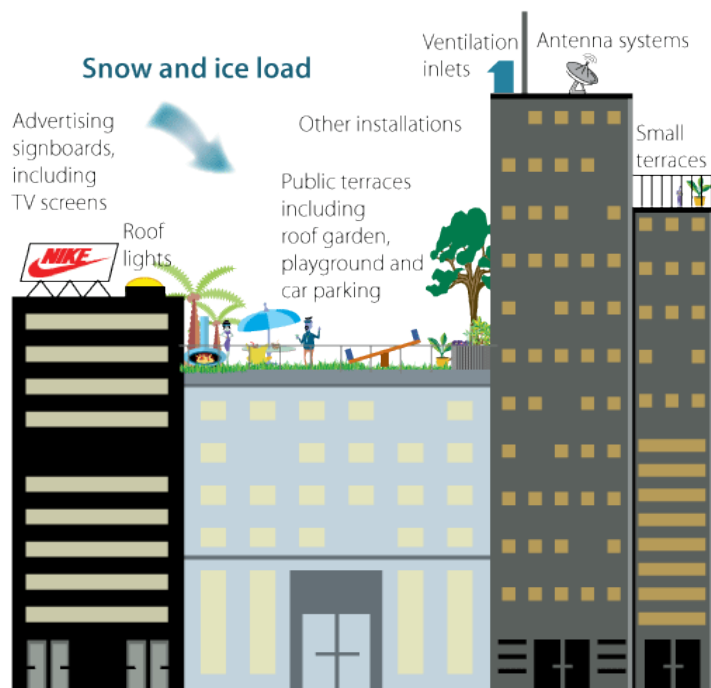




Temaveileder for flate tak

Om utførelse av flate, aktive tak



INFORMASJONSBLAD Nr. 9

Revisjon november 2020

"www.tpf-info.org

Takproducentenes Forskningsgruppe

Forfattere (2008):

Knut Noreng

Britt Galaasen Brevik

Bjørn Petter Jelle

Revidert (2020):

Jørn Emil Gaarder

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.

HVA ER TPF?

Takproducentenes Forskningsgruppe (TPF) er en sammenslutning på frivillig basis av bedrifter som arbeider med takteknik i form av produksjon og leveranse av materialer eller utførelse av tekkearbeider.

Hensikten med TPF er å dekke et behov medlemmene har for forskning ved utvikling av isolasjons- og tekkesystemer, og å utgi informasjon om riktig bruk av disse.

En oversikt over hvilke bedrifter som er tilsluttet TPF finnes på hjemmesidene.

Innholdsfortegnelse

Del 1: Generelt om flate, kompakte tak.....	4
1 Definisjoner.....	4
2 Konstruksjonsoppbygging.....	4
21 Generelt.....	4
22 Rettvendte tak.....	4
23 Omvendte tak og duotak.....	5
24 Dampsperre.....	5
25 Brannegenskaper.....	5
3 Varmeisolasjon.....	6
31 Krav.....	6
32 Isolasjonsmaterialer.....	6
33 Isolasjonens trykkfasthet.....	6
34 Isolasjon i rettvendte tak.....	7
35 Isolasjon i omvendte tak og duotak.....	7
36 Montering.....	8
4 Taktekking.....	9
41 Generelt.....	9
42 Forankring av isolasjon og takteking.....	9
5 Fallforhold og avrenning.....	9
51 Generelt.....	9
52 Flate tak.....	9
53 Skrå tak.....	10
6 Detaljløsninger.....	11
61 Planlegging og prosjektering.....	11
62 Avslutning mot vegg.....	11
63 Parapet.....	13
64 Skorstein.....	14
65 Rørgjennomføringer.....	15
66 Dilatasjonsfuger.....	16
67 Dørterskel.....	16
68 Sluk.....	17
69 Nødoverløp.....	18
Del 2: Installasjoner på taket.....	20
1 Montasje av solcellepaneler.....	21
11 Generelt.....	21
12 Integrert innfesting.....	21
13 Ballastert innfesting.....	21
2 Overlyselementer i plast.....	22
21 Generelt.....	22
22 Materialer.....	22
23 Utforming.....	23
24 Lystransmisjon og dagslysinnfall.....	24
25 Varmegjennomgang.....	25
26 Termiske egenskaper og brannhensyn.....	25
27 Mekaniske egenskaper.....	26
28 Montering og plassering på taket.....	26
29 Rengjøring og vedlikehold.....	30
3 Friskluftinntak i ventilasjonsanlegg. Skjerming mot snø- og regninndrev.....	31
31 Innledning.....	31
32 Generelle løsningsprinsipper.....	31
33 Helserisiko.....	31
34 Eksempel 1 – Stort inntak.....	32
35 Eksempel 2 – Lite inntak.....	33
4 Behov for snøfangere på skrå kompakte tak.....	35
41 Metodikk for måling av snøfriksjon.....	35
42 Klassifisering av taktekn timer samt anbefalte friksjonsfaktorer.....	36
5 Permanent sikringsutstyr.....	37
51 Bakgrunn.....	37



52	Offentlige bestemmelser	37
53	Krav til permanent utstyr	37
54	Feste for sikkerhetsline	38
55	Montering, festemetoder og tettedetaljer	39
56	Tilsyn, vedlikehold	39
	Referanser	40

Del 1: Generelt om flate, kompakte tak

1 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 tilsiktet luftsjikt mellom varmeisolasjon og taktekning, og varmegjennomgangen gjør at snø vil smelte.

Flate tak er tak med helning mindre enn 6° (1 : 10). Alle tak skal ha tilstrekkelig fall slik at regn og smeltevann renner av.

Skrå tak er tak med helning større enn 6°.

Takbelegg er fleksible tettesjikt av asfalt, plast eller gummi levert på rull som legges ut og sveises sammen til et vanntett sjikt på tak eller terrasse.

Taktekning er takets ytterste værhud. Ofte et takbelegg, men på en terrasse kan begrepet taktekking også omfatte f.eks en påstøp med flis som er ytterste sjikt. Takbelegg av asfalt, plast eller gummi kan også betegnes taktekning når det ligger utildekket, dvs. eksponert for vær og vind.

Membran i denne sammenheng er et vanntett sjikt. Betegnelsen membran benyttes ofte for et vanntett sjikt av typen takbelegg av asfalt, plast eller gummi som er bygget inn i konstruksjonen. For eksempel som på en terrasse der takbelegget ofte omtales som membran for å vise at det er tildekket av en påstøp.

Isolasjon. Varmeisolasjon levert i plater, kan enten være brennbar eller ubrennbar.

Ubrennbar isolasjon er isolasjon klassifisert som A2-s1,d0 i henhold til NS-EN 13501-1 eller bedre.

Brennbar isolasjon er isolasjon klassifisert som B1-s1,d0 i henhold til NS-EN 13501-1 eller dårligere.

2 Konstruksjonsoppbygging

21 Generelt

Terrasser over oppvarmet eller uoppvarmet rom kan utføres både som rettvendt tak, omvendt tak eller duotak. Rettvendte tak er den mest utbredte typen av vanlige kompakte tak, men i terrassekonstruksjoner benyttes også omvendte og duoløsninger mye.

- Rettvendte tak har bærekonstruksjonen nederst, og overliggende dampsperre, isolasjon og taktekning samt et slitelag.
- Omvendte tak har membranen plassert på bærekonstruksjonen, og over den isolasjon og slitelag.
- Duotak har isolasjon både under og over membranen.

22 Rettvendte tak

Rettvendte tak har bærekonstruksjonen nederst, og overliggende dampsperre, isolasjon og takbelegg, se figur 22. TPF anbefaler å bygge kompakte tak som rettvendte tak når taket ikke skal ha annen trafikk enn det som er nødvendig for tilsyn og vedlikehold. Membranen/takbelegget ligger da på oversiden av varmeisolasjonen og er lett tilgjengelig for renhold, tilsyn og vedlikehold

Rettvendte tak med tung bærekonstruksjon i betong er godt egnet over lokaler med store fuktbelastninger. Ekstra fuktsikring kan man oppnå ved å bruke takbelegg både som dampsperre og som taktekning. Taktypen kan også benyttes i buetak

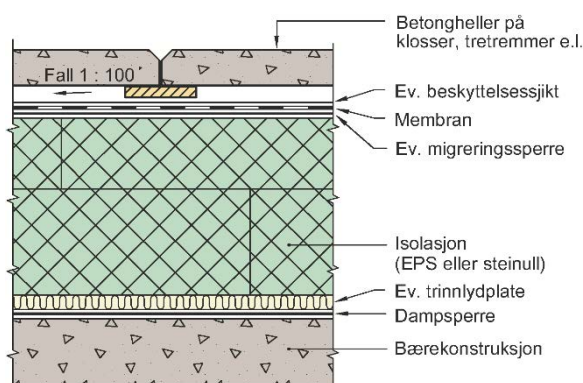


Fig 22.

Rettvendt takkonstruksjon

Membranen er plassert over varmeisolasjonen.

23 Omvendte tak og duotak

Omvendte tak har membranen lagt direkte på den bærende konstruksjonen. Over membranen legges isolasjon og ballast i form av beskyttende slitelag. Et eksempel vises i figur 23a.

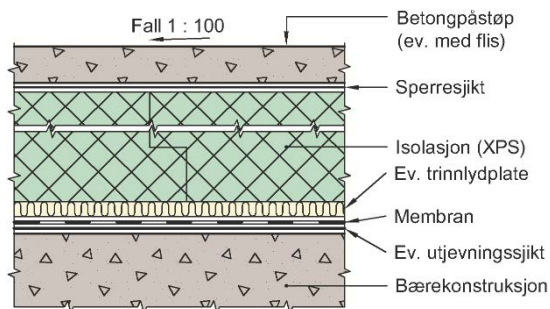


Fig 23a.

Omvendt tak eller terrassekonstruksjon
Membranen er plassert under varmeisolasjonen.

Duotak, se figur 23b, har isolasjon både under og over membranen. Duotak kan være et alternativ på terrasser med påstøp. Isolasjonen fungerer da også som beskyttelse av membranen

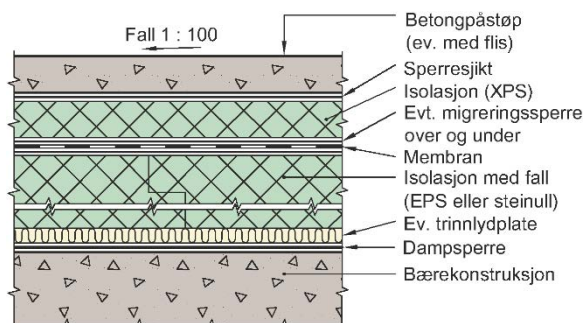


Fig 23b. Duotak med påstøp

Isolasjon både over og under membranen.

På omvendte tak og tak med duo-løsning, anbefales det å benytte et tett slitelag som påstøp (ev. med flis) og fall på overflaten minimum 1:100 mot sluk for å hindre vann og slam å trenge inn i isolasjons-sjiktet der det kan gi redusert isolasjonsevne og gi grunnlag for ubehagelig lukt.

