

# Metaltage

af 1. januar 2008

## 1.0 Metaltage generelt

Efter mange år, hvor den håndværksmæssige viden og de faglige traditioner har været overleveret fra mand til mand, og hvor der ikke har været egentligt samlet skriftligt anvisningsmateriale, har Dansk VVS nu valgt at samle viden og rådgivning på området i dette værk. Forhåbentlig til glæde og nytte for såvel de projekterende, de udførende og beslutningstagerne inden for danske byggeri.

Gennem de senere år har interessen for anvendelse af tyndplade til bygningsbeklædning af tage og facader været stigende.

Ud over de mange egenskaber, som disse forskellige tyndplader har som beskyttelse af bygninger, værdier og mennesker, er disse plader også en stor udfordring til de mange arkitekter, der glæder sine omgivelser ved at give huse og bygninger særpræg og en spændende oplevelse i hverdagen. Intet andet materiale giver arkitekten så frie hænder, hvad form og variation angår, som netop disse tyndplader, idet de altid kan formes, så den arkitektoniske idé og tanke kan formes og udtrykkes frit. I mange tilfælde kan helhedsindtryk og detaljer udføres på en sådan måde, at idé og særpræg yderligere understreges og fremhæves.

Imidlertid er udseendet ikke nok i sig selv. Et så holdbart og velegnet materiale som tyndplade skal også, hvad forarbejdning, samling og sammensætning angår, udføres, så tæthed og alle materialets egenskaber tilgodeses. Dette kræver et indgående materialekendskab og en stor håndværksmæssig viden og kunnen.

Denne arbejdsvejledning er derfor et vigtigt værktøj for alle der arbejder med tyndplade, hvad enten det er hos den rådgivende ingeniør eller på byggepladsen.

### Materialevalg

Det er klart, at det kan være svært at vælge mellem metallerne. Arbejdsgangen er i det store hele den samme. Holdbarheden (levetiden) er forskellig for alle metallerne. Hver især har gode materialeegenskaber.

Efterfølgende beskrives de forskelle, der er mellem metallerne, som kan have betydning for valg af materiale som fx smeltepunkt, massefylde, udvidelseskoefficient mv. For at få et endnu bedre kendskab til de enkelte materialer henvises til leverandører og fabrikanter.

### Metallernes struktur og egenskaber

#### 1.0.1 Zink (Zn)

##### Vigtigt - læs rapport Anvendelse af forpatineret eller lakeret zink

Zink har en meget fin holdbarhed i atmosfæren. Det skyldes bl.a., at zinken overtrækkes af et beskyttende lag af zinkkarbonat (patina), som er tæt, fastbindende og vandopløseligt. Dette lag patina fremkommer ved, at zinkoverfladen reagerer med luftens ilt. Derved dannes zinkoxid. Ved påvirkning af vand, regn og fugtighed dannes zinkhydroxid, som under påvirkning af luftens kuldioxid netop forvandles til basisk zinkkarbonat (patina) og derved giver en høj korrosionsmodstand langt ud i fremtiden. Zinken antager efter nogle år i atmosfærens helt naturligt den mere gråblå farve frem for den mere blanke.

Typisk er der to former for den zink, der arbejdes med i dag. Titanzink, hvor tilsætning af legeringsstoffet er titan samt zink, hvor legeringen er titan-kobber. Tilsætningen af kobber gør zinken mere smidig og modstandsdygtig over for korrosion.

Man kan endvidere få zinken forpatineret. Dvs. at den naturlige gråblå farve ikke først opstår ude i atmosfæren, men er til stede ved starten. Dette kan have betydning for fx arkitekturen.

Den forpatinerede overflade fremkommer ved hjælp af en speciel ættningsprocedure på fabrikken. Ligesom på den blanke zinkoverflade dannes der patina - det beskyttelseslag, der giver en stor holdbarhed ude i atmosfæren. Den forpatinerede overflade fås i forskellige patinaer (farver).

Zink er et let materiale at arbejde med. Det kan formes og bukkes, næsten som man vil og under forudsætning af, at arbejdet er udført i henhold til gældende fagmæssig viden og kunnen. Derved bliver materialet vedligeholdelsesfrit mange år frem i tiden.

