

 **BILLIGT KAN BLIVE DYRT**  
OM LETTE UNDERTAGE OG ÅBNE TAGDÆKNINGER

## ▶ BILLIGT KAN BLIVE DYRT

Erfaringerne fra BvB's eftersyn viser, at der er svigt og skader i mellem 70 og 80% af de eftersete tage, og at 60% af de skadeanmeldelser, der godkendes, vedrører tagkonstruktionen. Taget er ikke alene den bygningsdel, hvor BvB ser det største antal svigt og skader, men skaderne kan - nok så væsentligt - få alvorlige økonomiske konsekvenser med store udgifter til udbedring eller eventuel udskiftning.

Lette banevarer er i sig selv materialer med mindre robusthed overfor slid og påvirkninger fra vejrlig og omgivende bygningskonstruktioner, og får - i kombination med en åben tagdækning (som vingetegl) - yderligere sårbarhed overfor fejl i projektering og udførelse.

Eftersynene er gennemført i fire forskellige byer, i seks typiske byfornyelses-ejendomme som alle er renoveret med en kombination af vingetegl og undertag af lette banevarer.

De 6 eftersyn viser, at netop kombinationen af åben tagdækning og let undertag kan føre til alvorlige svigt og skader. BvB's konklusion er således, at hele tagdækningen inklusiv undertag skal omlægges i 2 ejendomme, at mansardtagets øverste del skal omlægges på 1 ejendom, mens der i de sidste 3 ejendomme er behov for partielle udbedringer. Udbedringsomkostningerne vil variere, men det kan for disse ejendomme hurtigt konstateres, at den billige løsning kan vise sig at blive dyr. De registrerede problemer knytter sig både til valg af tagdækning og undertag, og til forskellige typer af fejl i udførelsen. Efter BvB's opfattelse kunne mange af problemerne være undgået eller stærkt reduceret, hvis der allerede ved projekteringen og på beslutningstidspunktet var valgt mere robuste materialer og løsninger, som f.eks. et fast undertag.

- ▶ En vejledning for bygherrer, rådgivere og entreprenører i udførelse af enkle og sikre tagløsninger med lang levetid.

For at belyse de alvorlige økonomiske konsekvenser af svigt og skader i tage har BvB foretaget en række beregninger på to af de udvalgte ejendomme. Beregningerne viser dels, at merprisen ved valg af tagrenovering med et mere sikkert undertag (fast undertag eller tung banevare) kun udgør ca. 9-25% i forhold til tagrenovering med en let banevare, dels at udgiften til udskiftning af et skadet undertag er større end den oprindelige tagrenoveringsudgift. Beregningerne viser derudover, at merudgiften til et mere sikkert undertag kun udgør omkring 1-3% af den samlede bygningsrenovering, altså en forholdsmæssig lille andel. Besparelsen ved at vælge et "billigt", let undertag står således ikke mål med den betydelige økonomiske risiko, som bygherren udsætter sig for.

De gennemførte eftersyn viser, at valg af tagløsning kræver særdeles stor opmærksomhed - ikke mindst af økonomiske årsager. BvB's anbefalinger på området kan i korthed sammenfattes til:

- Vælg et fast undertag (BYG Klasse 1) ved renovering af komplicerede tagflader (de fleste byfornyelsesejendomme).
- Vælg et fast undertag (BYG Klasse 1) eller en tung banevare (BYG Klasse 2) ved renovering af ejendomme med mindre komplicerede tagflader.

Valg af sikre undertage giver den bedste totaløkonomiske løsning og dermed den bedste sikring af offentlige investeringer. Med et fast undertag opnås parallel levetid mellem tagdækning og undertag på ca. 60 år.

Det er BvB's ønske, at dette temahæfte vil give anledning til eftertanke hos alle, som er involveret i planlægning og udførelse af tagrenoveringer - bygherrer, kommuner, tekniske rådgivere og entreprenører, og at hæftet kan bidrage til at risikobetonede løsninger vælges fra, så antallet af byggetekniske og økonomiske fejltagelser derved reduceres. Efter BvB's oplysninger forlanger flere kommuner (blandt andet København, Århus og Aalborg) nu fast undertag som forudsætning for tildeling af byfornyelsesstøtte.

**BvB's beregninger viser, at en merudgift på kun 1-3% af en samlet bygningsrenovering kan give en bedre og mere sikker undertagsløsning med lang levetid.**

**BvB anbefaler, at bygningsrenoveringer altid udføres med et fast undertag - eller eventuelt med et undertag af en tung banevare.**

**BvB's erfaringer bruges.**



## INDHOLD

---

- 5 Lette undertage og åbne tagdækninger
- 8 Registrerede problemer
- 16 Økonomiske konsekvenser
- 20 BvB's anbefalinger
- 24 BvB's særlige tageftersyn
- 30 Ordliste
- 32 Litteratur og henvisninger

- ▶ Når lette undertage kombineres med åbne tagdækninger stiger risikoen for svigt og skader.

Men hvad er åbne tagdækninger og lette undertage, og hvordan klassificeres de enkelte produkter ?

## ▶ LETTE UNDERTAGE OG ÅBNE TAGDÆKNINGER

I Danmark er et flertal af ejendommene i byernes ældre kvarterer dækket med tegl. Førhen blev disse tegltage sikret mod indtrængende vand og fygesne ved hjælp af en understrygning af tagstenene. Dette var muligt, fordi der typisk ikke var indrettet beboelse i tagetagen, og kravet til tagets tæthed var mindre end i dag.

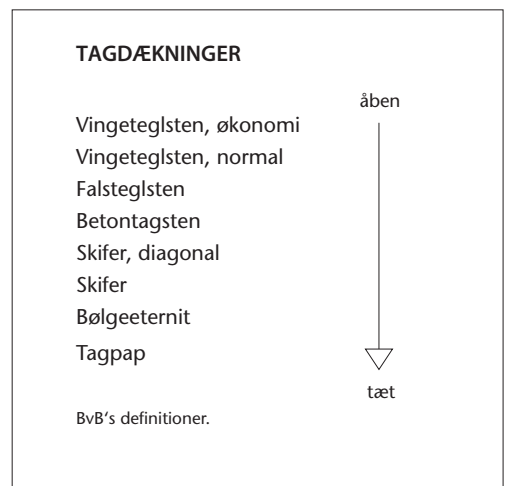
Siden 1950'erne er stort set alle isolerede tegltage forsynet med undertag. Hermed er den primære sikring af bygningen mod vandindtrængen flyttet fra tagsten til undertag. Det er undertaget, som i sidste ende skal sikre, at regnvand og fygesne, som måtte trænge ind under tagdækningen, bliver ledt sikkert ned i tagrenden. Specielt ved mere åbne tagdækninger er undertaget således blevet bygningens egentlige klimaskærm på taget.

### ÅBEN TAGDÆKNING

Tegltage kan have en mere eller mindre åben karakter. Åbne tagdækninger er tagsten uden fals, såkaldte vingetegl.

Vingetegl findes i forskellige typer. Forskellen mellem de forskellige typer af vingetegl ligger først og fremmest i størrelsen af overlæg mellem de enkelte sten. Den traditionelle vingetegl, der i dag enten betegnes lille dansk eller gammel dansk, har et overlæg på ca. 7 cm, og der bruges ca. 14 sten/m<sup>2</sup>. I de nye typer af vingetegl er overlægget reduceret til ca. 3-4 cm og forbruget af sten dermed til ca. 12 sten/m<sup>2</sup> - heraf betegnelsen „økonomitegl.“

Et tag med vingetegl har en levetid på over 50-60 år, og nogle ligger i 100 år, inden de udskiftes.





### FAST UNDERTAG OG BANEVARE

Et fast undertag er et undertag opbygget af brædder eller krydsfiner, pålagt en overpap eller lignende.

Banevarer er enten til diffusionsåbne (uventilerede) eller diffusionslukkede (ventilerede) konstruktioner. BvB skelner mellem:

- lette banevarer (ca. 130-250 g/m<sup>2</sup>) og
- tunge banevarer (ca. 1000-1500 g/m<sup>2</sup>).

Et fast undertag anslås at have en levetid på 50-60 år. BvB skønner, at de stærkeste banevarer har en levetid på 30-40 år, mens de lette banevarer må antages at have en væsentlig kortere levetid. Forholdet mellem levetider i tagdækning og undertag er af afgørende betydning for tagets samlede holdbarhed og økonomi, set over en længere årrække. Der bør være parallel levetid mellem tagdækning og undertag.

### KLASSIFICERING AF UNDERTAGE

For at skabe overskuelighed i det store udbud af produkter til tage har BYG (Byggeriets Arbejdsgivere) - i forlængelse af materiale fra TOP (Træbranchens Oplysningsråd) - udarbejdet en samlet oversigt, hvor undertagsprodukterne er opdelt i fire klasser. Oversigten, som bygger på leverandørernes egne oplysninger og dokumentation, kan ses som et skridt i retning af en fælles referenceramme på området.

BYG's oversigt gør det muligt at vælge produkter, der modsvarer kravene i de enkelte byggerier, fra enkle tagopgaver til komplicerede opgaver med høje kvalitetskrav. Produkter i Klasse 1 har de bedste brugsmæssige egenskaber og den længste dokumenterede levetid, og så fremdeles ned til Klasse 4, som ikke er omfattet af specifikke dokumentationskrav. Produkter med utilstrækkelig dokumentation henføres i BYG's oversigt til "Klasse kan ikke oplyses."

Renoveringsarbejder på tage i typiske byfornyelsesejendomme repræsenterer noget af det mest krævende tagbyggeri. Gammel byggeskik og ny renoveringsteknologi skal her mødes i tage, som ofte har komplicerede opbygninger med mange brudte flader. Det er således BvB's opfattelse, at der til disse byggerier kun bør anvendes produkter svarende til klassifikationsoversigtens Klasse 1, eller eventuelt Klasse 2.