I omvendte tak og duotak er membranen innebygd og beskyttet mot skader, men hvis man har fått en lekkasje er det oftest mer arbeidskrevende og kostbart å søke etter samt utbedre lekkasjen. Det er derfor spesielt viktig å beskytte membranen mot mekaniske skader i byggeperioden.

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.

24 Dampspærre

Dampspærre må velges ut fra en helhetsvurdering av bygningens innvendige luftfuktighet og temperatur, innvendig lufttrykk under taket, type bæresystem og uteklima. Dampsperrer er utfyllende omtalt i TPF Informerer # 7 [3].

25 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 m².

Se flere detaljer i TPF Informerer nr 6 Branntekniske konstruksjoner for tak [2] og Byggdetaljer 520.339. Andre løsninger er også mulige dersom brannsikkerheten er dokumentert.

3 Varmeisolasjon

31 Krav

For at kravet i TEK17 til bygningens energibehov skal tilfredsstilles, må takets U-verdi som regel være en del bedre enn minstekravet. Minstekravet til U-verdi for tak og takterrasser er $0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Minste isolasjonstykkelse for å unngå kondens er ca. 50 mm. Av hensyn til energibruk og for å unngå kuldebroer anbefales det minst 100 mm tykk isolasjon, også ved sluk (isolasjon med dimensjonerende varmekonduktivitet, λ_D , på $0,037 \text{ W}/(\text{mK})$).

Krav til bygningers energieffektivitet er oppfylt hvis man gjennom kontrollberegning i henhold til NS 3031 kan dokumentere at netto energibehov ikke overskrider en fastsatt energiramme (rammekrav) for den aktuelle bygningskategorien. Kontrollberegningen foretas på grunnlag av standardverdier for driftsbetingelser og klima, og representerer derfor ikke nødvendigvis bygningens faktiske forventede energibruk.

Dokumentasjon av energiltak er en forenklet metode man kan bruke istedenfor å dokumentere at bygningens netto energibehov er innenfor den fastsatte energirammen. Energitakmetoden gjelder kun for boligbygninger. Metoden kan også anvendes for fritidsboliger, men ikke for andre bygningskategorier.

Kravet til U-verdi for tak og takterrasser i energitaksmodellen 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 $0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

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

32 Isolasjonsmaterialer

Aktuelle isolasjonsmaterialer for kompakte tak er:

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

Om isolasjonsmaterialer, se også Byggetal 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^2) 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 og utfyllende informasjon om anbefalt trykkfasthet se TPF Informerer nr. 11, samt Byggetal 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

I rettvendte tak er EPS, steinull eller en kombinasjon av disse mest aktuelt. Tabell 34 viser minste gjennomsnittlige isolasjonstykkelser for å oppnå ulike U-verdier i rettvendte tak. Varmekonduktivitet, λ , for bærekonstruksjoner er vist i tabellen og er lagt til grunn for beregninger av U-verdier for takkonstruksjonen. Deklarert varmekonduktivitet av isolasjonen, λ_D , er vanligvis 0,037–0,038 W/(mK). I fallkiler er λ_D lik 0,039 W/(mK). Mer omfattende tabeller er vist i Byggedetaljer 471.013 U-verdier. Tak.

Tabell 34

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 = 0,10 W/(m ² K)	U = 0,13 W/(m ² K)	U = 0,15 W/(m ² K)	U = 0,18 W/(m ² K)
Betongdekke 150 mm $\lambda = 2,5$ W/(mK)		365	280	240	200
Profilerte stålplater					
Konstruksjonstrevirke/limtre Himling av trepanel og gipsplater					
Lettklinkerbetong 1 000 kg/m ³ $\lambda = 0,38$ W/(mK)	150 mm	340	260	230	190
	250 mm	325	250	220	180
Lettklinkerelement 900 kg/m ³ $\lambda = 0,26$ W/(mK)	200 mm	340	260	220	180
	300 mm	315	240	210	170
Porebetong 500 kg/m ³ $\lambda = 0,13$ W/(mK)	200 mm	290	220	180	140
	300 mm	250	190	150	110

35 Isolasjon i omvendte tak og duotak

Isolasjon med lukket cellestruktur og lavt fuktupptak (XPS) må alltid brukes når isolasjonen ligger over membranen. Omvendte tak og duotak deles inn i uttøringsgrupper, avhengig av hva sjiktet over isolasjonen består av. Tabell 35 viser korreksjonsfaktor, F_m , for å bestemme dimensjonerende varmekonduktivitet, λ_D , til XPS i ulike uttøringsgrupper. Korreksjonsfaktorene er hentet fra det nasjonale tillegget til NS-EN 10456.

Videre viser Tabell 35 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.

Tabell 35

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	Uttøringsgruppe	Fuktinnhold Ψ m ³ /m ³	Korreksjonsfaktor for varmekonduktivitet F_m	Dimensjonerende varmekonduktivitet $\lambda_D = F_m \cdot \lambda_D$	U = 0,10 W/(m ² K)	U = 0,13 W/(m ² K)	U = 0,15 W/(m ² K)	U = 0,18 W/(m ² K)
Singel Isolasjon i ett lag, klasse WD(V)3-FT1	I	0,01	1,03	0,039	365	280	250	210
Betongheller på klosser Isolasjon i to lag, klasse WD(V)3-FT1	II	0,02	1,05	0,040	380	290	250	210
Betongheller på singel Permanent skygge. Klasse WD(V)3-FT1	III	0,03	1,08	0,041	390	300	260	220
Betong og heller direkte på isolasjon eller i sand, be- plantning Klasse WD(V)3-FT1	IV	0,05	1,13	0,043	400	310	270	230



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

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.

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 Taktekking

41 Generelt

Flate eller svakt skrånende kompakte tak må tekkes med asfalttakbelegg eller takbelegg av plast/gummi med sveiste skjøter, se Byggdetaljer 544.203 og 544.202. Isolasjonen og taktekingen må være forankret eller ballastert i forhold til oppredende 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.

42 Forankring av isolasjon og takteking

Se NS-EN 1991-1-4 og Byggdetaljer 471.043 samt [3] og [4] for beregning av krefter fra vindlast. Den vanligste metoden for å forankre taktekingen mot avblåsning er mekanisk forankring til underliggende bærekonstruksjon med mekaniske festemidler. Se mer om dette i TPF Informerer nr. 5 Innfesting av fleksible takbelegg [1], eller Byggdetaljer 544.206 *Mekanisk feste av asfalt takbelegg og takfolie på flate tak*. TPF og SINTEF Community anbefaler bruksgruppe KLA for de fleste tilfellene.

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

- taket skal kunne trafikkeres helt eller delvis, se Byggdetaljer gruppe 525 om kompakte tak og terrasser
- man vil unngå å perforere dampsperra
- singeloverflate ønskes av estetiske grunner

Se mer om ballast i [2] eller Byggdetaljer 544.203 og 544.202.

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

5 Fallforhold og avrenning

51 Generelt

I kompakte tak over oppvarmede rom kan varmegjennomgangen 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. Under følger anbefalinger for å oppnå god avrenning fra takflaten:

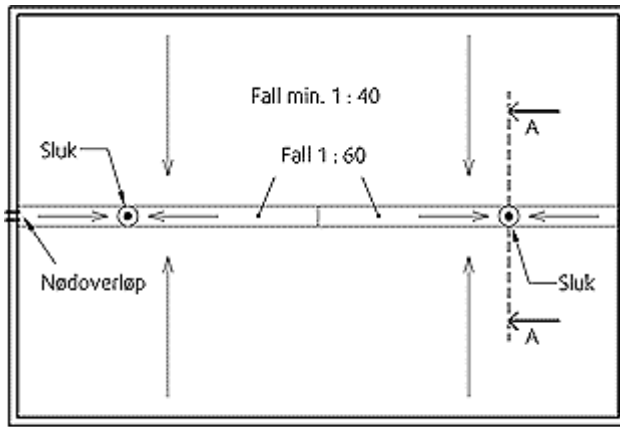
- fall på min. 1 : 40 på ferdig takflate, inkludert nedbøyninger på grunn av egenvekt og belastning på taket.
- fall i renner og i kilrenner på min. 1 : 60
- isfrie renner og sluk, for eksempel ved å lage lokale forsenkninger som gir større varmegjennomgang og snøsmelting
- gjennomtenkt slukplassering og -antall. Sluk bør legges i lavpunktene, aldri ved søyler, bjelker e.l.
- nødoverløp
- gjennomføringer plassert utenfor lavpunkter og kilerenner, helst i høybrekkene, se fig. 52 c

Se TPF Informerer # 11 for særskilte anbefalinger for takterrasser.

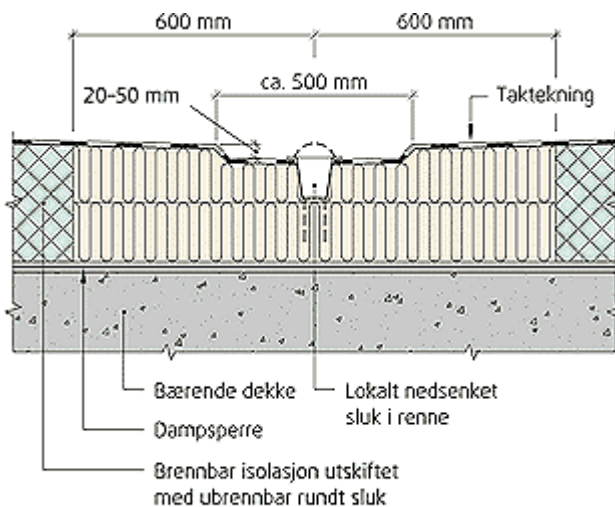
52 Flate tak

Fall og slukplassering kan utformes på flere måter, se fig. 52 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. 52 b.



Plan



Snitt: A-A

Fig. 52 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°).

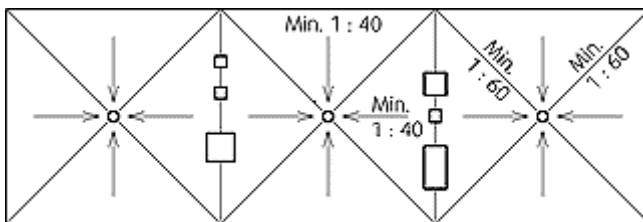


Fig. 52 b

Planskisse med firesidig fall mot sluk der alle andre gjennomføringer er plassert i høybrekkene

53 Skrå tak

Også kompakte, skrå tak over oppvarmede rom må vanligvis ha innvendige nedløp for å unngå isproblemer. Se prinsipppløninger 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 Byggdetaljer 525.931 *Snøfangere*.

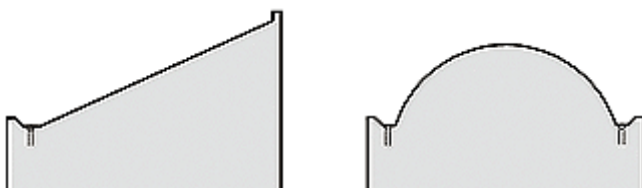


Fig. 53

Prinsippskisser av et pulttak og et buetak. Begge takene har innvendige nedløp gjennom oppvarmede rom.