#### 1.0.2 Kobber (Cu)

Kobber er et af de ældst kendte metaller. Det rene kobber er et rødt metal og meget blødt. Det kan vales ud til ganske tyndt folie. Kobber er et halvædelt metal og har stor modstandsevne mod korrosion. Ude i atmosfæren vil det efter hånden overtrækkes med et mørkfarvet lag (patina), som beskytter mod videre angreb (ligesom zink). Efter en årrække vil overtrækket blive smukt grønt, som man ofte ser på vore ældre bygninger. Længden heraf afhænger dog helt af, hvor det er placeret (klimaforhold). Endvidere det forhold, at det kobber, der arbejdes mest med i dag, er 99,9% rent. Af den grund er der derfor også udviklet en forpatineret kobberplade, som er grøn, udarbejdet ved en proces, der bevarer den ægte, grønne patina. Der findes også metoder hvor man ved påstrykning af bestemte væsker skaber en patinering på få måneder.

Kobber-plade og bånd leveres i dag i en ensartet kvalitet minimum efter EN standard 1172.

Den halv hårde plade har en valseblank overflade. Den bløde plade har ofte i Skandinavien en mat overflade og leveres i speciel hårdhed velegnet til falsning af fx runde smig- og tragformede beklædninger.

Den matte overflade beskytter mod pletter fra håndaftryk og lignende fra bearbejdningen og taget får herved en smukke ensartet udseende fra begyndelsen.

Kobber er tungere end eksempelvis zink, er meget let at arbejde med, kan formes og bukkes, næsten som man vil. Ved kolddeformation bliver kobberet hårdt, og ved en udglødning på ca. 300 - 650°C bliver det blødt igen.

Kobber har en naturlig rød nuance, der relativt hurtig ved eksponering i det fri går over i en lys og herefter mørkere brun nuance.

### 1.0.3 Aluminium (Al)

Aluminium er et hvidt metal, som hører til de uædle metaller, så man skulle tro, at det hurtigt ville blive ødelagt af vind og vejr, men tværtimod har det en god holdbarhed. Det skyldes, at der i forbindelse med atmosfæren på aluminiumoverfladen dannes et ganske tyndt usynligt og gennemsigtigt lag (ca. 0,01 my) af aluminiumoxid (AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), som hindrer fx vand at komme i direkte berøring med aluminiumoverfladen. Hvis hinden bliver skrabet væk, vil der øjeblikkeligt dannes en ny hinde.

Aluminium er let at deformere og meget blødt. Jo renere det er, des blødere er det. Ved kolddeformation bliver det mere hårdt og stift. Ved opvarmning til over ca. 200°C sker der en udglødning, så metallet bliver blødt igen.

Generelt kan man sige, at jo renere aluminium er, jo større er korrosionsmodstanden. Aluminium vil i atmosfæren langsomt blive mere mat og gråt for til sidst at holde den matgrå farve.

Man kan ved eloxering (overfladebehandling) af aluminium gøre beskyttelseshinden tykkere og dermed få en større modstand mod korrosion og slitage.

Selve det søvandsbestandige aluminiumsmateriale bliver beskyttet af en PVF2 belægning Kynar 500 (80/20). Hvis der opstår steder uden lak fx fra montagen beskyttes aluminiumet med et tyndt men tæt oxidlag (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), da luften reagerer med ilt og vanddamp. Dette oxidlag beskytter aluminiums-materialet mod yderligere skade også ved forekomst af et stort antal organiske og uorganiske stoffer. Skulle ulakeret aluminium enkelte steder reagere pga. tilstedeværelse af kondensvand i længere tid bliver materialet straks til aluminiumoxidhydroxid, hvorved nedbrydningen ophører. Fare pga. kondensvand eksisterer derfor ikke. Aluminium har ingen skadelig indvirkning på planter, dyr, grund- eller overfladevand.

PVF2-belægningsystemet kendetegner sig ved sine gode deformationsegenskaber og fremragende bestandighed mod vejrlig. Dette garanterer en høj miljøvenlighed. PVF2-belægningen kendetegnes ved en 80/20-kvalitet (80% PVF2 + 20% acrylat). Det gælder generelt, at jo højere PVF2-kvaliteten er des bedre er bestandigheden mod vejrlig og des ringere er de eventuelle skader. Flourpolymer er, så længe det ikke udskilles i partikler ved forvitring fra taget, ikke opløseligt i vand. Dermed opstår der ingen kontaminering af grundvandet.

Aluminium fås i alle slags farver, som kan anvendes til falsket tagdækning. Man skal være opmærksom på, at det skal være falsbar aluminium.

Materialet aluminium er let at arbejde med, er meget formbart og let at skære og bukke. Endvidere er aluminium meget let i forhold til andre materialer (zink, kobber, mv.).

For at opnå endnu bedre styrke, hårdhed og brugsegenskaber er der udviklet en lang række aluminiumlegeringer. Eksempelvis kan nævnes, at ca. 75% af verdens forbrug af aluminiumprofiler produceres i legeringer med magnesium (Mg), silicium (Si) og jern (Fe) som hovedbestanddele.