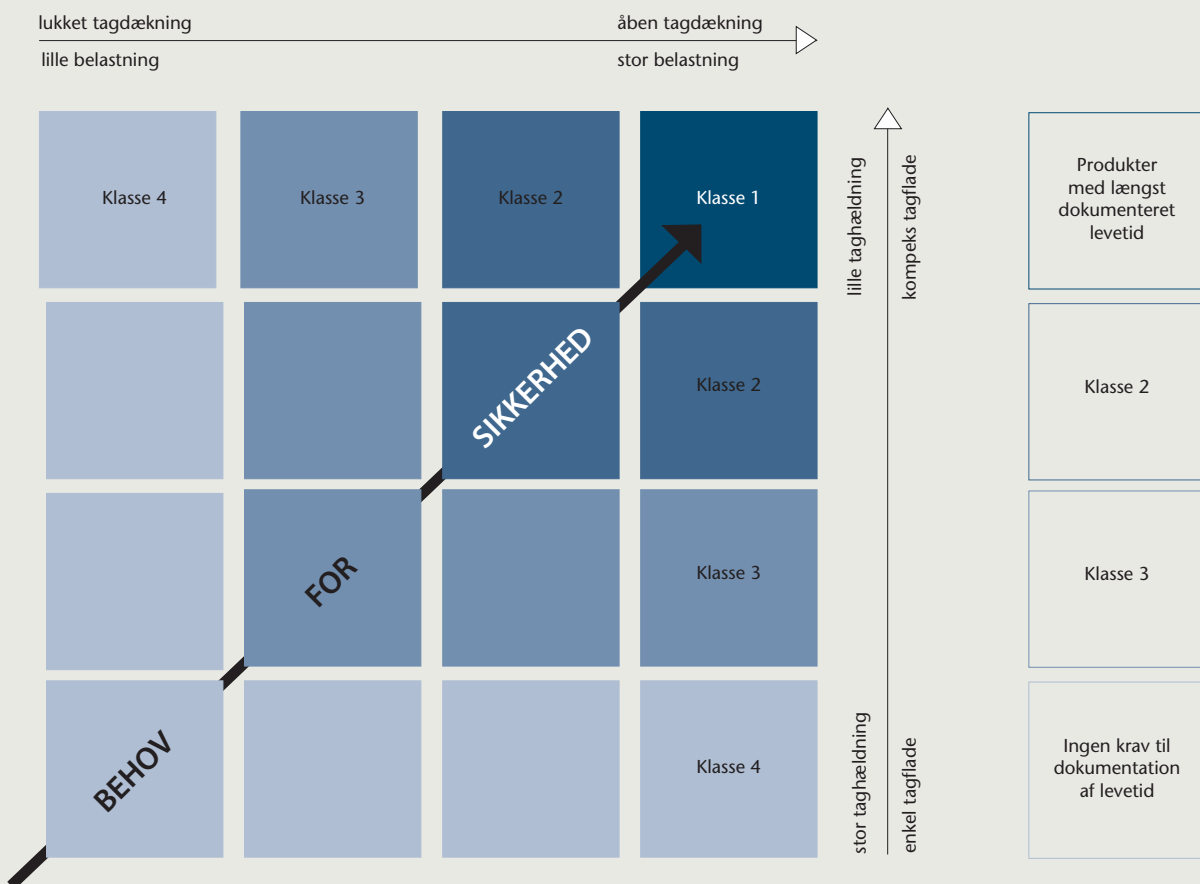
## UNDERTAGE BYG KLASSE 1

I henhold til BYG's klassifikationsoversigt 2001 er kun 3 undertage klassificeret som klasse 1:

1. Brædder eller krydsfinér med 1 lag tagpap.
2. Brædder eller krydsfinér med polyestervævsarmeret folie.
3. Brædder eller krydsfinér med blødgjort 1,2 mm PVC med polyestervævsarmering.

► Læs mere i artiklen "Undertage er stadig et risikabelt marked", BYG november 2001, udarbejdet af teknisk chefkonsulent Niels Strange. Artiklen kan ses i Byggeriet 10 eller downloades fra [www.byg.dk](http://www.byg.dk).

## ANVENDELSESOMRÅDE FOR BYG'S 4 UNDERTAGSKLASSE



- ▶ For at få en vurdering af omfang, årsager og risiko ved svigt i forbindelse med lette undertage har fonden gennemført særlige tageftersyn i 6 udvalgte ejendomme.

De særlige tageftersyn bekræfter, at svigt og skader i tagdækninger og undertage har alvorlige byggetekniske og dermed økonomiske konsekvenser.

## ▶ REGISTREREDE PROBLEMER

BvB har i løbet af 2001 gennemført 6 særlige eftersyn af tage opbygget med en kombination af åbne tagdækninger og lette undertage. Eftersynene er gennemført i ejendomme, hvor der ved normaleftersynet er registreret udbredte svigt og skader i både tagdækning og undertag.

### DE UNDERSØGTE EJENDOMME

De undersøgte ejendomme ligger i 4 forskellige byer og repræsenterer typiske byfornyelsesejendomme fra slutningen af 1800-tallet og op til midten af 1900-tallet. Der er i alle ejendomme gennemført en traditionel tagrenovering med ny tagopbygning, ny tagdækning, undertag og efterisolering.

I alle ejendommene er tagetagen udnyttet til beboelse. Fire af ejendommene har almindeligt skråtag og to ejendomme har mansardtag. Taghældningerne ligger mellem 40 og 45 grader.

- Alle tagdækninger er udført med vingetegl. 4 ejendomme har tagdækning med traditionelle vingetegl og 2 ejendomme med såkaldte "økonomitegl."
- Alle undertage er udført med produkter, som benævnes lette banevarer. 2 undertage er klassificeret som BYG Klasse 3 (se side 7), mens 1 er i kategorien "Klasse kan ikke oplyses." Til 3 af undertagene er anvendt produkter, som siden er udgået.

- Efterisolering er indbygget i tagkonstruktionens skrå tagflade. Der er spidsloft i alle ejendomme med adgang for opsyn af undertagets synlige del.

### UNDERSØGELSESMETODE

For at få en tilbundsgående og præcis registrering af alle svigt og skader, er der i samarbejde med arkitektfirmaet Stig Trøst udviklet en systematik til detaljeret registrering af alle tagets dele og elementer. Systematikken er nærmere beskrevet på side 24-29.

Undersøgelsen har udover traditionel opmåling omfattet adskillelse af udvalgte tagområder, samt prøveoplægning af tagdækning med korrekte overlæg for sammenligning med de registrerede forhold.

Der er lagt særlig vægt på, at undersøgelserne kan dokumentere omfanget af større åbninger i tagdækningen, som kan belaste undertaget ekstraordinært med vind, regn og ultraviolet lys.

### DE REGISTREREDE PROBLEMER

Der er i de undersøgte ejendomme registreret udbredte svigt og skader i de udførte tagrenoveringer. De registrerede svigt og skader - som omfatter problemer i både tagdækning, undertag og efterisolering - er karakteristiske for de byggetekniske problemer, som BvB i en række tilfælde har kunnet konstatere efter tag-





#### ◀ *Indvendig feltundersøgelse*

Som led i de særlige tageftersyn er der foretaget oplukning af undertag i udvalgte felter. Åbningen muliggør kontrol af tagbindernes placering og montering.

#### ▼ *Udvendig feltundersøgelse*

Tagsten og taglægter er nedtaget og prøveoplagt med korrekte lægteafstande. Billedet viser den opsummerede forskydning fra tagfod til kip mellem lægteafstande i oprindelig oplægning (venstre side i foto) og prøveoplægning (højre side i foto).



overlæg, men er "trukket" over hele tagfladen. Der er således eksempler på tagflader, som "mangler" 3-6 rækker tagsten fordelt over længden på en bygning på 3 opgange. Tilsvarende "mangler" der på et tag 1 vandret række tagsten mellem tagfod og kip.

De mange åbninger i tagdækningen medfører en overbelastning af undertaget. Vind får undertaget til at blafre, regn trænger gennem huller i tagdækningen og videre ned i konstruktionen via huller i undertaget, og ultraviolet lys kan med tiden nedbryde undertaget. På tre af de seks ejendomme er der registreret udbredte lysindfald på undertage.

#### *Svigt i undertag og efterisolering*

Der er registreret udbredte huller og rivninger på alle undersøgte undertage. Flere af de anvendte undertage er så skrøbelige, at de har haft vanskeligt ved at modstå de påvirkninger, som er kommet fra vejrliget og fra de konstruktioner, som undertaget er bygget sammen med. Undertagene har ikke haft den overskydende robusthed, som er nødvendig, når der er større utætheder i selve tagdækningen.

BvB's eftersyn viser derudover, at undertag af lette banevarer meget let bliver hullet af tagstensbindere eller bliver skadet, når isolering på grund af for lille indbygningshøjde trykker undertaget op mellem taglæggerne.

reoveringer, hvor der er anvendt en kombination af åben tagdækning (vingeteg) og undertag af lette banevarer.

#### *Svigt i tagdækning*

Flere tage har store åbninger i overlæg mellem tagsten jævnt fordelt over hele tagfladen. Tagstenene er ikke oplagt med forskriftsmæssigt

- ▶ De registrerede problemer knytter sig både til uhensigtsmæssige valg af konstruktioner og produkter og til fejl i projektering og udførelse.

### PROBLEMERNES OMFANG

Ved BvB's samlede risikovurdering skelnes der mellem partielle svigt og mere udbredte svigt i hele tagfladen/ konstruktionen.

#### *Behov for partiel udbedring*

Partielle svigt kan som regel udbedres uden større adskillelser af konstruktioner.

#### *Behov for omlægning af tag*

Hvis der derimod er tale om udbredte svigt og skader med utæthed i både tagdækning og undertag, er det ikke tilstrækkeligt med en partiel udbedring. I disse tilfælde kan det være nødvendigt med en adskillelse af den samlede tagopbygning ned til spærfag og en efterfølgende retablering af hele tagkonstruktionen med nyt undertag, afstandslister, taglægter mv. og med genoplægning af tagsten.