6 Detaljløsninger

61 Planlegging og prosjektering

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 under og like etter at byggearbeidene 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, [5] og [7].
- 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.
-

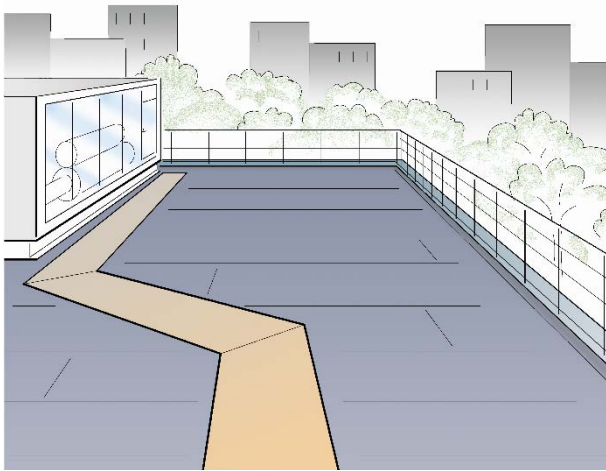


Fig. 61

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.

62 Avslutning mot vegg

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 klelekt som samtidig gir feste for beslaget, se fig. 62. 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. 62. Dersom det bare er brukt vindsperre av rullprodukt, avsluttes takbelegget opp på en innfelt plate, og vindsperra trekkes ned utenpå takbelegget.

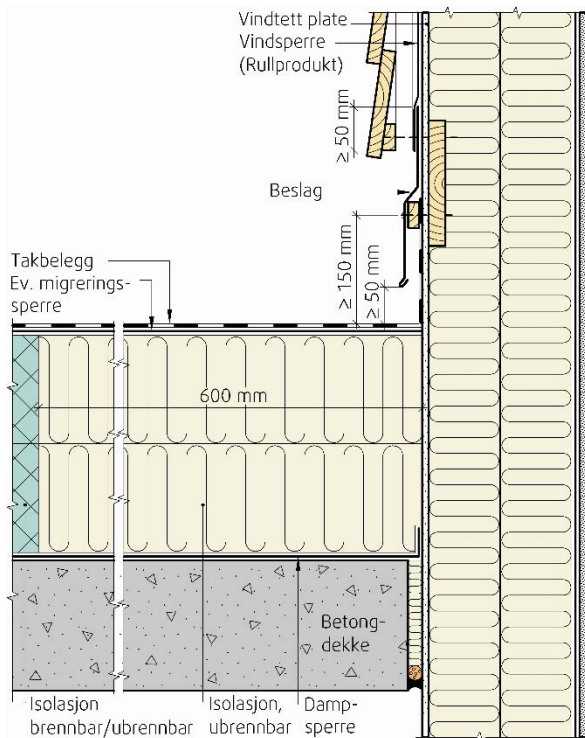


Fig. 62 a

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

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 plast eller gummi. Tekning av asfalt kan også klemmes, men den kan også kontaktsveises. Avstanden fra innfestingspunktet til ferdig tekket 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. 63 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. 63 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. 62.

Dersom dekket og vegg skal kunne bevege seg uavhengig av hverandre, kan utførelsen i fig. 63 b være aktuell. Her vil det også være sikrest å kle ytterveggen med utlektet kledning.

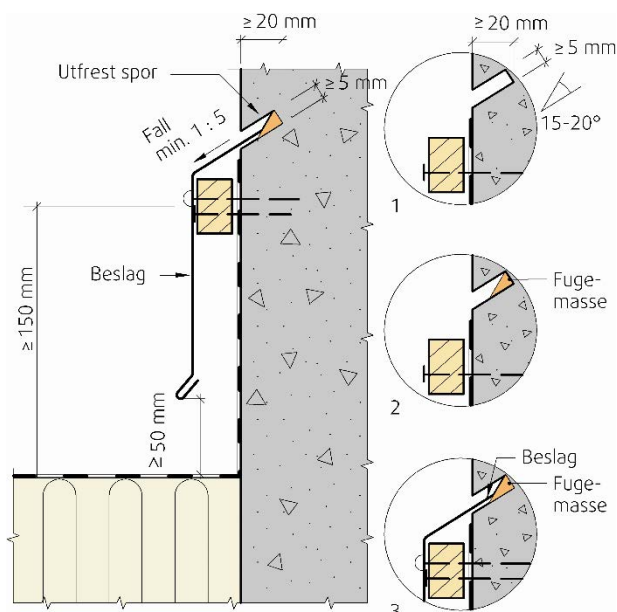


Fig. 62 b
Avslutning av takbelegg mot betongvegg. Detaljer viser i hvilken rekkefølge man utfører beskyttelse av overgangen.

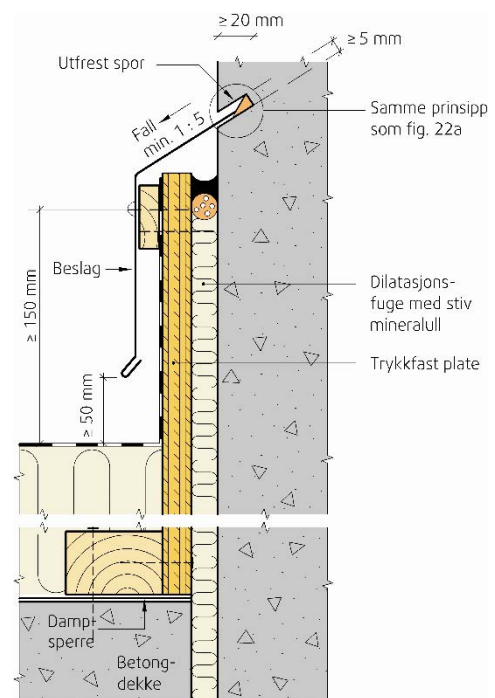


Fig. 62 c

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

Teglvegg

Figur 64 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. 64 a er klemmingen utført med kleblekt skrudd med selvborende skruer til en festevinkel. Festevinkelen sveises til undersiden av stålkonsollene.

En alternativ utførelse av overgangsdetaljen er vist i fig. 64 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. 64 a.

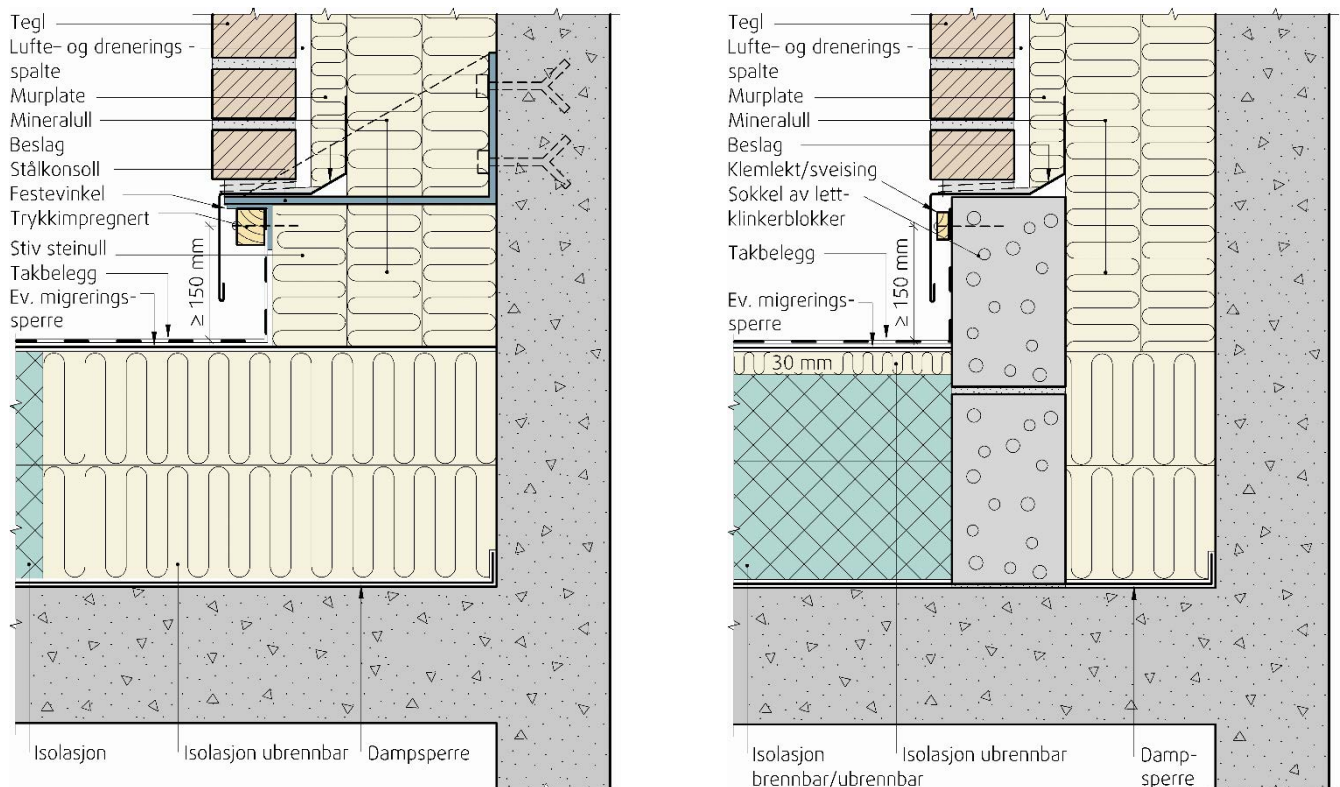


Fig. 62 d og e

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

63 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 tottrinnetting. Beslag med stående stangfalsler 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. 65. Eksempler på innfesting av asfalttakbelegg og takbelegg av plast/gummi mot høy parapet, det vil si over 300 mm, er vist i Byggdetaljer 544.206. Eksempler på avslutning mot parapet og innfesting av singelbelastet takbelegg av plast/gummi er vist i Byggdetaljer 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 frostskafer, 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 takbelegg av plast/gummi, og anbefales også mot lav parapet for asfalttakbelegg. Lastfordeleren kan være trekantlekt eller metallprofil, og festes til underlaget eller parapeten med skruer eller plugger.

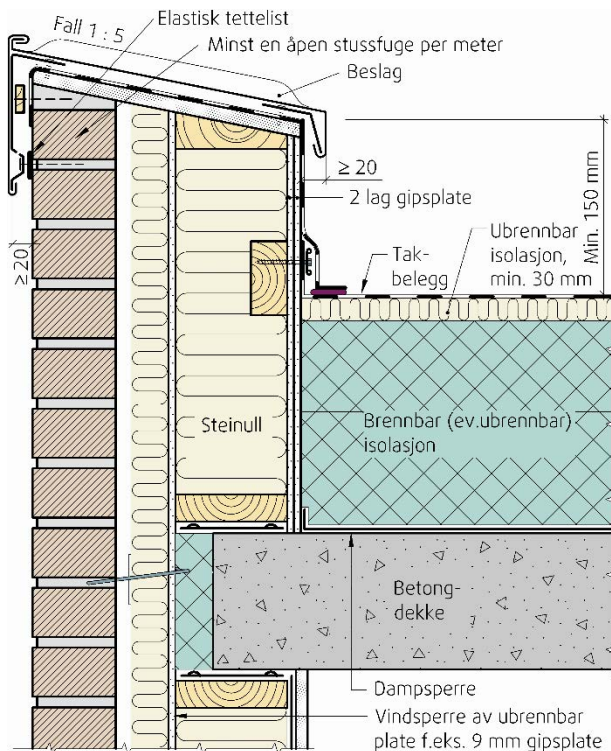


Fig. 63a
Detalløsning mot parapet.