### 1.0.4 Stålblader - metalliseret og plastbelagt

Igennem de sidste mange år er der kommet en del stålblader til tag- og facadebeklædning. For at forhindre at stålblader udsættes for korrosion, må der anvendes korrosionsfaste materialer eller man må give stålbladerne et beskyttende overtræk.

Der kan bruges flere forskellige metaller/plastmaterialer som overtræk, eksempelvis varmforzinkning eller galvanisering. Galvanisering angiver at zinken danner et galvanisk element med stålet. Hvis der således forekommer fx et hul på metalovertrækket, så der samtidig kan komme fugtighed til stålet og zinken, vil det være zinken der tæres medens stålet får galvanisk beskyttelse.

Man kan endvidere plastbelægge fx varmforzinkede stålblader. Af de plastformer der bruges til belægning af plader til tag- og facadedækning har de fleste en glimrende holdbarhed i vejrliget.

Formålet med metal-/plastrovertræk er således en bedre korrosionsbeskyttelse, men også for at opnå større slidstyrke. Samtidig kan man få overfladen i forskellige farver, som kan have betydning for arkitekturen.

### 1.0.5 Syrefast, rustfri stål (rustfast)

Mange steder har man brug for korrosionsfaste materialer, der kan modstå angreb fra vind og vejr. Almindeligt kulstofstål kan ikke modstå disse angreb, hvorfor man har en række stål, som er meget korrosionsfaste. Rustfri stål er en betegnelse for en stållegering med forskellige egenskaber. Når stållegeringen indeholder mere end ca. 10,7% krom, betegnes den som rustfri stål.

Ligesom på andre metaller, zink, kobber osv. dannes der en overflade (oxydfilm) i forbindelse med atmosfæren og derved fås en god korrosionsbestandighed. Rustfri stål findes i forskellige legeringer, hvoraf de mest anvendte benævnes AISI 304 og AISI 316. Til udendørs brug foretrækkes AISI 316, som er syrefast på grund af sit nikkel- og molybdæninhold. Rustfri stål kan også overfladebehandles med forskellige former for metaller, fx kan man overflade behandle med tin, således at man får større slidstyrke. Overfladebehandlingen betyder, at man kan bløddodde samlinger. Forekommer der eksempelvis ridser fra færdsel på taget, forsvinder disse med en tiltagende patinerings. Rustfri stål er let at arbejde med, fås i flere forskellige farver og har en fin holdbarhed og lang levetid.

#### Tabel 1

Oversigt over de forskellige metaller egenskaber.

MATERIALER	Zink	Kobber tilstand (02)	Aluminium*	Syrefast rustfrit stål 1.4404	Metalliseret og plastbelagt stål
Smeltepunkt ca. °C	419°	1083°	658°	1100°-1400°	1100°-1500°
Massefylde g/cm <sup>3</sup>	7,14	8,9	2,7	7,95	8

Legering (legering kan være forskellig)	Ti / Cu	Cu	Si / Fe / Cu / Mg / Mn / Cr / Zn / Ti	Cr C / Mo / Ni/ Si	Cr C / Ni / Mo/ Si
Udvidelses- koefficient (lineær længde) mm/m/°C	0,022	0,017	0,024	0,016	0,012
Hårdhed Brinell HB Vickers HV N/mm <sup>2</sup>	(HB) 40	(HV) 40-65	H41 (1/8 hårdhed)	(HB) 130-180	80-130
Brudspænding N/mm <sup>2</sup>	190	220-250	170	500-700	290-320
Flydespænding N/mm <sup>2</sup>	90	40-120	150	180-250	180-230
Bearbejdnings- temperatur °C	Der henvises til leverandørers og fabrikanters anvisninger	Der henvises til leverandørers og fabrikanters anvisninger	FALZONAL*-0°C	Ingen begrænsninger	Der henvises til leverandørers og fabrikanters anvisninger
Tykkelse mm	0,65 - 0,9	0,2 - 1,5	0,4 - 0,7	0,4 - 0,6	0,6
Vægt kg/m <sup>2</sup>	5,04 = Zi 12 5,76 = Zi 14	6,25 = Cu 0,7 7,1 = Cu 0,8	1,98 = 0,7 (tykkelse)	4,8 = 0,6 3,2 = 0,4 4,0 = 0,5 (tykkelse)	4,8 = 0,6 (tykkelse)
Farve	Blank/grå Forskellige farver	Rødlig/grøn Forskellige farver	Blank Forskellige farver Gråhvid	Blank Forskellige Farver Patineret	Forskellige farver