#### *De 6 undersøgte ejendomme*

Blandt de undersøgte ejendomme fordeler problemerne sig således:

- 3 ejendomme har svigt og skader med behov for partiel udbedring af større eller mindre dele af taget. Det drejer sig primært om mindre opretninger i tagdækningen, om sikring af lette undertage med fast underlag ved vandrender over kviste, samt om opretning af tagfod.

- 1 ejendom har behov for omlægning af hele mansardtagets øverste del.
- 2 ejendomme har omfattende og udbredte svigt og skader med behov for en fuldstændig omlægning af hele tagdækningen inklusiv undertaget.

### PROBLEMERNES ÅRSAGER

De registrerede svigt og skader har i forskelligt omfang deres årsag i:

- Valg af produkter med utilstrækkelig sikkerhed (f.eks. undertage som ikke er robuste nok til indbygning i den aktuelle tagkonstruktion).
- Fejl i projektering (f.eks. manglende anvisning af faste underlag for undertag ved gennemføringer og samlinger).
- Fejl i udførelse - dårligt håndværk (f.eks. udeladelse af prøveoplægning med kontrol af lægteafstande og dækbredder, jf. Tegl 36).
- Utilstrækkeligt tilsyn og utilstrækkelig kvalitetssikring (f.eks. manglende opfølgning af påtalte fejl i udførelsen).
- Utilstrækkelig dokumentation af ændringer under udførelsen.
- Sjusket aflevering og mangelopfølgning.

### DETALJER FRA DE UNDERSØGTE EJENDOMME

På de efterfølgende sider er gengivet en række byggetekniske problemer i de undersøgte ejendomme.

## TAGDÆKNING

*For lille overlæg mellem tagsten* ►  
Dækbredde og dæklængde på tagsten afviger fra det korrekte. Tagstenene er "trukket", så overlægget er blevet for lille, og der er opstået åbninger. Medfører større vand- og vindbelastning af undertaget.

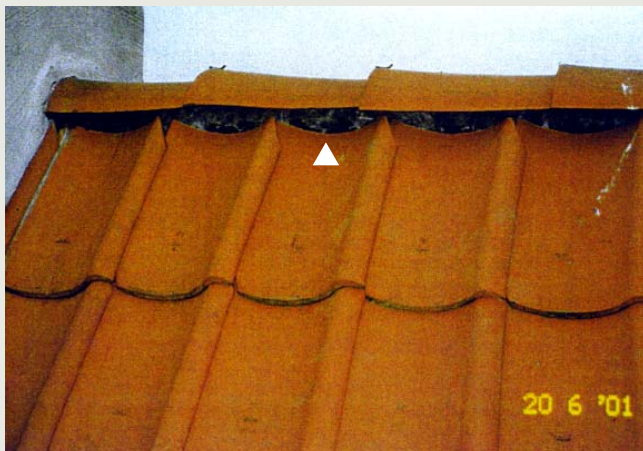


*For store åbninger ved skrå hjørner* ►  
Manglende tæthed i de skrå hjørner i krydssamlinger mellem fire tagsten. Tagstenene er ikke lagt med de korrekte overlæg i begge retninger. Medfører blandt andet skadelig ultraviolet lys, der nedbryder undertaget.



◀ *Ukorrekt montering af tagbindere*  
Ustabil tagdækning på grund af manglende tagbindere eller ukorrekt indbyrdes placering af tagbindere. Risiko for at tagsten kan suges af ved hård vindbelastning.

*Manglende afdækning ved tagrygning* ►  
Ukorrekt fastgørelse af rygningsten og manglende afdækning, der udsætter undertaget for ultraviolet lys.



*Isolering presser undertaget op* ►

På grund af for lille indbygningshøjde presser isoleringen undertaget op mellem taglæggerne, så regnvand på undertaget ikke kan passere frit til tagrender. Regnvandet ledes i stedet ud til siden til samlinger over spær, hvor det kan trænge ind i konstruktionen.



*Fejl i underlag for taglægger* ►

Taglægger er svækkede, fordi de er kæmmet ned over afstandslist. Der er risiko for kollaps.



*For lille afstandsliste ved tagfod* ►

Krydsfinér ved tagfod er udformet så afstandslisten kun er 12 mm høj. Der er risiko for, at blade og gammelt byggeaffald blokerer den frie højde, så vand ikke kan ledes til tagrenden.

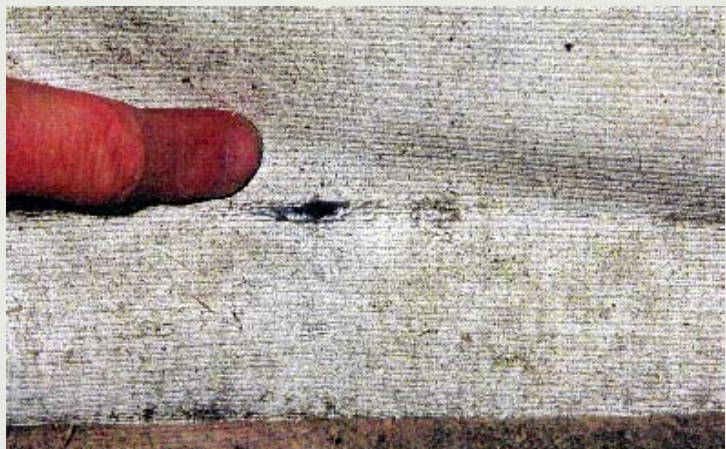


## UNDERTAG

*Sollys gennem tagdækning* ►  
Efter fjernelse af undertag ses lysindfald på grund af for lille overlæg mellem tagsten.



*Lysindfald på undertag* ►  
Sollyset ses som lyspletter på undertaget. Sollysets ultraviolette stråler medfører nedbrydning af undertaget på længere sigt.



▲ ▲  
*Huller fra tagbindere og taglægter*  
Huller i let undertag, som ikke kan tåle at "blafre" mod tagbindere og taglægter.

*Rivninger i undertag* ►  
Rivninger i undertag over spær på grund af manglende robusthed i produktet.



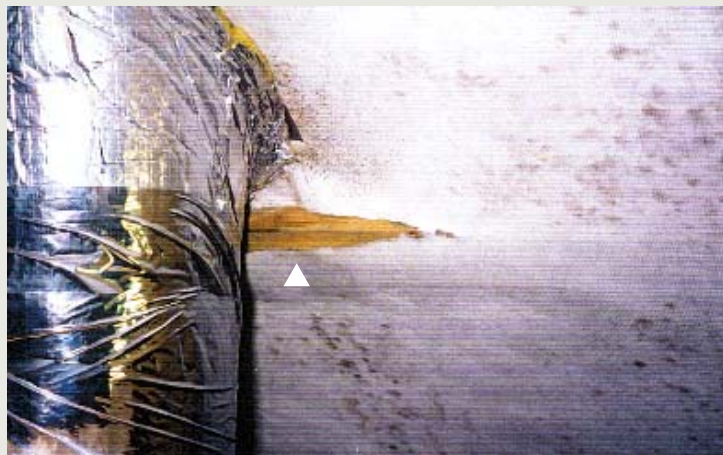


◀ **Åbninger mellem undertagsbaner**  
 Åbninger mellem undertagsbaner, oplagt på tværs af spær, på grund af uens „opstramning”. Spærafstande over 100 cm egner sig ikke til undertage af lette banevarer og kræver derfor mellemspær. Undertaget er utæt og opfylder ikke sin funktion.

**Ukorrekt opstramning** ▶  
 Undertagsstrammere (blafresikring) åbner overlægget mellem banerne. Undertagsstrammerne kan også kæntre og ”skære” i undertaget. Der er risiko for rivninger og huller i ikke robuste undertagstyper.



**Utæt installationsgennemføring** ▶  
 Undertaget er utæt på grund af ukorrekt installationsgennemføring. Der mangler fast underlag af f.eks. krydsfiner.



*Forkert udformning af skotrende* ►  
Skotrenden er ikke forsænket i plan med overside af spær, jf. Tegl 36 og BYG ERFA 971124-25. Regnvand på undertaget kan ikke afledes til skotrenden og tagrenden.



*For lille indbygningshøjde* ►  
For lille påføring på spær. Der er ikke plads til isolering, der derfor presser op mod undertaget (diffusionstæt) og derved spærrer for ventilering af skråtaget.



*Manglende ventilation* ►  
Vandret isolering presser mod undertaget (diffusionstæt) og spærrer for ventilering af skråtaget.



- ▶ For at belyse de økonomiske konsekvenser af svigt i tage har BvB fået foretaget en række beregninger på 2 af de undersøgte ejendomme.

Beregningerne viser, at besparelser ved valg af undertage med lav sikkerhed ikke står mål med den økonomiske risiko, som bygherren efterfølgende udsætter sig for.

## ▶ ØKONOMISKE KONSEKVENSER

Byggetekniske problemer - som beskrevet i det foregående afsnit - er ikke alene funktionelt belastende for bygningen og for dens brugere i det daglige, men kan i høj grad også have store økonomiske konsekvenser.

For at dokumentere dette har BvB - i forlængelse af de gennemførte tageftersyn - fået foretaget beregninger af forholdet mellem udgifter til forskellige tagløsninger og eventuelt senere udgifter til udbedring af alvorlige svigt.

Beregningerne, som er foretaget på to af de undersøgte ejendomme, understreger BvB's gentagne påpegning af nødvendigheden af at se tagløsninger som en langsigtet investering, hvor driftsforhold og levetid er lige så vigtige parametre som selve udførelsesudgiften.

Der er til beregningerne anvendt samme forudsætninger og samme beregningsmetode. Regionale prisforskelle og den usikkerhed, som altid vil ligge i sådanne prisberegninger, er ens for alle modeller og påvirker derfor ikke konklusionerne.