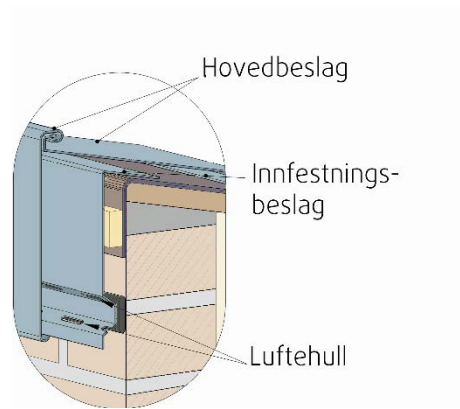


Fig. 63b
Avslutning og innfesting av takbelegget mot lav parapet med teglforblending

64 Skorstein

Figur 64 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. 66 b.

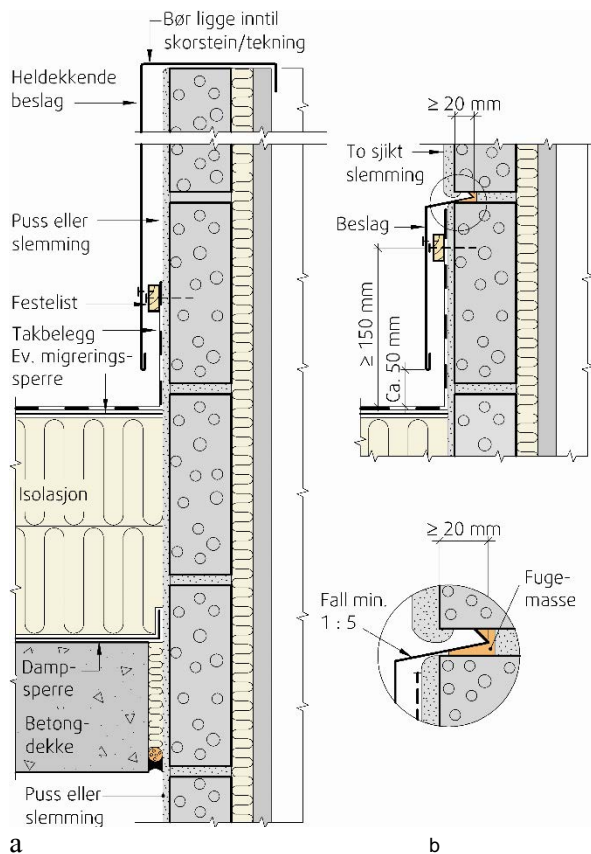


Fig. 64 a og b
Avslutning av takbelegg mot isolert skorstein
a. Mot helbeslått skorstein
b. Mot skorstein med beslag festet inn i skorsteinsvegg

65 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. Rørføringer langs takplanet bør unngås, siden rørføringer i isolasjonssjiktet øker varmetapet. Det anbefales at alle rørgjennomføringer i taktekningen føres rett ned på innsiden av bærekonstruksjonen på samme sted som vist i figur 65 b. Dersom det ikke er mulig av praktiske årsaker må man ta hensyn til rørføringene ved beregning av takets U-verdi, og eventuelt kuldebroeffekten av kalde rør langt ned i isolasjonssjiktet dersom røret eksempelvis er føring for inntaksluft til ventilasjonsanlegg.



Fig.65 a

Tetting mot rør med prefabrikkert mansjett

Mansjetten, som kan tilpasses forskjellige takvinkler og rørdimensjoner, klemmes med en skruklemme til røret.

Figur 65 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 tettetetaljer med mansjett og skrueklemme, som vist på fig. 68 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. 68 a.

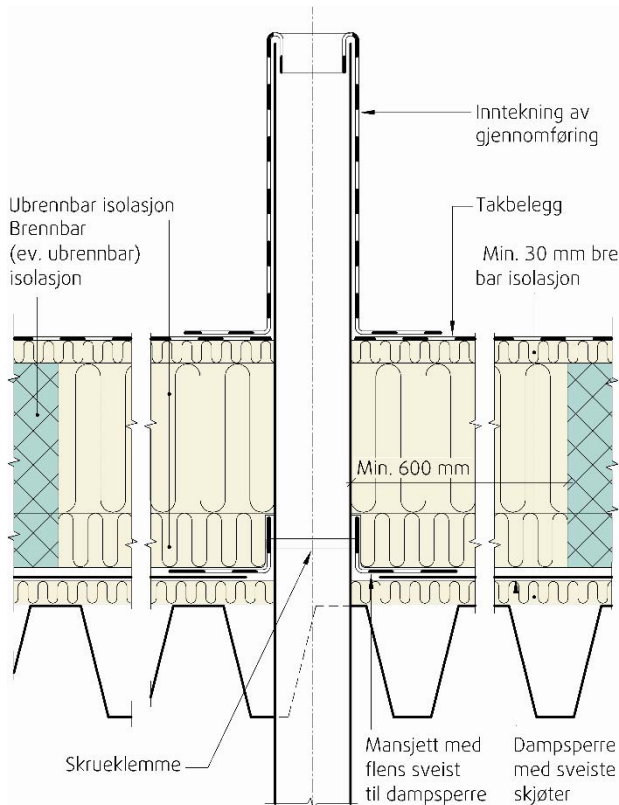


Fig. 65 b

Rørgjennomføring i et stålplatetak der både taket og inntekningen er utført med takbelegg av plast/gummi. Figuren er vist med høykvalitets dampsperre med sveiste skjøter og tett overgang til rørgjennomføringen.

66 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.

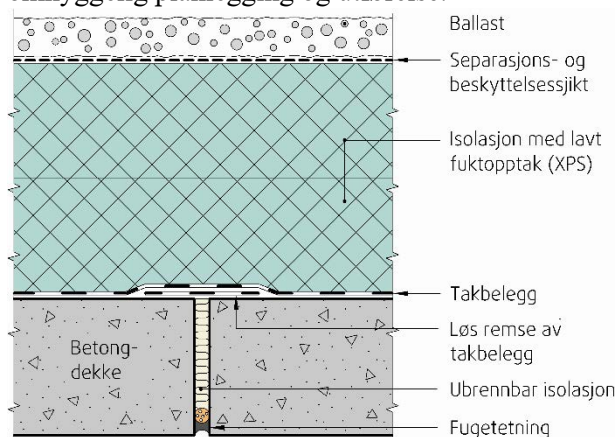


Fig. 66

Eksempel på utførelse av dilatasjonsfuge for omvendt tak på dekke av betong

67 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.

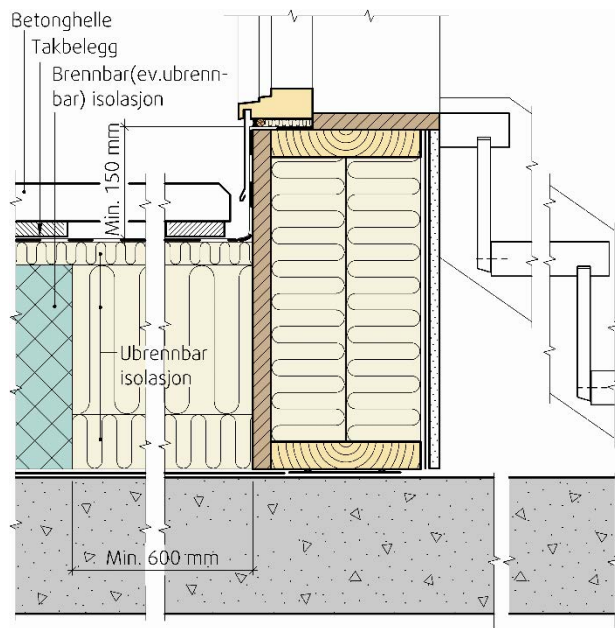


Fig. 67
Avslutning under dørterskel

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.

68 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 innstikkssluk 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.

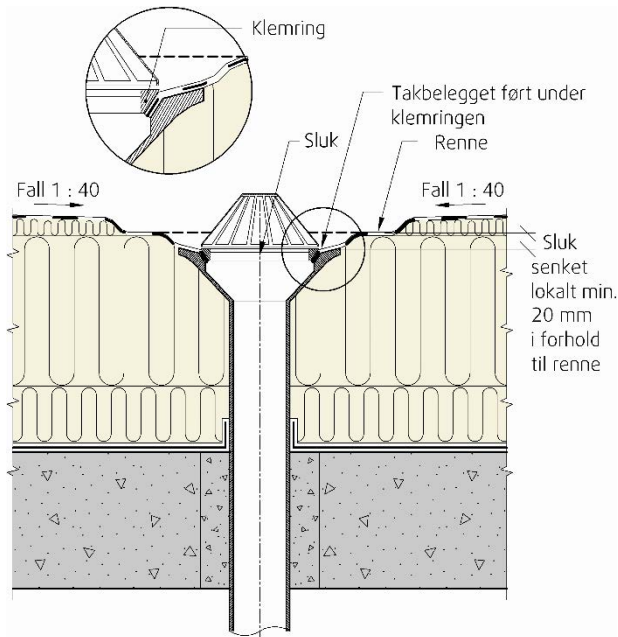


Fig. 68 a
Snitt som viser inntekning av sluk med klemring plassert i renne med lokal forsenking

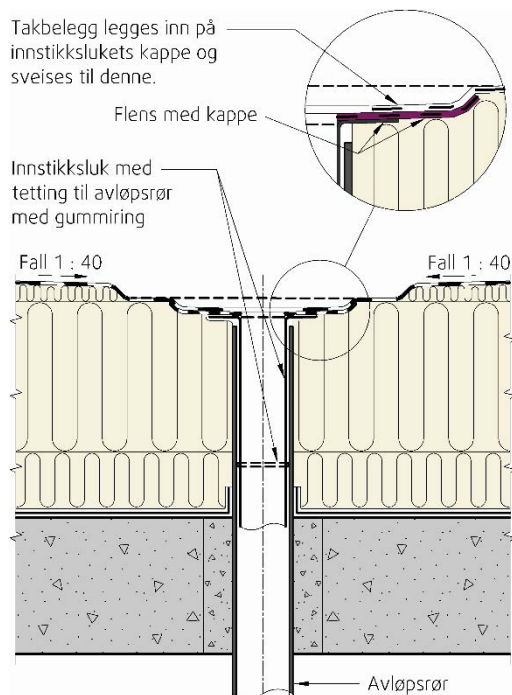


Fig. 68 b
Snitt som viser inntekning av innstikksluk plassert og festet i renne med lokal forsenking

69 Nødoverløp

Flate tak bør ha nødoverløp som hindrer oppdemming 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.