\* AlMn 1 Mg 0,5 EN 573 / EN 1396 falsekvalitet H41 eller dermed ligestillet

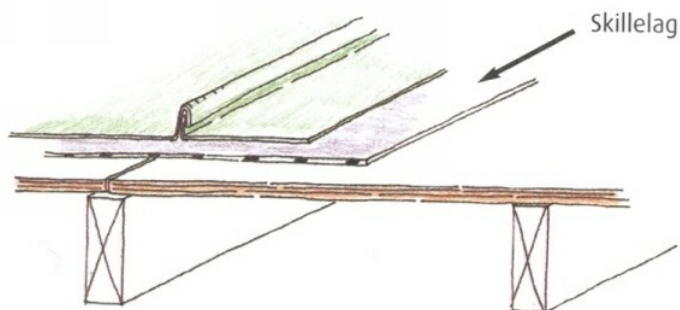
## 1.1 Skillelag ved metaltage

Når der planlægges tag-/facadedækning, må man have kendskab til ikke bare monterings teknikken. Vigtigt er også en forståelse for den byggetekniske side, altså opbygning af tagkonstruktionen. Eksempelvis vejer de forskellige metaller ikke det samme kg/m<sup>2</sup> (se Tabel 1). Dette kan have betydning for valg af materiale. Endvidere vil der være andre forhold, der skal tages højde for - ventilationsforhold, brandforhold, træforskaling mv.

Ved oplægning af metaltage kan det anbefales at metalundersiden beskyttes med et diffusionsåbent skillelag, for at forhindre skader mod fx træbeskyttelsesmidler, beton, fugtigt træ og lignende. Af hensyn til korrosionsrisikoen skal befæstigelse af træunderlag og skillelag udføres således, at søm og skruer ikke har direkte kontakt med metalunderlaget (se afsnit om korrosionsforhold).

Som underkonstruktion for metaltag/-facade anvendes normalt i dag en træforskaling, da man her ikke har nævneværdige problemer med oplægningen (fastgørelse af hafter mv.). Af egnet træ til tagfladen kan nævnes uhøvlet fyrretræ og gran uden trykimprægnering, og som har et mellemrum på 5 - 10 mm. I dette tilfælde kan man se bort fra skillelag. Ved krydsfiner og andre storformatplader bør der monteres et struktureret skillelag. Med hensyn til spånplader er der ingen kendte plader, som kan bruges. De kan derfor ikke anbefales. Fastgørelse af metaltaget er vigtigt af hensyn til vindsugningskræfterne (se afsnittet 1.2.4 - Tabel 6).

Figur 1



Det er meget vigtigt at bruge de rigtige skillelag i forhold til de metalplader, der skal anvendes.

### 1.1.1 Korrosionsforhold

I forbindelse med tag- og facadearbejder må der tages højde for korrosion af metallerne. I byggeriet vil korrosion næsten altid være ensbetydende med en forøget sammensætning af metallerne indbyrdes og en forbindelse mellem metallet og atmosfæren, dvs. ilt + vand + metal.

Ved sammensætning af forskellige metaller kan der derfor opstå galvanisk korrosion, dvs. ved tilstedeværelse af en elektrolyt (kondens, regnvand osv.), hvorimod galvanisk korrosion i atmosfæren er et sjældent problem.

Sammensættes forskellige metaller i fortsættelse af hinanden i et byggeri, må de metalkombinationer, man bruger, passe sammen for at undgå korrosion af metallerne.

For at få et overblik over metalkombinationerne kan nedenstående anvendes:

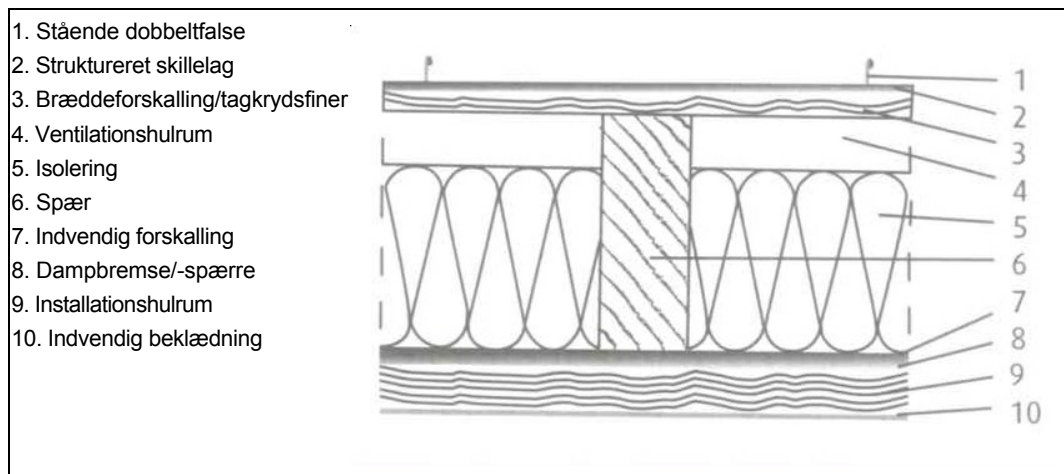
**Tabel 2**

	AL	Pb	Cu	Zn	NRS	St	
AL	+	+	÷	+	+	+	= Aluminium
Pb	+	+	+	+	+	+	= Bly
Cu	÷	+	+	÷	+	÷	= Kobber
Zn	+	+	-	+	+		= Zink
NRS	+	+	+	+	+	+	= Rustfrit stål
St	+	+	÷	+	+	+	= Varmforzinket stål

Udsættes metalundersiden for fugtighed og kondens, må der regnes med betydelig korrosion. Endvidere bør der tages hensyn til samlingerne (skruer, søm osv. - se afsnit 1.2 om dobbeltfalsede tag- og facade - hafteantal mm.).

Metallers kontakt med beton må undgås, da beton er stærkt alkalisk (høj pH-værdi). Fælles for metallerne er, at disse korrosionsangreb kun sker, når betonen er fugtig. Til at forhindre disse korrosionsangreb må der sørges for grundig ventilation af underkonstruktioner. Endvidere må man beskytte metalundersiden med et skillelag (se afsnit 1.1.0). I forbindelse med isoleringen er det vigtigt, at fugtspærren også er dampbremsende eller diffusionstæt.

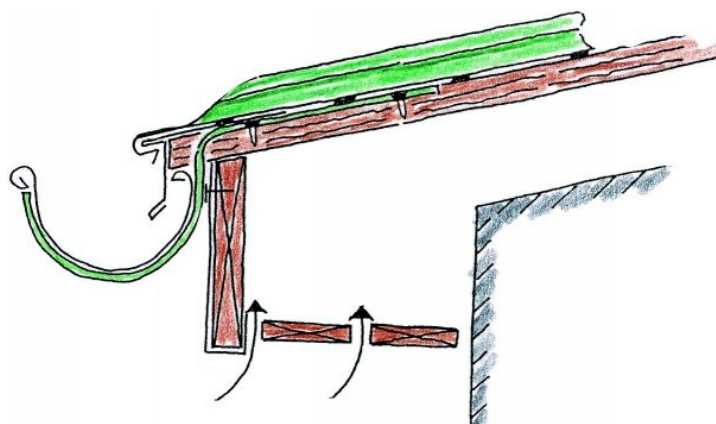
Fugtspærrens opgave er at hindre den fugtige luft fra de varme rum at trænge ind i isoleringen med kondens til følge. Derfor skal fugtspærren altid være før isoleringen, så man undgår, at der opstår fugtighed i isoleringen.



### 1.1.2 Ventilationsåbning

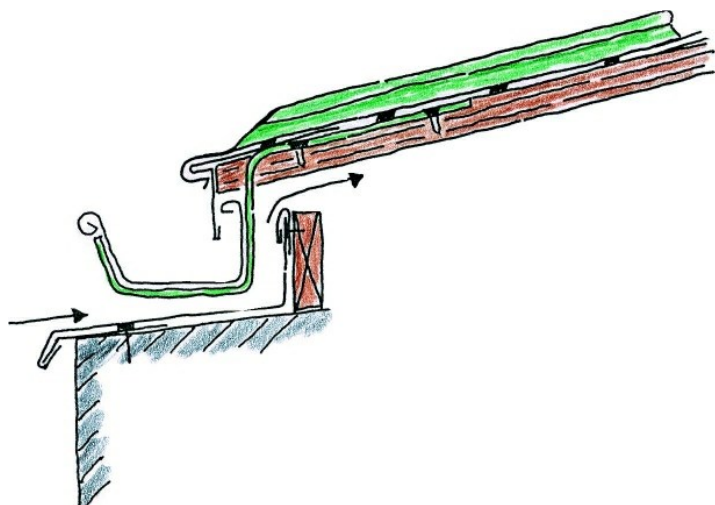
**Figur 2**

Eksempler på tagfod med halvrund tagrende, beklædning og sternbræt og ventilationsåbning i tagudhæng.



**Figur 3**

Eksempler på tagfod med firkantet tagrende, gesimsafdækning og ventilationsåbning bag tagrende.