### BEREGNINGER PÅ TO UDVALGTE EJENDOMME

Beregningerne er foretaget på henholdsvis en ældre ejendom i Odense fra ca. 1890 med komplicerede tagformer og mange gennembrydninger og en ejendom i Århus fra 1940'erne med mindre komplicerede tagflader kun brudt af en række kviste. Ejendommene er på 2<sup>1/2</sup> etage.

#### *Renovering af gammelt tag - faktisk udført løsning*

- Renovering med undertag af let banevare - diffusionsåbent undertag, BYG kategori "Klasse kan ikke oplyses" (se side 7).

#### *Alternativ renovering af gammelt tag*

- der kunne i stedet være valgt

- Renovering med undertag af tung banevare - diffusionslukket undertag, BYG Klasse 2.
- Renovering med fast undertag - diffusionslukket undertag, BYG Klasse 1

#### *Udskiftning af skadet undertag*

- når det er gået galt

Udbedring af alvorlige svigt i undertag oprindeligt udført som løsning a). Demontering, ændring af tagopbygning, oplægning af nyt undertag og genoplægning af tagdækning (+15% nye teglsten).

- Skadet undertag (løsning a) ændret til tung banevare.
- Skadet undertag (løsning a) ændret til fast undertag.

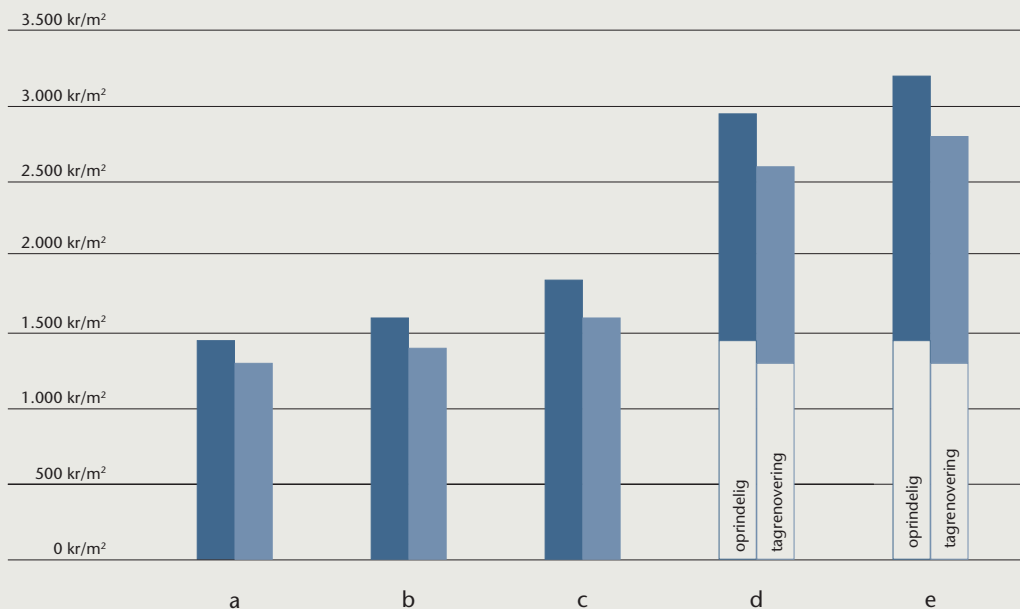




			ejendom fra 1890		ejendom fra 1940	
<b>RENOVERING AF GAMMELT TAG</b>						
Løsning a)	med let banevare	demontering	130 kr/m <sup>2</sup>		154 kr/m <sup>2</sup>	
		tagopbygning	326 kr/m <sup>2</sup>		294 kr/m <sup>2</sup>	
		tagdækning	312 kr/m <sup>2</sup>		250 kr/m <sup>2</sup>	
		tilslutninger	217 kr/m <sup>2</sup>		191 kr/m <sup>2</sup>	
		byggeplads	479 kr/m <sup>2</sup>		407 kr/m <sup>2</sup>	
		i alt	<b>1.464 kr/m<sup>2</sup></b>	<b>100%</b>	<b>1.296 kr/m<sup>2</sup></b>	<b>100%</b>
<b>ALTERNATIV RENOVERING AF GAMMELT TAG</b>						
Løsning b)	med tung banevare	demontering	130 kr/m <sup>2</sup>		154 kr/m <sup>2</sup>	
		tagopbygning	456 kr/m <sup>2</sup>		415 kr/m <sup>2</sup>	
		tagdækning	312 kr/m <sup>2</sup>		250 kr/m <sup>2</sup>	
		tilslutninger	217 kr/m <sup>2</sup>		191 kr/m <sup>2</sup>	
		byggeplads	479 kr/m <sup>2</sup>		407 kr/m <sup>2</sup>	
		i alt	<b>1.594 kr/m<sup>2</sup></b>	<b>109%</b>	<b>1.417 kr/m<sup>2</sup></b>	<b>109%</b>
Løsning c)	med fast undertag	demontering	130 kr/m <sup>2</sup>		154 kr/m <sup>2</sup>	
		tagopbygning	718 kr/m <sup>2</sup>		614 kr/m <sup>2</sup>	
		tagdækning	312 kr/m <sup>2</sup>		250 kr/m <sup>2</sup>	
		tilslutninger	212 kr/m <sup>2</sup>		188 kr/m <sup>2</sup>	
		byggeplads	479 kr/m <sup>2</sup>		407 kr/m <sup>2</sup>	
		i alt	<b>1.851 kr/m<sup>2</sup></b>	<b>126%</b>	<b>1.613 kr/m<sup>2</sup></b>	<b>124%</b>
<b>UDSKIFTNING AF SKADET UNDERTAG (LØSNING A)</b>						
Løsning d)	til tung banevare	demontering	200 kr/m <sup>2</sup>		218 kr/m <sup>2</sup>	
		tagopbygning	391 kr/m <sup>2</sup>		359 kr/m <sup>2</sup>	
		tagdækning	232 kr/m <sup>2</sup>		165 kr/m <sup>2</sup>	
		tilslutninger	182 kr/m <sup>2</sup>		158 kr/m <sup>2</sup>	
		byggeplads	479 kr/m <sup>2</sup>		407 kr/m <sup>2</sup>	
		i alt	<b>1.484 kr/m<sup>2</sup></b>	<b>101%</b>	<b>1.307 kr/m<sup>2</sup></b>	<b>101%</b>
Løsning e)	til fast undertag	demontering	200 kr/m <sup>2</sup>		218 kr/m <sup>2</sup>	
		tagopbygning	653 kr/m <sup>2</sup>		561 kr/m <sup>2</sup>	
		tagdækning	232 kr/m <sup>2</sup>		165 kr/m <sup>2</sup>	
		tilslutninger	176 kr/m <sup>2</sup>		154 kr/m <sup>2</sup>	
		byggeplads	479 kr/m <sup>2</sup>		407 kr/m <sup>2</sup>	
		i alt	<b>1.740 kr/m<sup>2</sup></b>	<b>119%</b>	<b>1.505 kr/m<sup>2</sup></b>	<b>116%</b>


Priser pr. m<sup>2</sup> skrå tagflade. Håndværkerudgifter eksklusiv moms.  
Indeks 165,4. Reguleringsindeks for boligbyggeri, oktober 2001.


## ØKONOMISKE KONSEKVENSER AF FORSKELLIGE UNDERTAGSLØSNINGER



- Løsning a tagrenovering med let banevare  
 Løsning b tagrenovering med tung banevare  
 Løsning c tagrenovering med fast undertag  
 Løsning d udskiftning af skadet undertag (a) til tung banevare (inklusive oprindelig renoveringsudgift)  
 Løsning e udskiftning af skadet undertag (a) til fast undertag (inklusive oprindelig renoveringsudgift)

Priser pr. m<sup>2</sup> skrå tagflade. Håndværkerudgifter eksklusiv moms.  
 Indeks 165,4. Reguleringsindeks for boligbyggeri, oktober 2001.

 Ejendom 1890

 Ejendom 1940

### MERUDGIFT VED VALG AF MERE SIKKERT UNDERTAG

#### Ejendom fra 1890, renoveret i 1995

6.500 kr/m<sup>2</sup>

heraf udgør merudgiften til undertag:

Løsning b) tung banevare (1.594-1.464 kr/m<sup>2</sup> omsat fra skrå tagflade til bruttoetageareal)

69 kr/m<sup>2</sup>

Løsning c) fast undertag (1.851-1.464 kr/m<sup>2</sup> omsat fra skrå tagflade til bruttoetageareal)

205 kr/m<sup>2</sup>

svarende til en relativ andel af den samlede renovering på

**1,1 - 3,2%**

#### Ejendom fra 1940, renoveret i 1999

5.500 kr/m<sup>2</sup>

heraf udgør merudgiften til undertag:

Løsning b) tung banevare (1.417-1.296 kr/m<sup>2</sup> omsat fra skrå tagflade til bruttoetageareal)

60 kr/m<sup>2</sup>

Løsning c) fast undertag (1.613-1.296 kr/m<sup>2</sup> omsat fra skrå tagflade til bruttoetageareal)

157 kr/m<sup>2</sup>

svarende til en relativ andel af den samlede renovering på

**1,1 - 2,9%**

Priser pr. m<sup>2</sup> bruttoetageareal (hele ejendommen). Håndværkerudgifter eksklusiv moms.

De to udvalgte ejendomme repræsenterer et typisk udgiftsniveau ved danske byfornyelsesombygninger.

- ▶ BvB's beregninger viser, at en merudgift på kun 1-3% af en samlet bygningsrenovering kan give en bedre og mere sikker undertagsløsning med lang levetid.

Det er dårlig totaløkonomi, hvis et tag skal betales to gange. God kvalitet koster lidt mere her og nu, men tjener sig ind igen via mindre driftsomkostninger.