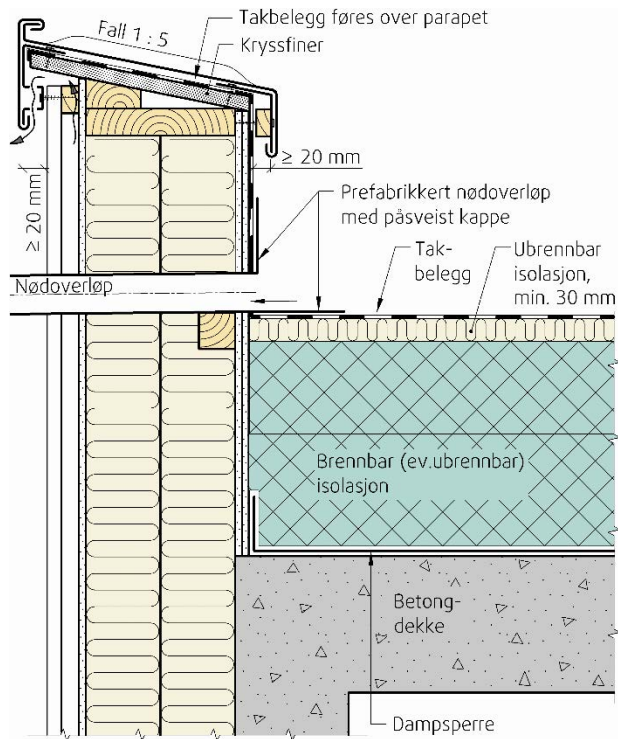
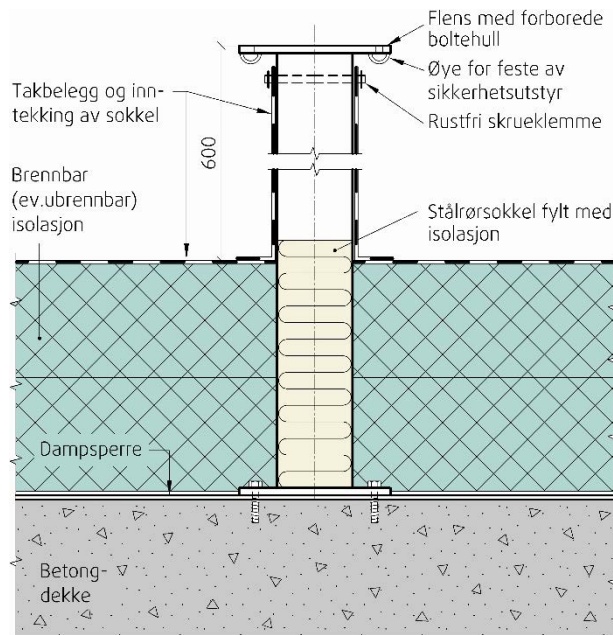


Fig. 69
Eksempel på plassering av nødoverløp

Del 2: Installasjoner på taket

Reklameskilt, antenner eller tekniske installasjoner som plasseres på taket blir utsatt for vindlast, og må fundamentes på en måte som ikke skader installasjonen eller taket. I mange tilfeller fører det til vanskelige inntekningsdetaljer. Fundamenter for slike installasjoner kan lages av runde eller firkantete stålprofiler. Runde stålprofiler gjør inntekkingen lettest. Fundamentene av stålprofiler må fylles med isolasjon for å redusere kuldebrovirkningen. Inntekkingen utføres med tekkematerialet eller med prefabrikkerte mansjetter eller kapper av kunstgummi, som vist på fig. 2 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. 2 b. Løsningen er ikke like god som den med sokler, vist på fig. 2 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. Det 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.

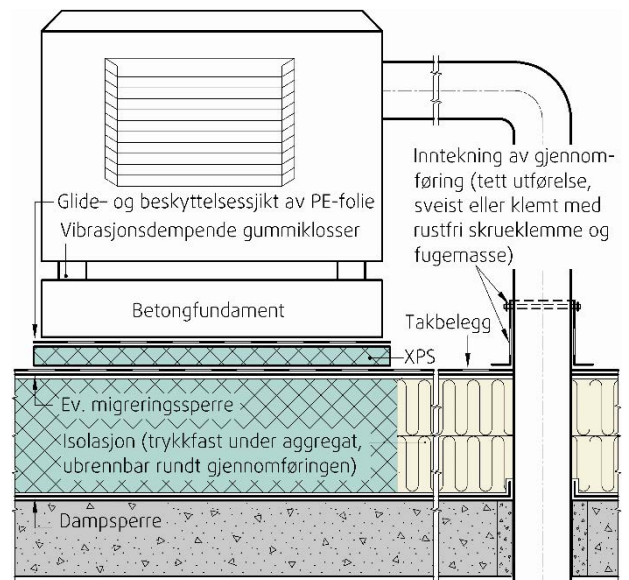


a

Fig. 2 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.



b

Fig. 2 b

Betongfundament for mindre tekniske installasjoner plassert oppå tekningen



1 Montasje av solcellepaneler

11 Generelt

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.

For å unngå avblåsningsskader må panelene og stativene forankres eller ballasteres. 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].

Ved ettermontasje på eksisterende tak bør man først utføre en tilstandsanalyse av taktekkingen, for å vurdere bestandigheten. Etter montasje av solcellene er det vanskelig å komme til ved eventuelle lekkasjer, og for tilfeller med eldre taktekkning kan det lønne seg å skifte ut taktekkingen for å redusere risikoen.

For montasje på nye tak anbefales det av fukthensyn å forankre fundamenteringen til solcellene i bærekonstruksjonen, med gjennomføringer til forhøyede sokler som panelene kan monteres på (se kapittel 12). Det finnes også løsninger for ettermontasje på denne måten, der innfestingssokler forankres gjennom eksisterende takbelegg, og tekkes inn før montasje av selve panelene.

12 Integrert innfesting

For å unngå skader på takkonstruksjonen anbefales det å plassere stativene for solavskjerming på en forhøyet sokkel som er forankret i bærekonstruksjonen og tekkes inn. Fordeler med slike systemer er følgende:

- Vindkrefter tas opp av underliggende bærekonstruksjon, uten å skade membran og isolasjon
- Stående vann og oppsamling av løv og lignende unngås, ved at regnvannet fritt kan renne under stativene

13 Ballastert innfesting

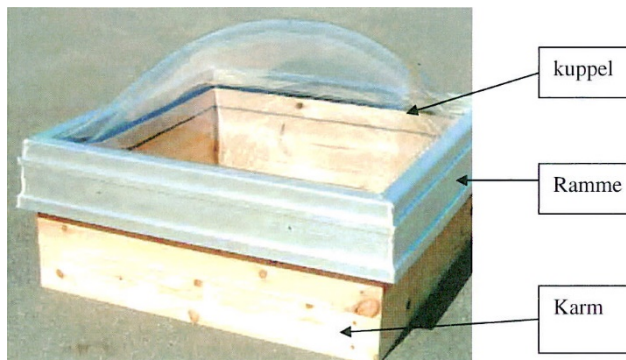
Løsning med ballastert innfesting er mer utsatt for fuktskader over tid enn integrert innfesting, og frarådes. Dersom solcellene skal ballasteres direkte på takbelegget må det påses at det gjøres på en måte som ikke skader takmembranen. Produsenten av takmembranen og takentreprenøren bør rådføres før en slik løsning velges, for å sikre at ballasteringen gjøres på en fuktsikker måte. Fundamentering av solcelleanlegg på flate tak vil behandles mer inngående i et eget TPF Informerer blad. Punkter å være obs på er som følger:

- Skade på takmembranen på grunn av skarpe kanter
- Bevegelser fra vindlast som kan føre til skader over tid
- Begroing og blokkert avrenning av regnvann til sluk.
- Trykkfasthet til isolasjonen

Videre bør man gå gjennom garantivilkårene for taktekkingen, for å forsikre seg om at løsning med løst plassert ballasterte solceller ikke er i strid med produsentens anbefalinger, og at eventuell garanti for takbelegget fortsatt er gjeldende.

Man må sørge for at trykkfastheten til isolasjonen er tilstrekkelig for å tåle belastningen dersom isolasjonen skal bære panelene. Gjentatt belastning, fra for eksempel vindkrefter, kan føre til en økende deformasjon av isolasjonen over tid på grunn av fiberknusing, og lokale vannansamlinger ved fundamentet med fare for lekkasje dersom membranen også er skadet.

2 Overlyselementer i plast



21 Generelt

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.

TEK krever at rom for varig opphold skal ha tilfredsstillende tilgang på dagslys, se pkt. 24. Arbeidsmiljøloven stiller også krav til dagslys.

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.

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 utsyn 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.

22 Materialer

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

Akryl (PMMA) er et termoplastisk materiale. Overlyselementer i akryl leveres som oftest som to-, tre- eller firelags 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.

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.

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

23 Utforming

Figur 23 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.

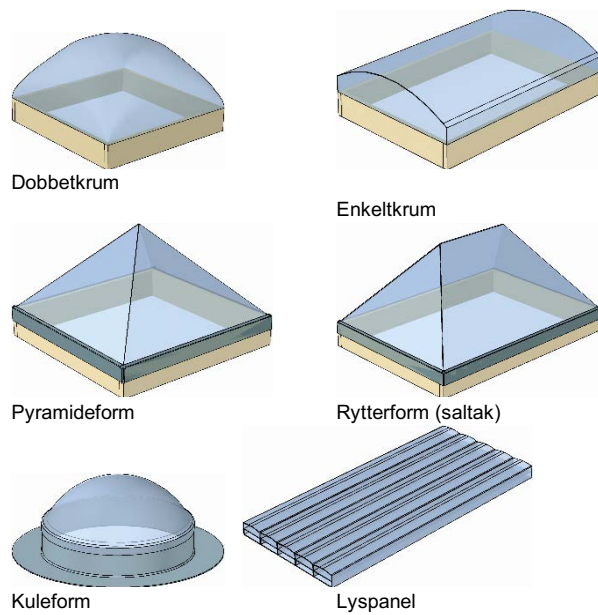


Fig. 23 a
Eksempler på ulike utforming av overlyselementer

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. 23 b. Sollysinnstrålingen kan også dempes ved å bruke opaliserte elementer som omtalt i pkt. 24.

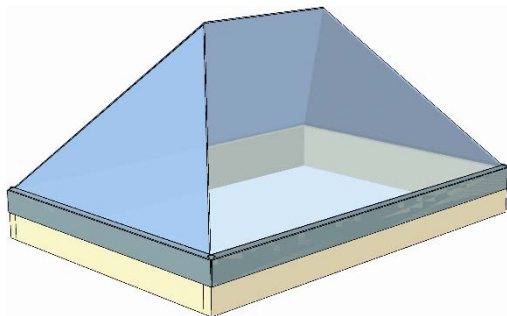


Fig. 23 b
Shedlys

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 karmmå, dvs. lysåpning. For akrylelementer bør imidlertid lengste sidekant begrenses til maks 2,0 m av hensyn til termisk utvidelse, se pkt. 26.

24 Lystransmisjon og dagslysinnfall

Størrelser og utforming av elementene

Dagslysinnfallet er avhengig av lysåpningens utforming og plassering, areal, skjerming, rommets høyde og geometri, samt refleksjonsegenskapene til lyssjakten og de ulike overflatene i rommet. Spesielt viktig er lyssjaktens dybde og refleksjonsegenskaper. For eksempel halveres dagslystilskuddet fra et overlys på 1,0 m² med lyse sjakt-overflater hvis høyden på lyssjakten økes fra 0,25 til 1,00 m [10]. Riktig utforming av bygningsdetaljer 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 vist under.