Vær opmærksom på insektnet ved ventilationsåbninger. Fx kan et stort hvepsebo så let som ingenting lukke af for cirkulation. Ved brug af net øges kravet til ventilations-åbninger (se side 67).

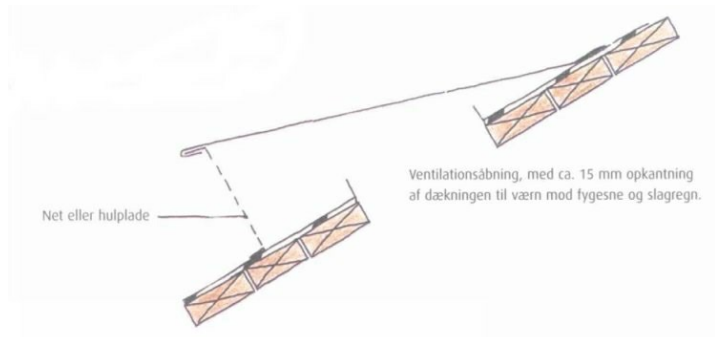
### 1.1.3 Udluftningsventiler og -hætter

For at tilgodese de krav, der er til den nødvendige ventilation af tagkonstruktionen, kan det være nødvendigt at anbringe nogle ventiler eller udluftningshætter i tag- og facadedækning.

Størrelsen og udformningen af disse vil variere efter de konkrete behov og bør i alle tilfælde udføres af samme materiale som dækningen. Placering af ventiler eller udluftningshætter skal ses som en alternativ mulighed til mere naturligt indpassede ventilationsmuligheder.

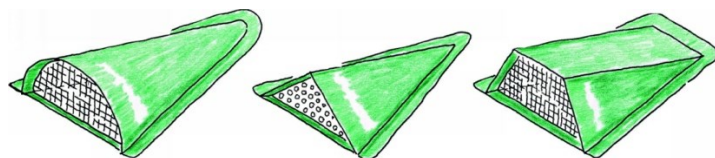
**Figur 4**

Eksempler på udluftningsventiler og hætter.



**Figur 5**

Udluftningsventiler i forskellige udførsler.



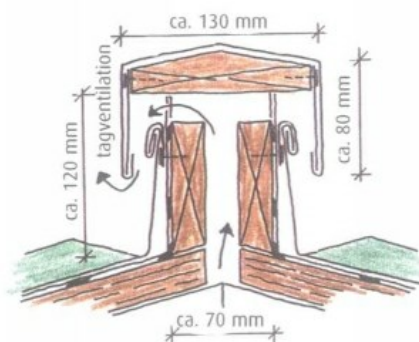
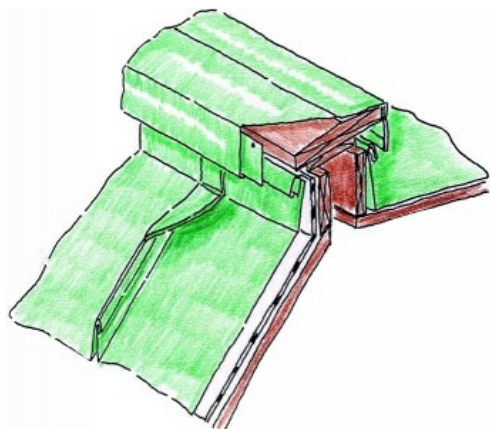
**Figur 6**

Runde udluftningshætter.





**Figur 7**  
Eksempler på afslutning ved tagryg med tagventilation.



## 1.2 Bånddækning

Dobbeltfalsed dækning er en metode, der har været kendt i århundreder som metode til tagdækning på bygninger af enhver art. Dækningen kendes især fra de grønne kobbertage på bygninger som kirker, slotte og administrationsbygninger.

Dækningsmetoden, som stadig anvendes, er baseret på håndarbejde, hvor de enkelte plader deles og sammenfalses til lange bånd (reder), som derefter sammenfalses til tagenheder, der giver det karakteristiske spil mellem langfalsene og tværfalsene.

I de sidste årtier er der udviklet fremstillingsmetoder til udførelse af tyndplade i bånd i forskellige metaller og kvaliteter, der er meget velegnet til beklædning af tage og facader. Sideløbende med denne udvikling er der fremstillet specialmaskiner og værktøj, der kan forprofilere og sammenfalsse eller svejse disse bånd, således at de færdige tage og facader fremstår med ensartede samlinger, der er udført rationelt.

Med henvisning til de enkelte metaller egenskaber og farver vil det være muligt at udvælge et produkt, der kan tilfredsstille næste ethvert krav, som stilles til udformning og levetid af tag- og facadebeklædning på både nye og ældre bygninger.