#### BILLIGT KAN BLIVE DYRT

#### KONKLUSIONER PÅ BEREGNINGERNE

Beregningerne for de to ejendomme viser blandt andet:

- At merprisen for tagrenovering med et undertag af tung banevare eller et fast undertag udgør henholdsvis ca. 9% og ca. 25% i forhold til tagrenovering med et mere risikofyldt undertag af let banevare.
- At udgiften til en senere udskiftning af et alvorligt skadet undertag er omtrent den samme som den oprindelige udgift til tagrenoveringen.  
Den samlede udgift bliver på denne måde henholdsvis ca. 201% ved udskiftning til tung banevare og mindst 216% ved udskiftning til fast undertag - i forhold til den oprindelige "billige" løsning.
- At merprisen for renovering med et undertag af tung banevare eller et fast undertag ud af en samlet byfornyelsesudgift på mellem 5-7.000 kr/m<sup>2</sup> kun udgør mellem 1% og 3%.

Dette betyder efter BvB's opfattelse:

- At besparelser ved valg af tagrenovering med risikofyldte undertagsløsninger ikke står mål med den økonomiske risiko, som bygherren efterfølgende udsætter sig for.

#### KVALITET OG TOTALØKONOMI

I den gældende vejledning om kvalitetssikring af byggearbejder fra maj 2000 hedder det blandt andet:

„Bygherren skal ikke alene sikre kvaliteten, men også sætte den, og det skal ske tidligt i planlægningen.“

„Der skal anlægges totaløkonomiske vurderinger.“

Kvalitetssikringen skal samle sig om risikobehæftede forhold.“

„Der skal bruges gennemprøvede enkeltdele.“

„Kvaliteten skal holdes i sparerunder.“

- ▶ BvB anbefaler, at der altid vælges et undertag, der passer til tagdækningen og til tagets kompleksitet.

Det vil i langt de fleste byfornyelsesejendomme sige et FAST UNDERTAG, svarende til BYG Klasse1, jf. side 7.

## ▶ BvB's ANBEFALINGER

### VÆLG TAGLØSNING I FORHOLD TIL RISIKO

Valg af tagløsning er et område, der kræver særdeles stor opmærksomhed fra såvel bygherre som projekterende og udførende. Ikke mindst af økonomiske årsager. Valget bør altid ske ud fra en vurdering af tagets samlede kompleksitet og risikoforhold.

BvB anbefaler således, at der ved valg af materialer og konstruktioner skelnes mellem tage med:

- Komplicerede tagflader med mange sammenskæringer (kviste, skotrender, brandkamme mm.), som det typisk ses i ældre traditionelt opførte ejendomme.
- Mindre komplicerede tagflader med færre sammenskæringer.

De mere åbne tagdækninger af vingetegl kræver, hvis tagopbygningen skal være tæt, et robust og stærkt undertag med tætte samlinger og korrekt udformning af alle detaljer, så indtrængende vand og fygesne ledes til tagrender og nedløb. Undertaget skal være i besiddelse af et passende overskud af sikkerhed, så det kan modstå partielle utætheder i tagdækningen, specielt i de sårbare knudepunkter i taget.

### PRIORITER SIKKERHEDEN - VÆLG FAST UNDERTAG

BvB's anbefalinger for valg af tagløsning kan sammenfattes til:

- Vælg fast undertag (BYG Klasse 1) ved renoivering af komplicerede tagflader (de fleste byfornyelsesejendomme).
- Vælg fast undertag (BYG Klasse 1) eller tunge banevarer (BYG Klasse 2) ved renoivering af ejendomme med mindre komplicerede tagflader.

Dermed bliver det muligt,

- at opnå samme levetid for tagdækning og undertag,
- at opnå robuste løsninger med et overskud af sikkerhed, og
- at få sikkerheden fra kendte og gennemprøvede materialer.

### VÆR OMHYGGELIG MED DE KRITISKE DETALJER

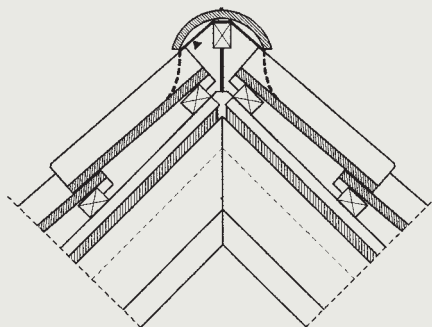
Det er ikke de lige tagflader, men derimod de komplekse knudepunkter omkring skotrende, brandkamme, skorstene og kviste, som rummer den største risiko for svigt og efterfølgende skadelig vandindtrængen.

På de efterfølgende sider vises en række anvisninger for udførelse af sikre løsninger omkring nogle af disse knudepunkter. Alle med udgangspunkt i et fast undertag. Illustrationerne er udført af Arkitektfirmaet Hans Jørgen Jensen, Odense.

## UDFORMNING AF FAST UNDERTAG - KRITISKE DETALJER

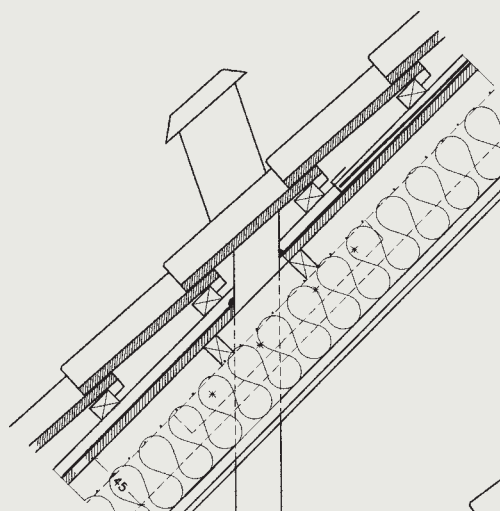
### *Tagkip*

Tagkip udføres med ventilation under teglrygning. Påforingshøjden bestemmes af isolerings- og ventilationsprofil mellem skunk og spidsloft. Ventilationen skal fordeles jævnt langs hele tagryggen med minimum 1:500 af det bebyggede areal. Der udføres en ventilationsspalte på 15-20 mm i kip. Kan ved mørtelrygning erstattes af udluftningsventiler tæt på kip samt tudsten.



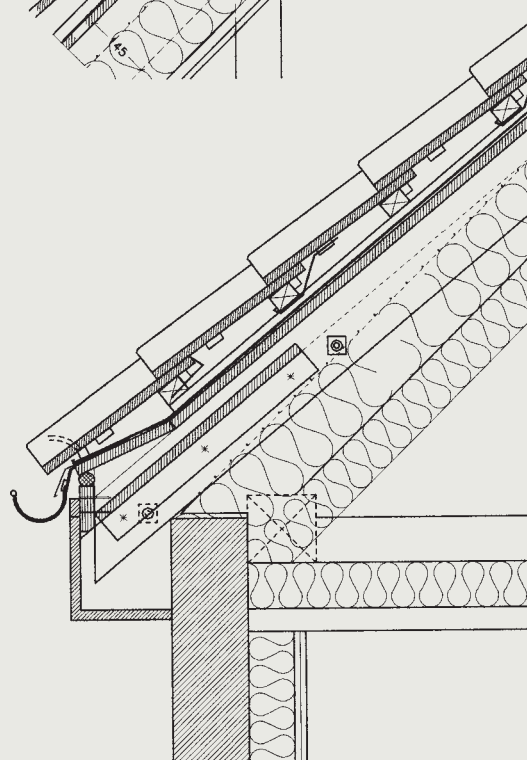
### *Tagflade med rørgennemføring*

Rørgennemføringer for faldstammeudluftning og ventilationsafkast udføres vandtæt med flange eller krave oven på tagpap. Ved større eller flere gennembrydninger anbringes en skrånstillet vandrende, påklæbet til tagpappet over gennemføringen.



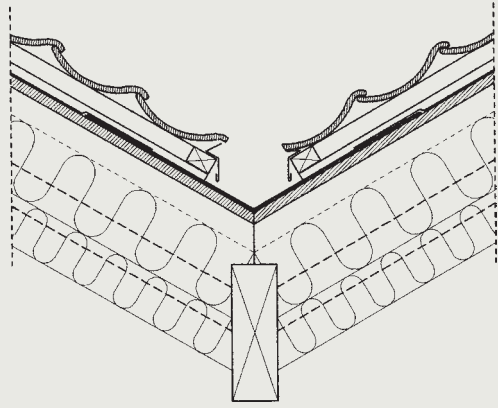
### *Tagfod*

Tagfodens udformning bestemmes af påforingshøjden og kippens niveau. Under fast undertag ved tagfod udføres en jævnt fordelt ventilationsspalte på minimum 1:1000 af det bebyggede areal. Ved anvendelse af snefang skal arealet fordobles. For at opnå 50 mm ventilations- spalte og 150 mm isolering påmures et nyt skifte på murkronen.



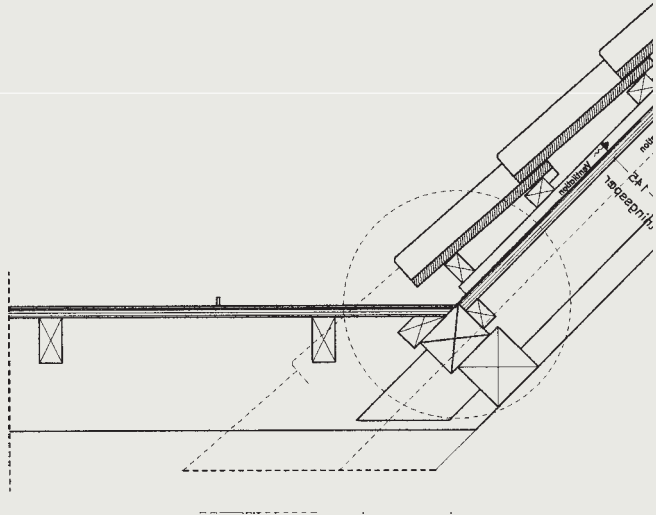
### Skotrende

Skotrenden udføres normalt med bund af sammenfaldet zink lagt på tagpapdækning. Skotrenden skal i sammenskæring understøttes af en planke. Lægterne langs skotrenden hviler af på afstandslister. Overgangen mellem zink og tagpap strimles, så der ikke trænger vand ind under zinken.