Lystransmisjon

Lystransmisjonen er avhengig av materialet og antall lag i elementene. Tabell 24a 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 24a

Lystransmisjon i % av innfallende lys (omtrentlige verdier)

Materiale	Ett lag	To lag	Tre lag	Fire lag
Klar akryl	92	84–85	75–78	66-74
Opalisert akryl	78	71–72	63–66	58-67
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.

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 %. Samsvar med TEK dokumenteres med beregninger av mest kritiske rom i forhold til dagslysforhold. Beregninger må utføres med simuleringsverktøy validert etter CIE 171:2006, og forutsetninger gitt i NS-EN 12464-1:2011 kapittel 3.3. Se også Byggdetaljer 421.626. For overslag kan en ta utgangspunkt i følgende formel:

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

Hvor:

- DF_{mid} er midlere dagslysfaktor
- f er korreksjonsfaktor for retning på lysinnfall, se tabell 33. Korreksjonsfaktoren er 50 i dette tilfellet.
- A_{lys} er vinduets (overlyselementets) lysareal (m²)
- A_{golv} er golvareal (m²)
- $f_{LT} = LT_{\text{overlys}}/LT_{\text{glass}}$, hvor LT_{overlys} og LT_{glass} er lystransmisjon til henholdsvis overlysmaterialet, se pkt. 32, og tolags vanlig glass ($LT_{\text{glass}} = 0,77$).

Tabell 24b

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.

25 Varmegjennomgang

U-verdier (varmegjennomgangstall)

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

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

Varmetapet gjennom karmen må også tas hensyn til. For standard karmen 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: $U = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

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 karmen.

Krav til U-verdi

TEKs minstekrav til vinduers gjennomsnittlige varmegjennomgangstall, inkludert karm, er $U = 1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Dette gir mulighet for å anvende overlyselementer med en U-verdi som er høyere enn $1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, 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). Etlags 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 overstige 35–40 % ved vanlig romtemperatur. Byggdetaljer 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 $U \geq 1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ 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 arbeide og tilsiktet innetemperatur under $15 \text{ }^\circ\text{C}$).

Ekstra isolerrute

Et alternativ som gir mulighet for å redusere antall elementer 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 luftes 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 hensiktsmessig dersom overlyselementet skal ha funksjoner utover det å bidra til dagslysinfall.

26 Termiske egenskaper og brannhensyn

Varmebestandighet og termisk utvidelse for de ulike materialene går fram av tabell 26.

Tabell 26

Materialenes temperaturegenskaper

Materiale	Maks temperatur ($^\circ\text{C}$) for formstabilitet	Temperaturutvidelse $10^{-6} \text{ mm}/(\text{mm}^\circ\text{C})$
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.

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. I store lokaler vil røykventilasjon gi mulighet for større useksjonerte arealer, se Byggdetaljer 520.380.

Et akrylelement må kunne åpnes med en vinkel på over 90 grader for å være en effektiv brannventilasjonslukke. Akryl mykner ved relativt lav temperatur, ca. $90 \text{ }^\circ\text{C}$, og antenner ved ca. $280 \text{ }^\circ\text{C}$, så dersom åpningsvinkelen 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. 26.

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.

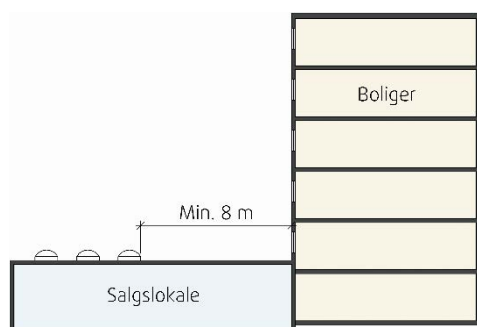


Fig. 26
Eksempel på plassering av overlys

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

27 Mekaniske egenskaper

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

Tabell 27
Strekkstyrke, bøyestyrke og E-modul (gjelder ved 20 °C)

Materiale	Strekkfasthet N/mm ²	Bøyefasthet N/mm ²	E-modul (strekk) N/mm ²
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 fra eksempelvis 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.

28 Montering og plassering på taket

Rammer og karm

Elementer kan ha fast karm eller være åpningsbare (hengslet) med karm og ramme, avhengig av hvilke funksjoner elementet skal ha. For å begrense varmetapet, anbefales imidlertid plassbygde sokler 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 karm er normalt en sikrere løsning med mindre fare for lekkasjer.

Fuktsikring

Taktekkingen bør trekkes godt opp, minst 200 mm opp på karmen. Det sikreste er å la luftet beslag eller kledning på utsiden overlappende avslutningen av tekkingen.

Det må monteres et beslag som overlapper avslutningen av takbelegget. Beslaget må forankres for å hindre avblåsning. Se også Byggedetalj 525.775 for eksempler på fuktsikre løsninger.

Dersom det benyttes treverk i sokkelen bør man enten isolere treverket på utvendig side med trykkfast, ubrennbar isolasjon eller benytte smart dampspærre på innsiden i stedet for tradisjonell dampspærre. En slik dampspærre har

variabel dampmotstand avhengig av relativ luftfuktighet (RF) i miljøet rundt, og slipper lettere gjennom fuktighet ved høye RF nivåer. Dermed vil treverket ha mulighet til å tørke innover. Ved bruk av smart dampsperre er det viktig at det ikke er for stor fuktbelastning fra lokalene innenfor, da høy innvendig RF vil føre til at treverket fuktes opp.

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.

Innbruddsbeskyttelse

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

Monteringsløsninger

Figur 28-30 beskriver løsninger for montering av overlyselementer. .

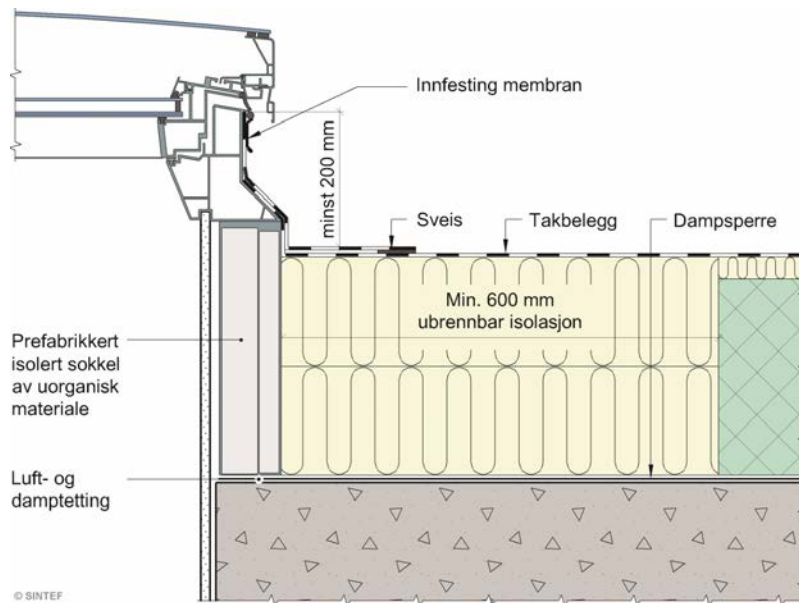


Fig. 28 a

Overlyselement montert på prefabrikkert isolert sokkel av uorganisk materiale.

Noen produsenter leverer prefabrickerte isolerte sokler som er tilpasset overlyselementet. Etter at sokkelen og takisolasjonen er montert, tekkes sokkelen inn ved å føre takbelegget helt opp til karmen med klemt avslutning. Minimum avstand fra takflate til avslutning av tekking bør være 200 mm.

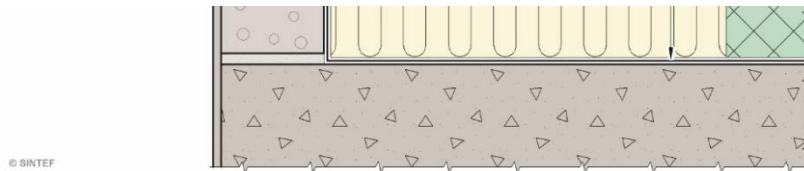


Fig. 28 b

Overlyselement monterert på plassbygd sokkel av lettklinkerblokk.

På betongtak vil overlys som er monterert på en plassbygd sokkel av lettklinkerblokk være en robust løsning. Murverket må porettes på innvendig side for å hindre luft- og dampgjennomgang i lettklinkerblokken. For å forbedre U-verdien til sokkelen kan man isolere lettklinkeren utvendig med ubrennbar trykkfast isolasjon, eller bruke kjerneisolerte lettklinkerblokker.

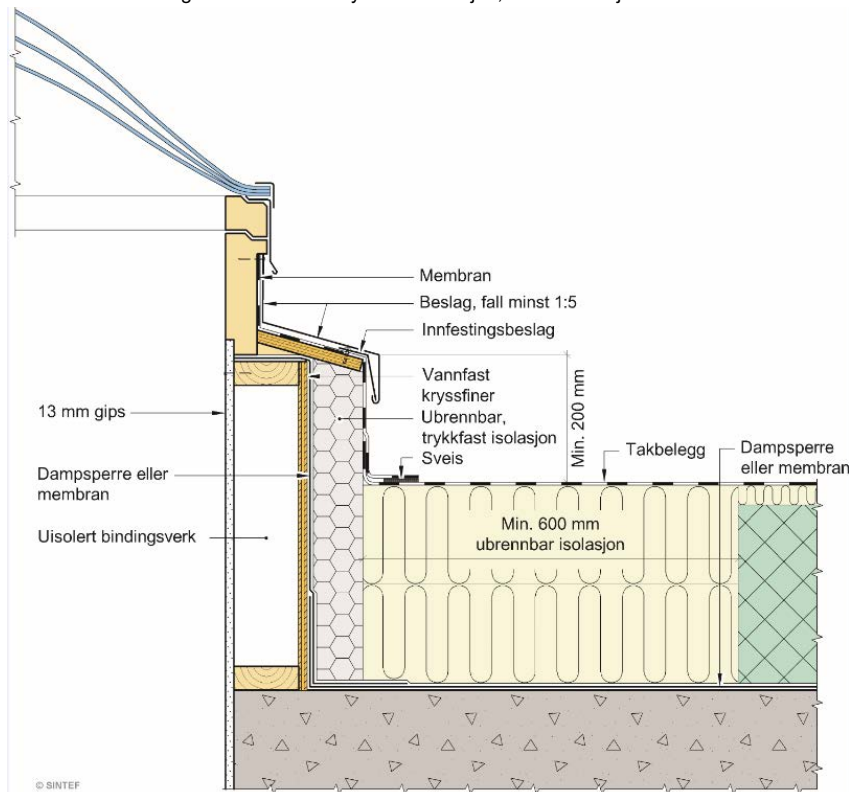


Fig. 29 a

Overlyselement monterert på plassbygd sarg av uisolert bindingsverk.

Dersom man bygger opp en sarg som overlyskarmen settes på, er det viktig at man ikke bruker organiske materialer mellom de damprette sjiktene. Dampsperran i taket føres opp på utsiden av sargen, som isoleres utvendig med trykkfast og ubrennbar isolasjon. Alternativt kan man isolere sargen og benytte smart dampsperre på innsiden, som vist i figur 29 b.

