arbeidervern og arbeidsmiljø m.v. (arbeidsmiljøloven)
- Forskrift om systematisk helse-, miljø og sikkerhetsarbeid i virksomheter (internkontrollforskriften)
- Forskrifter til arbeidsmiljøloven:
- Forskrift om stillaser, stiger og arbeid på tak m.m.
  - Forskrift om bruk av arbeidsutstyr

### Standarder

- NS 3031 Beregning av bygningers energiytelse – Metode og data
- NS 3420-S Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner – Del S: Isolering, tekking, lukking
- NS 3490 Prosjektering av konstruksjoner. Krav til pålitelighet
- NS 3491-4 Prosjektering av konstruksjoner – Dimensjonerende laster – Del 4: Vindlaster
- NS 8175 Lydforhold i bygninger – Lydklasser for ulike bygningstyper
- NS-INSTA 650 Stiger – Bærbare stiger
- NS-EN 516 Prefabrikkert tilbehør for tak – Utstyr for takatkomst – Takbruer, brede og smale taktrinn
- NS-EN 517 Prefabrikkert tilbehør for tak – Taksikringskroker

- NS-EN 795 Vern mot fall fra høyder – Forankringsanordninger – Krav og prøving
- NS-EN 813 Personlig verneutstyr mot fall fra høyder – Sitteseler
- NS-EN 10456 Byggematerialer og -produkter – Prosedyrer for bestemmelse av deklarete og praktiske termiske verdier
- NS-EN 12951 Prefabrikkert tilbehør for tak – Faste takstiger – Produktkrav og prøvingsmetoder
- NS-EN 13374 Utstyr for midlertidig sikring av fri kanter på byggeplasser – Produktkrav, prøvingsmetoder
- NS-EN 13970 Tetningsmaterialer på rull – Dampsperrer av asfalt – Definisjoner og kjennetegn
- NS-EN 13984 Tetningsmaterialer på rull – Dampsperrer av plast eller gummi – Definisjoner og kjennetegn
- ETAG 006 Systems of mechanically fastened flexible roof waterproofing membranes
- SS 91 42 01 Byggnadsutformning – Dagsljus – Förenklad metod för kontroll av erforderlig fönsterglasarea

### Byggforskserien

#### Byggdetaljer:

- 421.601 Lys og lystekniske begreper
- 421.602 Dagslys. Egenskaper og betydning
- 421.610 Krav til lys og belysning
- 421.621 Metoder for distribusjon av dagslys i bygninger
- 421.625 Dagslysinfall og sparepotensial for belysningsenergi
- 421.626 Beregning av gjennomsnittlig dagslysfaktor og glassareal
- 471.041 Snølast på tak. Dimensjonerende laster
- 471.043 Vindlaster på bygninger
- 471.111 Beregningsmetode for å unngå kondens eller muggvekst på innvendige overflater
- 503.234 Stillaser
- 503.235 Stillaser av tre. Oppbygning og dimensjonering
- 520.339 Bruk av brennbar isolasjon i bygninger
- 520.380 Røykkontroll i bygninger
- 520.415 Beslag mot nedbør
- 525.002 Takkonstruksjoner. Valg av taktype og konstruksjonsprinsipp
- 525.422 Lydisolasjonsegenskaper til tak
- 525.777 Innsetting av takvindu
- 525.861 Taktro av tre
- 525.931 Snøfangere
- 544.103 Tekking med profilerte metallplater på undertak
- 544.202 Tekking med takfolier
- 544.203 Tekking med asfalt takbelegg
- 571.403 Metaller til bygningsbruk. Typer og egenskaper



- 571.803 Plastmaterialer i bygg. Typer og egenskaper  
 573.121 Materialer til luft- og damptetting  
 573.344 Varmeisolasjonsmaterialer. Typer og egenskaper
- Byggforvaltning:  
 725.118 Skader i kompakte tak. Årsaker og utbedringer  
 744.201 Tak tekket med takfolie eller asfalt takbelegg. Vedlikehold, utbedring og omteking

### Nettsteder

[www.tpf-info.org](http://www.tpf-info.org)

[www.euractiveroofer.org](http://www.euractiveroofer.org)

### Litteratur

- [1] Takprodusentenes forskningsgruppe. TPF informerer nr. 6. Branntekniske konstruksjoner for tak. Norges byggforskningsinstitutt. 1998. Revidert 2006
- [2] Takprodusentenes forskningsgruppe. TPF informerer nr. 7. Dampsperrer i tak. Norges byggforskningsinstitutt. 1996
- [3] Takprodusentenes forskningsgruppe. TPF informerer nr. 5. Festing av fleksible takbelegg. Norges byggforskningsinstitutt. 2004
- [4] Noreng, Knut og Strandholmen, Bjørn. Vindlast på flate tak. Innfesting av fleksible takbelegg. Prosjektrapport 380, Norges byggforskningsinstitutt / TPF. Oslo, 2004
- [5] Noreng, Knut. Fukt i kompakte tak. Resultater fra en feltundersøkelse i to faser. Prosjektrapport 391, Norges byggforskningsinstitutt / TPF. Oslo, 2005
- [6] Kvande, Tore; Uvsløkk, Sivert og Bergheim, Einar. Beslag mot nedbør. Anvisning 38, Norges byggforskningsinstitutt. Oslo, 2002
- [7] Paulsen, E.M. Roofing Fasteners. Prosjektrapport 21, Norges byggforskningsinstitutt. Trondheim/Oslo, 1987
- [8] Paulsen, E.M. Roofing systems with mechanical attachments. Prosjektrapport 85, Norges byggforskningsinstitutt. Trondheim/Oslo, 1991
- [9] Hans Allan Löfberg. Räkna med dagsljus. Statens institutt för bygnadsforskning. Gävle, Sverige 1987
- [10] J. A Lynes. Principles of natural lighting. Elsevier Pub. Co. Desember 1968
- [11] Kvande, Tore og Lisø, Kim Robert. Utforming av parapetbeslag. Rapport 120, Norges byggforskningsinstitutt. Oslo, 2006
- [12] Löfberg, Hans Allan. Räkna med dagsljus. Statens institutt för bygnadsforskning. Gävle, Sverige 1987
- [13] Melding HO-3/2000 Røykventilasjon. Temaveiledning. Statens bygningstekniske etat. Oslo, 2000
- [14] Mr. Schonefeld. Eur-Active Roofer. Presentation on the 3<sup>rd</sup> General Assembly Meeting. Krakow, November 2006.