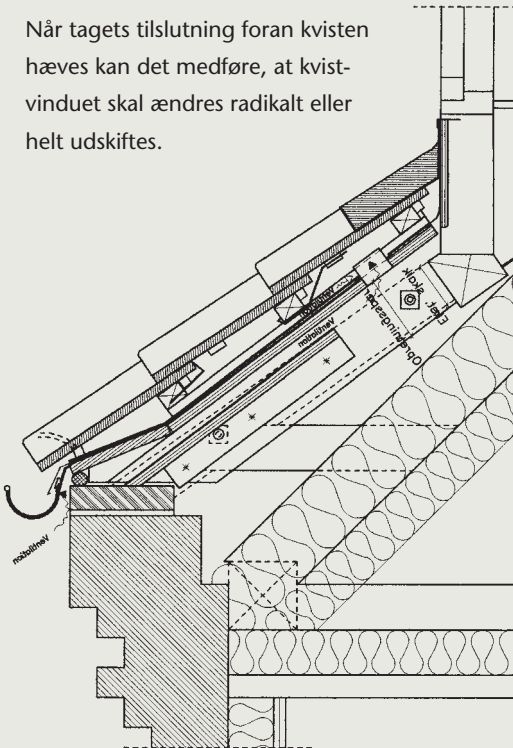
### Kvisttag

Sammenbygning mellem det skrå tag og kvisten kræver - på grund af den hævede tagdækning - omfattende udskiftninger og ændringer.



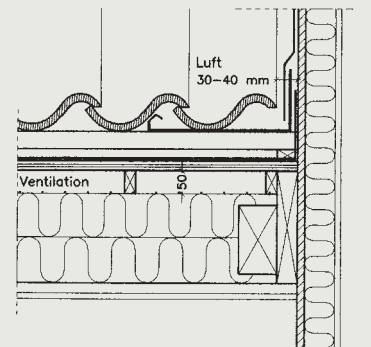
### Kvistfront

Når tagets tilslutning foran kvisten hæves kan det medføre, at kvistvinduet skal ændres radikalt eller helt udskiftes.



### Kvistside

Tagets tilslutning til kvistvæg (flunke) flyttes ved tagets hævnings højere op, så der skal udføres nye inddækninger.





## ► BvB'S SÆRLIGE EFTERSYN AF TAGE

For at kunne gennemføre tilbundsgående og præcise tageftersyn, er der i samarbejde med arkitektfirmaet Stig Trøst udviklet en systematik til detaljeret registrering og dokumentation. Systematikken er her oversigtsmæssigt beskrevet og illustreret.

### OPMÅLING OG TILSTANDSVURDERING

Der er udført opmåling og tilstandsvurdering af hele taget med tagopbygning, tagdækning, undertag og efterisolering. Som led i registreringen er udført partielle adskillelser i felter, så det er muligt at foretage en præcis opmåling og kontrol, også af skjulte bygningsdele. Opmålingen er systematiseret i følgende delelementer:

1. Spær - udformning af opretning og påføring for indbygning af efterisolering.
2. Tagdækning - tæthed og fastholdelse.
3. Lægter - fastholdelse og afstande.
4. Afstandslistes - udformning og placering.
5. Undertaget - tæthed og samlinger til tilstødende bygningsdele.
6. Efterisolering, dampspærre og indervægge - placering og tæthed.
7. Udformning af detaljer omkring tagfod, kip og grater.

8. Udformning af detaljer omkring kviste, ovenlys, skorstene og installationgennemføringer.
9. Udformning af ventilation og udluftning af undertage og tagrum.
10. Vandafledning fra tagflader og inddækninger til tagrender og nedløb.
11. Opfugtninger i opbygninger og træværk.

### PRØVEOPLÆGNING

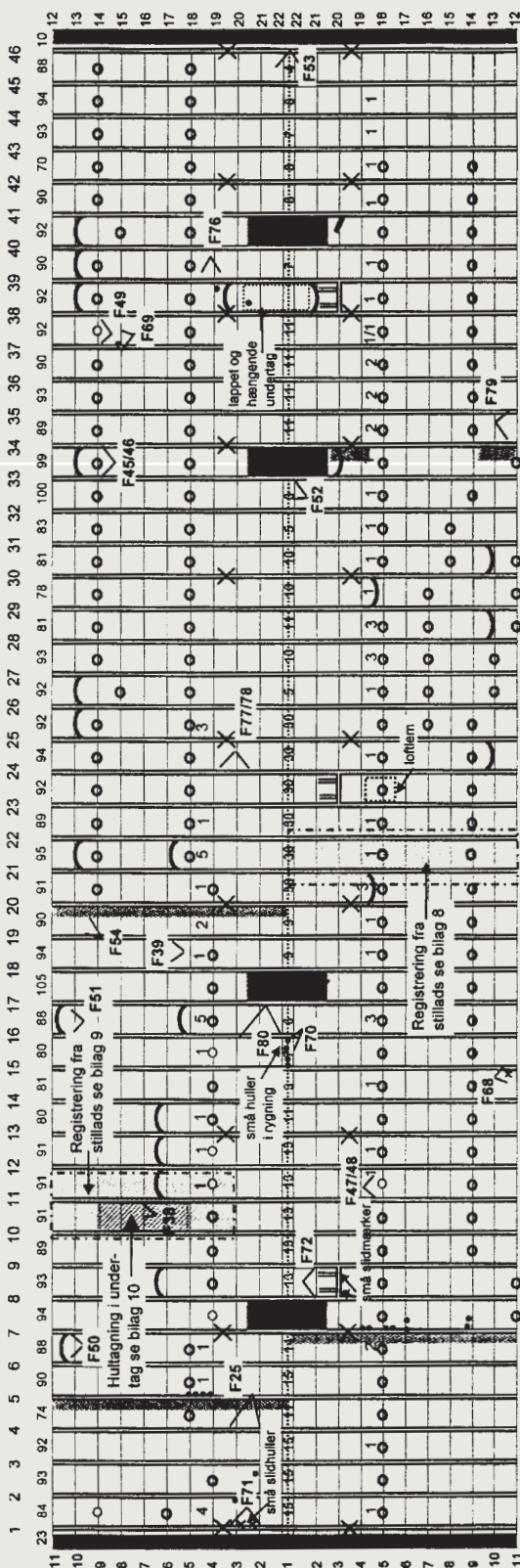
Der er gennemført prøveoplægning i felter af taget. Taglægter og tagsten er genoplågt med korrekte lægteafstande og tilpasning mellem tagsten - så afvigelser mellem registrerede forhold og korrekte forhold kan belyses og dokumenteres.

### ILLUSTRATIONER FRA REGISTRERINGEN

På de følgende sider vises en række udvalgte illustrationer fra de gennemførte eftersyn, alle udført og dokumenteret af arkitektfirmaet Stig Trøst.

- Side 25 oversigtsregistrering af tagflade i spidsloft
- Side 26 registrering af tagbindere og hjørneåbninger
- Side 27 kontrolmåling af tagsten og lægteafstande
- Side 28 fugtopmålinger af spær
- Side 29 detailopmåling af tagbindere





Oversigtsregistrering af tagflade i spidsloft

**Spærplan blok 4 - ikke i mål**

Tegningen er optegnet så de vandrette mål er i ca. 1/2 størrelse i forhold til de lodrette.

**Spærnumre:**

Spær er nummereret 1 - 46, nummer står midt over spær øverst på tegningen.

**Lægtenumre:**

I venstre side står lægtenummer med udgangspunkt i kip.  
I højre side står lægtenummer med udgangspunkt i stern.

**Spærafstande:**

Spærafstande målt fra kant til kant er anført øverst på mållinie. Lægteafstande er anført med blå farve. Mållinie starter fra gavl og går til højre kant spær 1, højre kant spær 2 osv. Mål er opmålt som enkeltmål.

**Overlæg undertag:**

Overlæg i rygning skal i henhold til projekt være 20 cm. Overlæg er målt ved alle fag og angivet i cm i kippen med grønt.

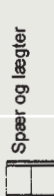
**Fugtmålinger:**

Der er foretaget fugtmålinger i 10 spær mod øst og mod vest. Steder er markeret med X  
Hvert sted er der foretaget 4 fugtmålinger. Resultat af fugtmålinger er indsat som næste side i bilag 13.

**Signaturer:**

Følgende signaturer er anvendt på tegningen:

- O Undertagsstrammer.
- o Undertagsstrammer med defekt.
- Hul efter søm
- x Hul i undertag, mekanisk skade
- Lap

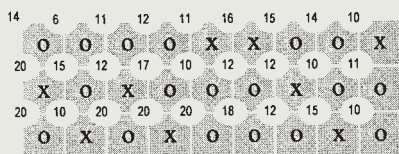


3 Antal observerede bindere mellem undertagsbane 1 og 2, tal efter / er korrekt monteret binder. Der var kun 1.



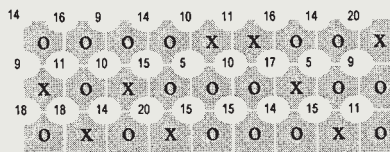
## Noter for tegning vedrørende undersøgelsessteder på østfacade:

På nedenstående tegning er anført de 4 undersøgelsessteder i tagflader samt undersøgt område med binding af tagsten i sydgavl. Tagsten omfattet af undersøgelsen er på stedet markeret med et x. I skemaer er angivet "x" for binder og "o" for sten uden binding.  $\bigcirc$  står mål på åbning i hjørneafskæring.