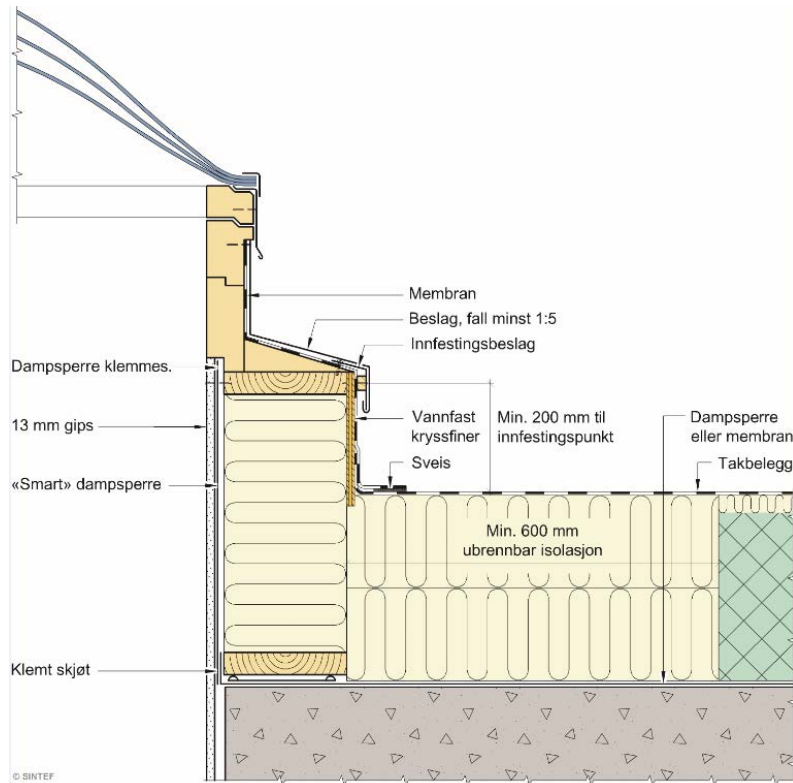


Fig. 29 b

Overlyselement monteret på plassbygd sarg av isolert treverk med smart dampsperre.

Ved å bruke en smart dampsperre på innsiden av sargen kan man isolere hulrommene i bindingsverket. Treverket bør ha et maksimalt fuktinnhold på 15 vekt-% ved innbygging, og løsningen bør ikke brukes i lokaler med høy fuktbelastning.

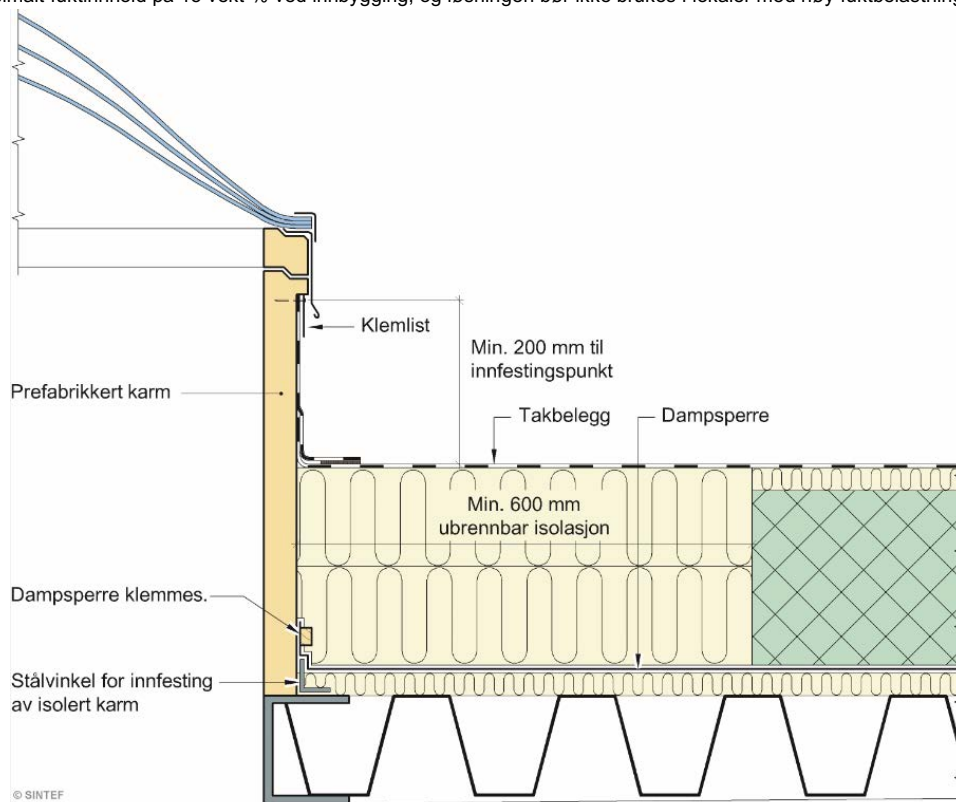


Fig. 30 a

Overlyselement monteret på prefabrikkert karm

Noen overlyskarmen kan bestilles i så stor høyde at karmen kan monteres uten at man må bygge opp en sokkel eller sarg. Overlyset må da monteres før man tekker taket. Dampsperran i taket kan avsluttes ved å klemme den mot overlyskarmen. Dersom karmen er utett, må dampsperran føres opp til taktekkning. Denne løsningen har en dårlig U-verdi, og egner seg best over delvis oppvarmede eller uoppvarmede lokaler. For å forbedre U-verdien kan man isolere karmen på utsiden, som vist i figur 30 b.

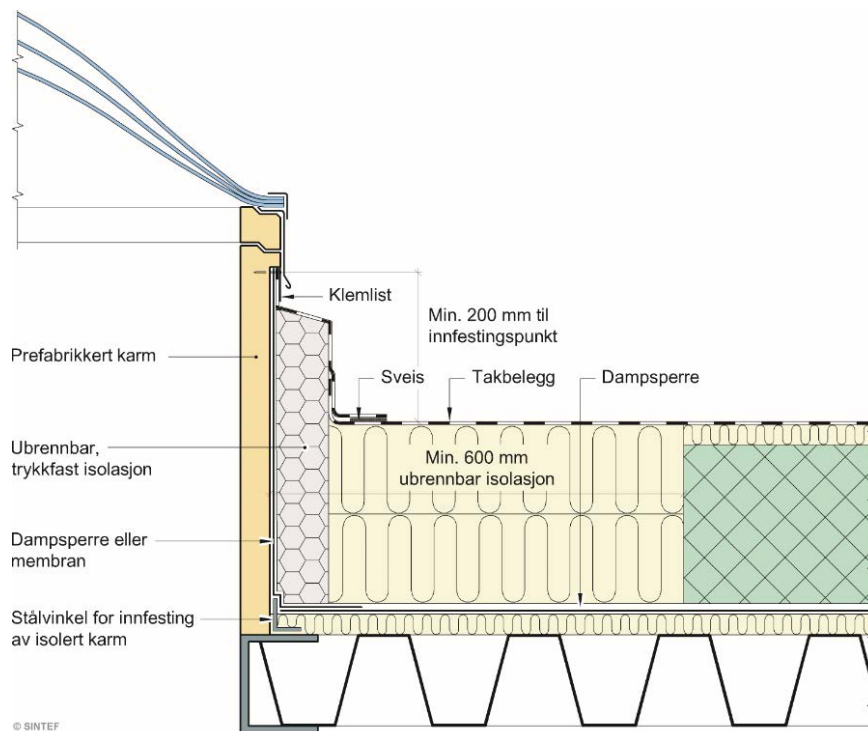


Fig. 30 b

Overlyselement monteret på prefabrikkert karm med isolasjon på utsiden.

Lik løsning som i figur 30a, men med trykfast, ubrennbar isolasjon på utsiden for å bedre U-verdien til karmen. Dampsperran bør føres helt opp til toppen av tekkingen. For å bedre fuksikkerheten til løsningen ytterligere kan man bytte ut dampsperran på karmen med membran.

29 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 vedlikeholdsritt 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

I henhold til TEK skal det kunne utføres renhold og vedlikehold av overlys uten fare for fallskader. Se [13] når det gjelder overlyselementer som har funksjon som brann- og røykventilasjon.

3 Friskluftinntak i ventilasjonsanlegg. Skjerming mot snø- og regninndrev

31 Innledning

SINTEF 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.

32 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 to prinsipper 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.

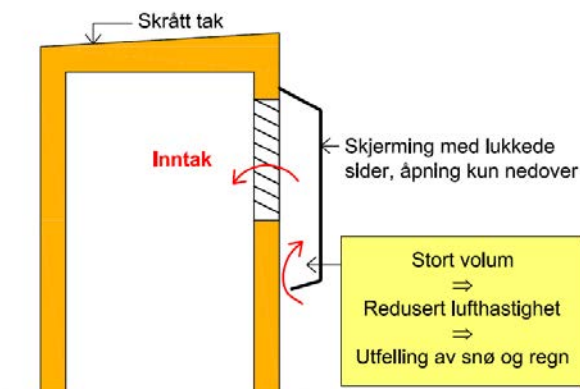


Fig. 32

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

33 Helserisiko

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 helserisiko er det ikke stilt spørsmålstegn ved, og mange mennesker har blitt syke på grunn av innestengt fukt og påfølgende muggsoppvekst.

34 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.

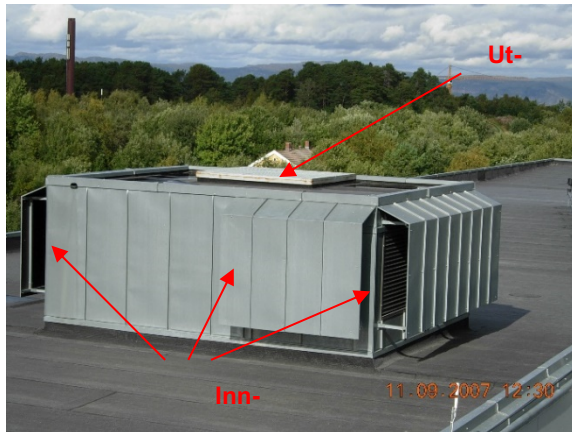


Fig. 34 a

Skjermet friskluftinntak på taket. Vertikale inntak på sidene og horisontalt utkast på toppen. Foto: SINTEF



Fig. 34 b

Skjermet friskluftinntak på taket. Vertikale inntak på sidene og horisontalt utkast på toppen. Foto: SINTEF



Fig. 34 c

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

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 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.

35 Eksempel 2 – Lite inntak

Et kombinert forretnings- og leilighetsbygg i Sør-Trøndelag opplevde vannlekkasjeproblemer fra taket. SINTEF deltok på en befaring og foretok en del undersøkelser som viste at noe av lekkasjevannet var forårsaket av snø- og vanninndrev 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 dampsperre 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. 35 a

Et av friskluftinntakene (for to leiligheter) uten skjerming mot regn- og snøinndrev. Foto: SINTEF



Fig. 35 b

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

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.