### 1.2.1 Samlingsmetoder

#### Stående dobbeltfals

Ved dækning af tage med tyndplade i bånd vil en maskinfremstillet, stående dobbeltfals i banernes længderetning i de fleste tilfælde være den bedste løsning.

Den færdige fals skal mindst være 25 mm høj. Højere fals kan udføres, hvis der af arkitektoniske grunde er et ønske herom, eller hvor det af tekniske grunde er mest hensigtsmæssigt.

For at bevare tagenes tæthed under alle forhold er det en betingelse, at der benyttes en taghældning, der forhindrer en opstemning af vand ud over de falsede samlinger.

#### Tabel 3

Eksempler på taghældningens betydning for valg af samlingsmetoder i falsede tage.

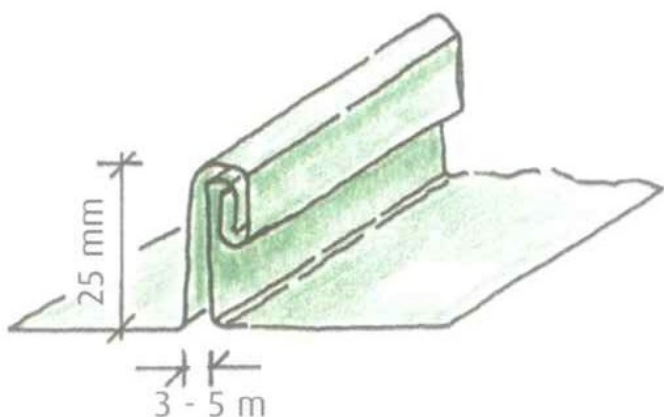
Materiale	Mindste taghældning ved	Mindste taghældning ved dækning, hvor der	Bemærkninger
-----------	-------------------------	---	--------------

	bånddækning	forekommer tværfalse	
Zink	5° (8,75 %)	10° (17,63 %)	Kan blødloddes
Aluminium	5° (8,75 %)	10° (17,63 %)	Kan svejses og hårdlodes
Syrefast rustfrit stål med overflade af tin	5° (8,75 %)	10° (17,63 %)	Kan blødloddes
Metalliseret og plastbelagt stål	5° (8,75 %)	10° (17,63 %)	
Kobber	5° (8,75 %)	10° (17,63 %)	Kan blød- og hårdlodes

Ved taggennembrud af fx skorstene eller ovenlys skal minimumfaldet overholdes, når vandet ledes uden om forhindringen.

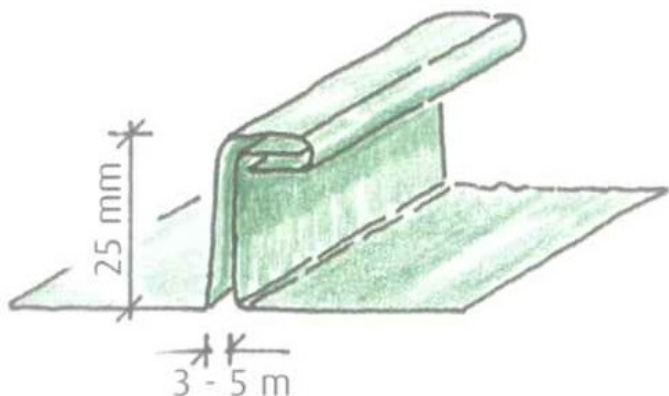
Stående dobbeltfals kan anvendes generelt fra dækning med minimumfald til lodret dækning.

**Figur 8**



Hvis der af hensyn til det arkitektoniske helhedsindtryk er ønske om at benytte en stående vinkelfals, må taghældningen ikke være under 25 grader (47%), og der må ikke forekomme taggennembrud, der forhindrer vandets frie løb.

**Figur 9**



De nødvendige samlinger på tværs af banerne kan udføres under følgende forudsætninger:

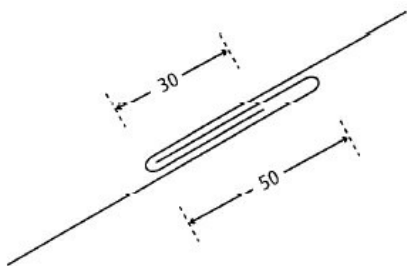
**Dobbelt tværfals** (sammenlåsningsfals) ved taghældninger  $\geq 10^\circ$  (18 %).

**Figur 10**



Enkelt tværfals (hagning) ved taghældninger  $\geq 30^\circ$  (57,8 %).