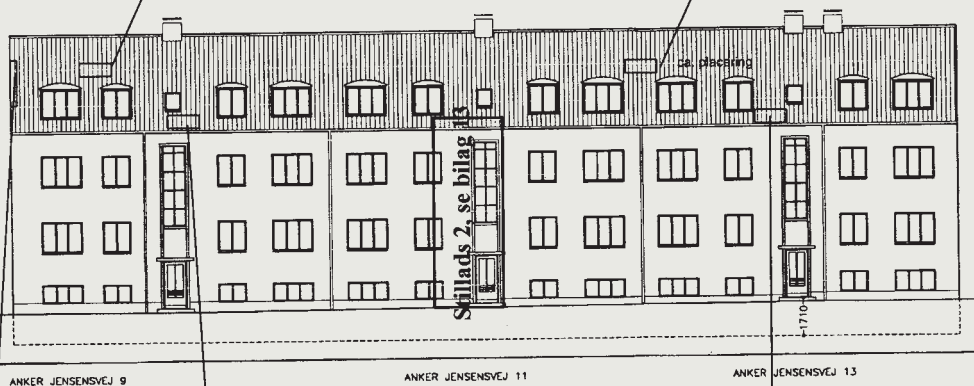
### Undersøgelsessted nr. 4

Fra tagsten nr. 15 til nr. 23  
og fra bund i række 13-15  
9 ud af 27 sten var bundet, svarende til hver 3.  
Der var ingen system i bindingen  
Gennemsnitlig lægteafstand 32,6 cm

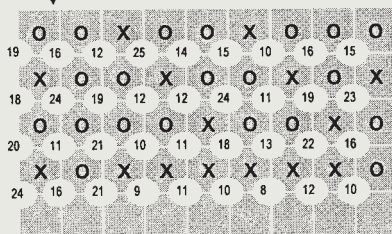


### Undersøgelsessted nr. 2

9 ud af 27 sten var bundet, svarende til hver 3.  
Der var ingen system i bindingen.  
Gennemsnitlig lægteafstand 32,5 cm

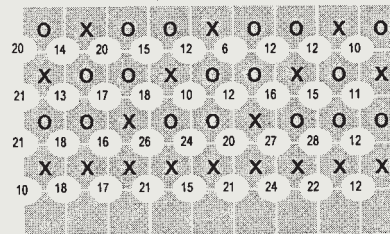


Gavl sydøst  
fra sten 8 til 15.



### Undersøgelsessted nr. 3

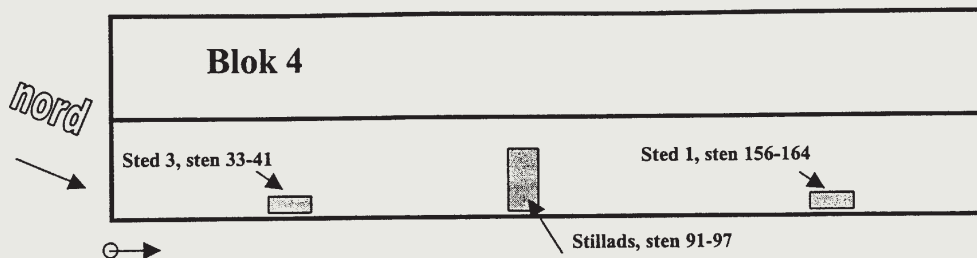
Fra tagsten nr. 33 til nr. 41.  
5 nederste rækker.  
7 ud af 9 sten bundet i næstnederste række  
8 ud af 27 sten var bundet i de overliggende  
3 rækker. Binding i de 3 øverste rækker er  
næsten udført i henhold til Murerfagets  
byggeblade 36.  
Gennemsnitlig lægteafstand: 33,5 cm.



### Undersøgelsessted nr. 1

Fra tagsten nr. 156 til nr. 164.  
5 nederste rækker.  
Alle sten er bundet i næstnederste række  
9 ud af 27 sten var bundet i de overliggende  
3 rækker, svarende til hver 3.  
Binding er dog ikke som beskrevet.  
Gennemsnitlig lægteafstand ved lægte  
3-8 er 33,7 cm, lokalt 34,5 cm.

## Registrering af tagbinder og hjørneåbninger



### Kontrolmåling af tagsten mod øst

Kriterier for udvælgelse er anført under de enkelte undersøgelsesområder.

Sten er målt i målekasse som vist på foto 37. Hvis sten ikke danner en ret vinkel mellem side og overside viser målinger typisk den største længde, målt fra den side af tagstenen der er et ind mod målekasse.

Hjørneafskæringer er målt med tommestok, måleuøjagtighed ca. +/- 2 mm.

Der er foretaget simple målinger af vingens krumhed på sten fra stillads, angivet som "Krum".

#### Sted 1 øst:

Kontrolmålte sten er udtaget som de 9 sten i den nederste række i undersøgelsesområdet, den 10. sten er sten nr. 1 i 2. række.

Alle sten er mærket på undersiden med fortløbende numre 1-10.

Sten nr.	Længde	Bredde	Hjørne ned	Hjørne op
Sten 1	40,3 cm	24,0 cm	9,5 cm	8,7 cm
Sten 2	40,4 cm	24,1 cm	9,2 cm	9,0 cm
Sten 3	40,4 cm	24,2 cm	9,2 cm	9,0 cm
Sten 4	40,4 cm	24,3 cm	9,2 cm	9,0 cm
Sten 5	40,3 cm	24,4 cm	9,2 cm	9,0 cm
Sten 6	40,5 cm	24,3 cm	9,0 cm	9,0 cm
Sten 7	40,3 cm	24,1 cm	9,0 cm	9,0 cm
Sten 8	40,3 cm	24,4 cm	9,0 cm	9,0 cm
Sten 9	40,6 cm	24,3 cm	8,7 cm	9,3 cm
Sten 10	40,3 cm	24,2 cm	9,5 cm	8,7 cm

#### Sted 3 øst:

Kontrolmålte sten er udtaget som de 9 sten i den nederste række i undersøgelsesområdet, den 10. sten er sten nr. 1 i 2. række.

Alle sten er mærket på undersiden med fortløbende numre 1-10.

Sten nr.	Længde	Bredde	Hjørne ned	Hjørne op
Sten 1	40,4 cm	24,3 cm	9,2 cm	9,2 cm
Sten 2	40,3 cm	24,3 cm	9,2 cm	9,2 cm
Sten 3	40,5 cm	24,3 cm	9,5 cm	9,5 cm
Sten 4	40,4 cm	24,3 cm	9,2 cm	9,5 cm
Sten 5	40,4 cm	24,3 cm	9,2 cm	9,0 cm
Sten 6	40,4 cm	24,3 cm	9,3 cm	9,3 cm
Sten 7	40,2 cm	24,2 cm	8,8 cm	9,2 cm
Sten 8	40,3 cm	24,3 cm	9,7 cm	9,3 cm
Sten 9	40,1 cm	24,2 cm	9,0 cm	9,7 cm
Sten 10	40,2 cm	24,3 cm	9,0 cm	9,7 cm

#### Stillads 2 mod øst:


Kontrolmålte sten er udtaget som udtaget som hver 10. sten i forbindelse med oplukning af tegltaget. Sten er mærket med fortløbende numre 1-10.

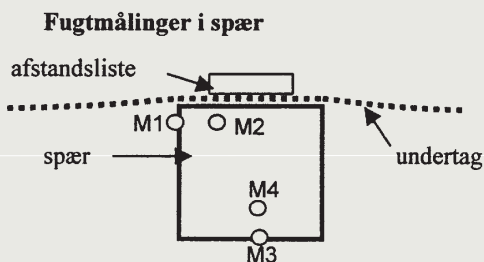
Sten er erstattet af nye tagsten og de målte sten ligger i depot hos eftersynsfirmat.

Sten nr.	Længde	Bredde	Hjørne ned	HO	Krum
Sten 1	40,6 cm	24,3 cm	9,8 cm	8,8	0,3
Sten 2	40,6 cm	24,3 cm	9,8 cm	8,8	0,2
Sten 3	40,5 cm	24,2 cm	9,8 cm	9,0	0,4
Sten 4	40,5 cm	24,3 cm	9,8 cm	9,0	0,3
Sten 5	40,6 cm	24,3 cm	9,5 cm	9,5	0,4
Sten 6	40,5 cm	24,2 cm	9,0 cm	9,8	-0,1
Sten 7	40,6 cm	24,3 cm	9,2 cm	9,5	0,3
Sten 8	40,6 cm	24,1 cm	9,2 cm	9,2	0,1
Sten 9	40,4 cm	24,2 cm	8,5 cm	9,5	0,1
Sten 10	40,5 cm	24,2 cm	9,5 cm	9,2	0,3

### Kontrolmåling af tagsten og lægteafstande

## Fugtmålinger:

Der er foretaget fugtmålinger i 10 spær mod øst og mod vest. Steder er markeret med   
Hvert sted er der foretaget 4 fugtmålinger. Resultat af fugtmålinger er indsat som herunder.



Hvert sted er foretaget 4 målinger som vist.  
M1 og M3 i overfladen og M2 og M4 i  
25-30 mm dybde.