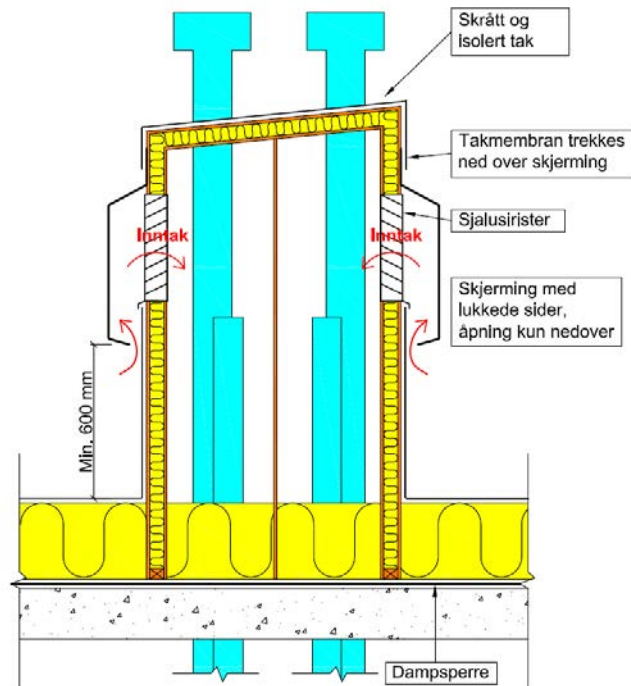


Fig. 35 c

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.

4 Behov for snøfangere på skrå kompakte tak

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 snøfangere og hvilke krefter må snøfangerene ta opp.

4.1 Metodikk for måling av snøfriksjon

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

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

Metode B gir statisk friksjonskoeffisient mellom taktekkingen og pakket snø, samt mellom taktekkingen og pakket snø med underside av is. Denne metoden egner seg for taktekkinger med ru og glatte overflater. Metoden er ikke velegnet for slippvinkler mellom 0.1° og 1.0° (friksjonskoeffisienter mellom 0.002 og 0.02), og kan ikke benyttes for slippvinkler under 0.1° .

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 μ 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

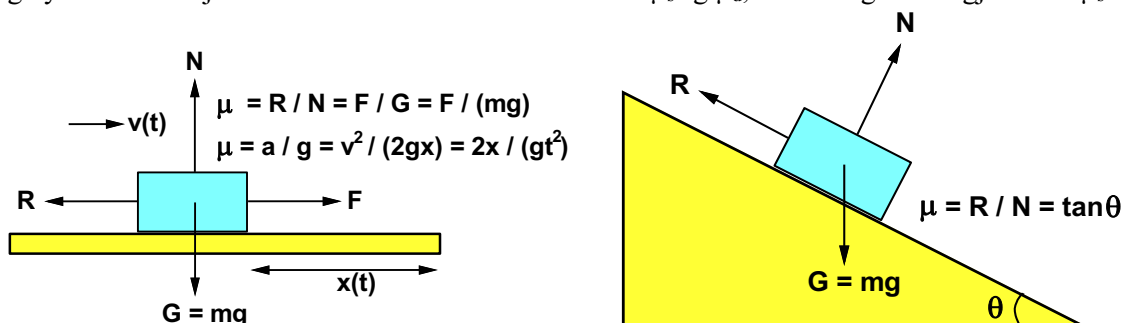
For *Metode B* friksjonskoeffisienten μ for takbelegget er gitt ved følgende likning (fig.1):

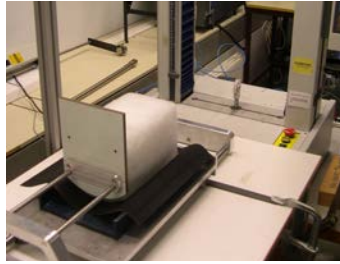
$$\mu = R / N = \tan \theta$$

hvor:

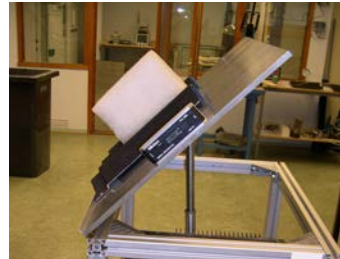
- R er friksjonskraft parallelt med prøvens overflate
- N er normalkraft på prøvens overflate
- θ er slippvinkel som tilsvarer helningsvinkel mellom horisontalplan og skråplan når snøprøven begynner å slippe (skli nedover) skråplanet

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





a) Metode A



b) Metode B

Figur 41 a og b

Bestemmelse av friksjonskoeffisient mellom snø og taktekkning 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 taktekkning, samt hvilken tyngde snøprøven utøver normalt på taktekkningen. Friksjonskoeffisienten μ finnes for hver enkeltmåling ved å dividere trekkraften F på tyngden $G = mg$ av snøprøven ($\mu = F/G$). Statisk friksjonskoeffisient μ_s beregnes av maksimal trekkraft som registreres før snøprøven begynner å gli. Dynamisk friksjonskoeffisient μ_d beregnes av middelveidien av trekkraften over en gitt glidelengde.

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 μ finnes for hver enkeltmåling ved å ta tangens til slippvinkelen θ ($\mu = \tan \theta$). Dette er den statiske friksjonskoeffisienten μ_s .

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

42 Klassifisering av taktekn timer samt anbefalte friksjonsfaktorer

I tabell 1 er det vist et eksempel på hvordan en kan klassifisere taktekn timer og materialoverflater med tanke på deres målte slippvinkel og snøfriksjonskoeffisient. De oppgitte slippvinklener og friksjonskoeffisientene gjelder for forsøk beskrevet i kapittel 41 og må ikke brukes ukritisk, for eksempel på takflater med stor varmegjennomgang i taket.

Tabell 42

Klassifisering av taktekn timer og materialoverflater på basis av anbefalte slippvinkler θ og snøfriksjonskoeffisienter μ .

Slippvinkel for snø og is θ for noen taktekn timer og takinstallasjoner				
θ	Type taktekn timer og materialoverflate	Anbefalt slippvinkel θ_{rec}	Anbefalt friksjonskoeffisient μ_{rec}	Ønskelig å beholde snøen på taket ?
Svært liten	Glass Takvindu Solpanel Solcellepanel BIPVs	$\leq 3^\circ$	≤ 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	$\geq 14^\circ$	≥ 0.25	ja - bruk av snøfangere må vurderes
Moderat	Ru betongtakstein Takshingel Bestrødd asfalttakbelegg	$\geq 27^\circ$	≥ 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 Byggeforskserien Byggedetaljer 525.931 Snøfangere.

5 Permanent sikringsutstyr

Del 6 behandler sikringsutstyr for arbeid på tilnærmet flate tak og terrasser. 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.

51 Bakgrunn

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.

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 arbeider 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.

52 Offentlige bestemmelser

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.

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". Overtredelse av forskriftene er straffbart.

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

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.

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

53 Krav til permanent utstyr

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

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.

Dør, luke og stillas er tilfredsstillende atkomst til tak.

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 stigevangen. Fasadestiger skal ha repos for hver sjette meter og stigene skal føres minst 1 m over tak.

Brannredningsstiger godkjennes ikke som fasadestiger.

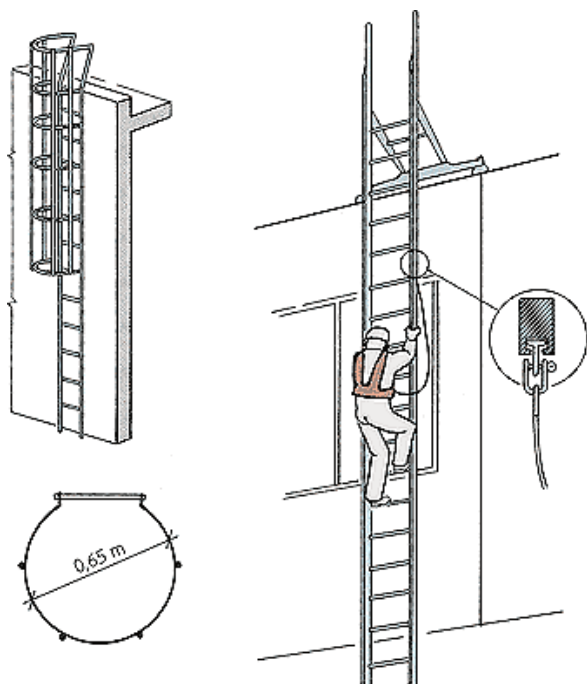


Fig. 53
Fasadestiger

54 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. 54, 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. 54 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 sikkerhetsselen kan festes til. Før eller senere vil slikt sikkerhetsutstyr komme til nytte f.eks ved vedlikeholdsarbeider på takbelegg eller på teknisk utstyr.



Fig. 54
Eksempel på festepunkt for sikkerhetsline



55 Montering, festemetoder og tettedetaljer

Både midlertidig og permanent sikringsutstyr skal festes som angitt i monteringsanvisningen for produktene. Skruer, festeskiner, 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

56 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

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 3490 Prosjektering av konstruksjoner. Krav til pålitelighet
- NS-INSTA 650 Stiger – Bærbare stiger
- NS-EN 1990 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner
- NS-EN 1991-1-4 Laster på konstruksjoner – Del 1-4: Allmenne laster - Vindlaster
- NS-EN 516 Prefabrikkert tilbehør for tak – Utstyr for takatkomst – Takbruer, brede og smale taktrinn
- NS-EN 10456 Byggematerialer og -produkter – Prosedyrer for bestemmelse av deklareerte og praktiske termiske verdier

Byggforskserien

Byggdetaljer:

- 421.626 Beregning av gjennomsnittlig dagslysfaktor og glassareal
- 471.013 U-verdier. Tak.
- 471.043 Vindlaster på bygninger
- 471.111 Beregningsmetode for å unngå kondens eller muggvekst på innvendige overflater
- 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
- 525.207 Kompakte tak
- 525.775 Overlyselementer i kompakte tak
- 525.931 Snøfangere
- 544.103 Tekking med profilerte metallplater på undertak
- 544.202 Tekking med takfolier
- 544.203 Tekking med asfalt takbelegg
- 573.344 Varmeisolasjonsmaterialer. Typer og egenskaper

Nettsteder

www.tpf-info.org

Litteratur

- [1] Takprodusentenes forskningsgruppe. TPF informerer nr. 5. Festing av fleksible takbelegg. SINTEF Community.
- [2] Takprodusentenes forskningsgruppe. TPF informerer nr. 6. Brann tekniske konstruksjoner for tak. SINTEF Community.
- [3] Takprodusentenes forskningsgruppe. TPF informerer nr. 7. Dampsperrer i tak. SINTEF Community.
- [4] Noreng, Knut og Strandholmen, Bjørn. Vindlast på flate tak. Innfesting av fleksible takbelegg. Prosjektrapport 380, Norges byggforskingsinstitutt / TPF. Oslo, 2004
- [5] Kvande, Tore; Uvsløkk, Sivert og Bergheim, Einar. Beslag mot nedbør. Anvisning 38, Norges byggforskingsinstitutt. Oslo, 2002
- [6] J. A. Lynes. Principles of natural lighting. Elsevier Pub. Co. Desember 1968
- [7] Kvande, Tore og Lisø, Kim Robert. Utforming av parapetbeslag. Rapport 120, Norges byggforskingsinstitutt. Oslo, 2006
- [8] Melding HO-3/2000 Røykventilasjon. Temaveiledning. Statens bygningstekniske etat. Oslo, 2000