Målested      M1    M2    M3    M4

Spær 1V	14%	15%	13%	12%
Spær 1Ø	16%	17%	13%	13%

Spær 7V	15%	16%	13%	13%
Spær 7Ø	*20%	18%	14%	13%

Spær 13V	14%	14%	13%	12%
Spær 13Ø	14%	13%	13%	12%

Målested      M1    M2    M3    M4

Spær 20V	15%	14%	13%	13%
Spær 20Ø	14%	14%	13%	12%

Spær 25V	*22%	18%	14%	12%
Spær 25Ø	16%	16%	13%	12%

Spær 30V	14%	14%	14%	12%
Spær 30Ø	14%	14%	13%	12%

Spær 34V	15%	15%	13%	12%
Spær 34Ø	16%	15%	13%	13%

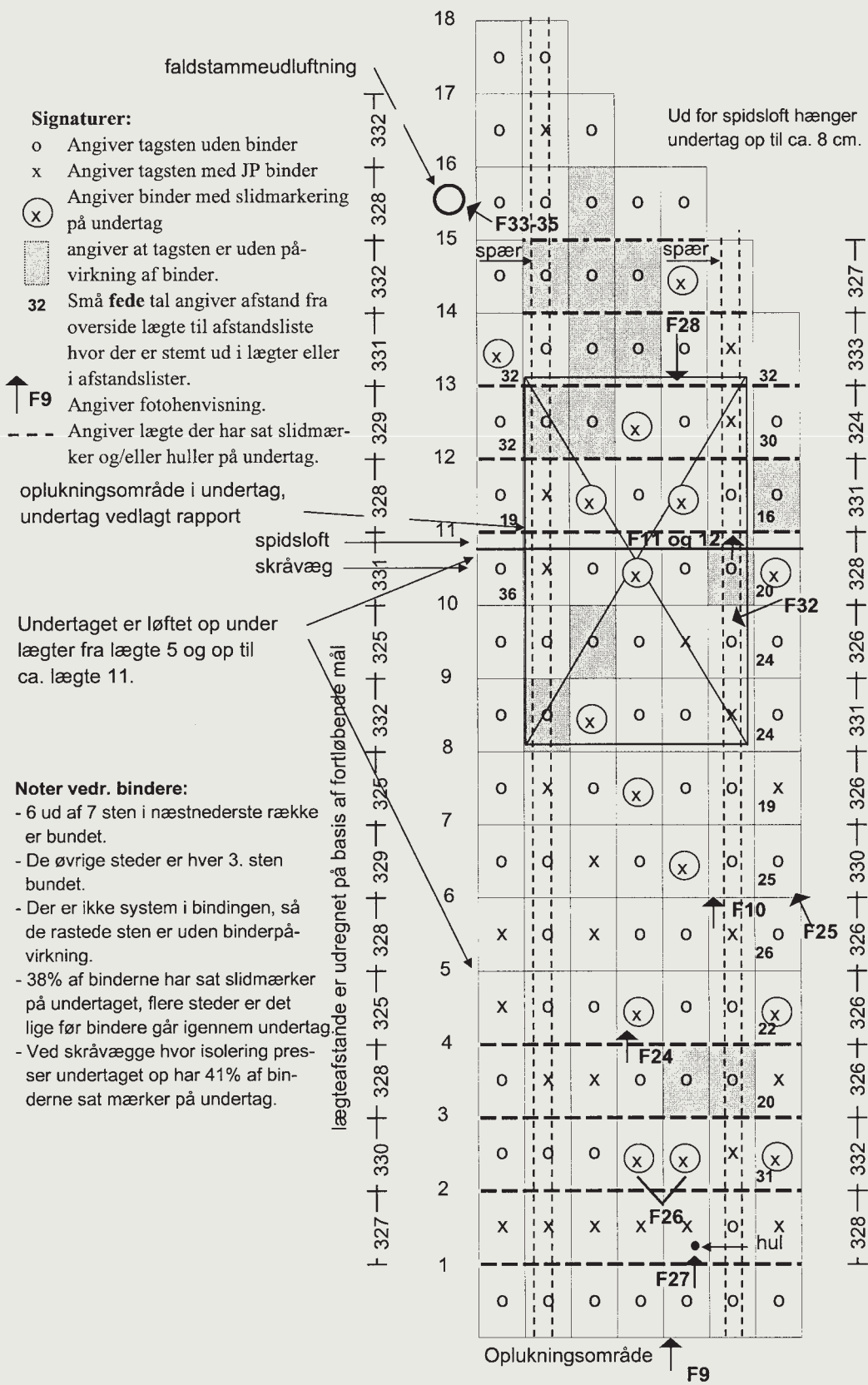
Spær 38V	16%	16%	14%	13%
Spær 38Ø	16%	17%	14%	15%

Spær 42V	15%	14%	13%	12%
Spær 42Ø	16%	16%	14%	14%

Spær 46V	14%	15%	13%	13%
Spær 46Ø	16%	17%	14%	13%

Træværk ved målepunkter med rødt og \* vurderes at være angrebet af overfladeråd.  
Angrebet vurderes at stamme fra perioden med skumunderstrøget tegltag.

## Fugtopmålinger af spær



Detailopmåling af tagbindere

## ► ORDLISTE FOR IKKE-FAGFOLK

**Afstandsliste** Gennemgående træliste på minimum 25 mm placeret ovenpå spær. Den skal sikre afstand mellem undertag og lægter, så vand på undertaget uhindret kan løbe til tagrenden.

**Banevare** Undertag kan bestå af forskellige materialer, hvoraf en stor del leveres som "metervarer" i ruller. Banerne oplægges på langs eller på tværs af spær.

**Blafresikring** Forskelligt udformede klodser eller fjedre, til opstramning af hængende undertage for at hindre blafring, som medfører skader i form af huller.

**Dampspærre** Lufttæt membran, typisk af plastfolie, placeret på den indvendige side i en isoleret konstruktion for at hindre fugtig luft i at trænge ud i konstruktionen og kondensere med fugtskader til følge.

**Diffusionstæt** Materiale/produkt, der ikke tillader fugt at trænge igennem, hverken indefra eller udefra. Kræver udluftning af konstruktionen.

**Diffusionsåben** Materiale/produkt, der tillader fugt at trænge igennem. Det er ikke damptæt indefra, men er vandtæt udefra. Kræver ikke udluftning af konstruktionen.

**Efterisolering** Isoleringsmateriale, typisk mineraluld, der anbringes i tagkonstruktionen, når tagrummet skal udnyttes til beboelse.

**Falstegl** Formpressede tagsten af brændt ler med false langs kanterne, som griber ind over hinanden, og dermed giver øget tæthed.

**Gennemføringer** Gennembrydninger af tagfladen til ventilationsrør, faldstammeudluftninger, tagvinduer og lignende.

**Indbygningshøjde** Den frie højde i tagkonstruktionen, der svarer til isolering inklusiv nødvendig ventilationsspalte. Højden kan øges ved en påføring på spærerne, det giver plads til mere isolering.

**Mansardtag** Tagprofil med en "knækket" tagflade. En næsten lodret del forneden, der mødes med en øvre del af taget med en mindre hældning.

**Overlæg** Bredden hvormed en tagsten overlapper den tagsten, der ligger ved siden af eller nedenfor.



**Påforing** Se indbygningshøjde.

**Skotrende** Rende mellem to tagflader, der mødes i et indadgående hjørne. Ses også mellem et kvisttag og selve tagfladen.

**Spidsloft** Det øverste tagrum over hanebåndene i en beboet/udnyttet tagetage.

**Tagbinder** Beslag til at fastholde tagsten til lægten.

**Tagfod** Den nederste del af taget/afslutning mod facademuren.

**Tagkip** Tagryg, øverste del af tag, hvor to tagflader mødes. Lukkes med rygningsssten.

**Tagkonstruktion** Tagets samlede opbygning af spær med isolering og ventilationsspalte, indvendig beklædning med dampspærre og udvendig beklædning.

**Taglægger** Lange, tynde træstykker placeret vandret over spærne/afstandslisterne. Tagsten hænges på lægterne og fastgøres med tagbindere.

**Ultraviolet lys** Sollyset er sammensat af forskellige stråler, bl.a. ultraviolet lys (UV-stråling), som har en nedbrydende virkning på visse materialer.

**Understrygning** Fuger i tegltage lukkes indefra med mørtel.

**Undertag** Oprindeligt blev der udført understrygning på tegltage for at opnå tæthed. I dag er understrygningen erstattet af et undertag, der oplægges under tagdækningen for at opsamle og lede vand til tagrenden.

**Undertagsstrammer** Samme som blafresikring.

**Ventilationsspalte** Afstand mellem isolering og diffusionstæt undertag for at sikre, at eventuel fugt kan ventileres bort fra konstruktionen.

**Vingetegl** Bølgeformede tagsten af brændt ler, hvor den nedadbøjede bølgekam på den ene sten dækker over den opadbøjede kant på den næste.

**Økonomitegl** Tagsten udformet som vingetegl, men med et mindre overlæg i lodret retning.



## LITTERATUR OG HENVISNINGER

### OVERSIGTSLITTERATUR

„Undertage er stadig et risikabelt marked“, BYG artikel, november 2001.

„BvB Byggeteknik 2000 - byggetekniske erfaringer og anbefalinger“, BvB maj 2000.

„Gode tagløsninger - ved renovering og byfornyelse“, By- og Boligministeriet, Projekt Renovering, juni 1999.

### UDVALGTE HENVISNINGER

- BYG-ERFA SfB (27) 97 11 24 Undertage - Opbygning, materialer og projektering.
- BYG-ERFA SfB (27) 97 11 25 Undertage - Udførelse og detaljer.
- BYG-ERFA SfB (27) 99 09 20 Ventilation af tagkonstruktioner.
- BYG-ERFA SfB (37) 98 12 04 Metalinddækninger mellem tag og mur.
- BYG-ERFA SfB (37) 95 11 07 Inddækninger med blyplader.
- BYG-ERFA SfB (37) 00 05 11 Kviste beklædt med zink.
- BYG-ERFA SfB (39) 97 07 03 Dampspærre i loft og ydervægge - Fugttransport og materialer.
- BYG-ERFA SfB (39) 97 07 04 Dampspærre i loft og ydervægge - Udførelse og detaljer.
- BYG-ERFA SfB (47) 99 04 22 Blafrende undertage af banevarer (3. udgave).
- TEGL 36 Oplægning af tegltage, august 1999.
- TOR Anvisning nr. 22, Projektering af tage med tagpap og tagfolie, (2. udgave) august 2001.
- TOR Vejledning 3 Undertag - Fast undertag af tagpap på brædder eller plademateriale ventileret undertag (4. udgave).
- TOR Vejledning 4 Rejste tage - Renovering af rejste tage med tagsten eller tagplader.
- TOP Byggeblad nr. 21 Undertage - Begreber og egenskaber.
- TOP Byggeblad nr. 22 Valg af undertag, 1999.
- TOP Byggeblad nr. 24 Ventilerede undertage - Opbygning.
- TOP Byggeblad nr. 25 Uventilerede undertage - Opbygning.