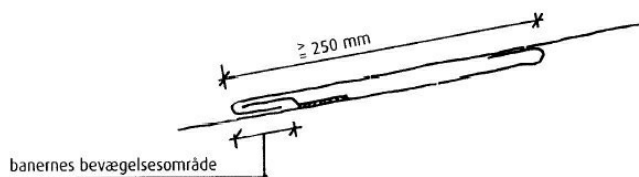
Figur 11



Enkelt tværfals med ekstra fals ved taghældninger  $\geq 10^\circ$  (18 %).

Den samlede overlappning skal være mindst 250 mm.

Figur 12

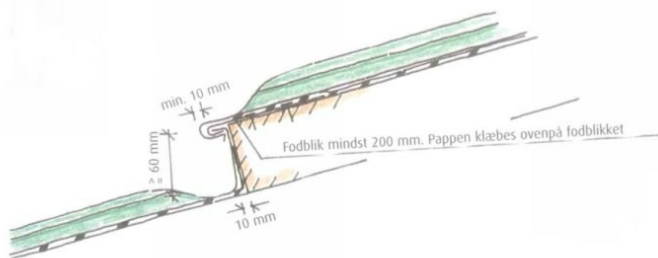


### 1.2.2 Niveauforskydning

Samling ved forskydning i tagniveau på  $\geq 10^\circ$  (18 %). Anvendes hovedsagelig på store tage, hvor de enkelte baner kan blive længere end det maksimalt tilladte. Den lodrette forskel skal være mindst 60 mm.

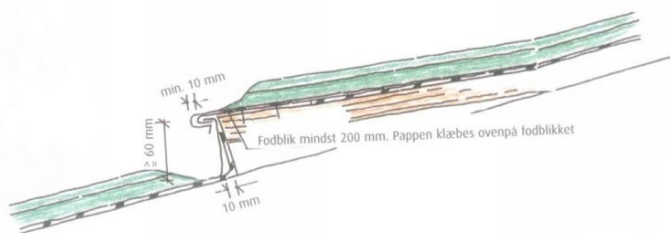
Figur 13

Eksempel på niveauforskydning.



Figur 14

Eksempel på niveauforskydning med kile.



Det kan anbefales at benytte falsetætningsmiddel ved små taghældninger og ved særligt udsatte tage eller dele deraf.

Ved brug af falsetætningsmiddel skal man være opmærksom på blyforbuddet fra 2001. Det betyder, at der ikke må indgå bly i falsetætningsmiddel.

Der er mange blikkenslagere, der tidligere har brugt fx Umbrakit, hvori den vigtigste råvare var blymønje. Denne type kit kan således ikke anbefales mere. Det samme gælder almindelig oliebaseret linoliekit, idet materialet bliver helt hårdt med tiden og vil suge fugtighed til sig.

Man skal derfor finde alternativer. Der er flere produkter på markedet, men pt. kan Tag- og Facadesektionen ikke anbefale disse produkter, idet man ikke kender virkningen heraf.



I Sverige bruges for det meste falseolie i alle samlinger. Dette kunne også være et alternativ.

### 1.2.3 Ekspansion og fiksering i faldede tage/facader

Da alle metaller har en længdeændring under skiftende temperaturforhold, er det af stor betydning, at der ved projekteringen og under udførelsen tages hensyn til dette.

Der kan i almindelighed regnes med temperaturdifference i metallet på 100°C, hvor man kan opnå +80°C om sommeren og -20°C om vinteren.

Ved beregning af den maksimale udvidelse og sammentrækning af banerne, vil den aktuelle metaltemperatur på monteringsstidspunktet være udgangspunktet for beregningerne. (Se efterfølgende eksempel).

	Monteringstemperatur = + 10°C (metaltemperatur)	
	Udvidelseskoefficient (kobber) = 0,017 mm/m/°C	
	Længde = 8 m	
<b>UDVIDELSE:</b>	80°C - 10°C 8 x 0,017 x 70	= 70°C <u>9,52 mm</u>
<b>SAMMEN-TRÆKNING:</b>	10°C - (-20) 8 x 0,017 x 30	= 30°C <u>4,08 mm</u>
	Samlet længdeændring	= <u>13,6 mm</u>
<b>FORDELER</b>	Udvidelse	= 9,52 mm
<b>SIG MED:</b>	Sammentrækning	= 4,08 mm

Tabel 4

Materiale Mm/m/°C	Udvidelseskoefficient
Zink	0,022
Aluminium	0,024
Syrefast rustfrit stål med overflade af tin	0,016
Syrefast rustfrit stål sømsvejst	0,011
Metalliseret og plastbelagt stål	0,012
Kobber	0,017

For at sikre banerne mod længdeændringer i uønsket retning, skal de fikseres med fasthafter i et område af 1 - 3 m.

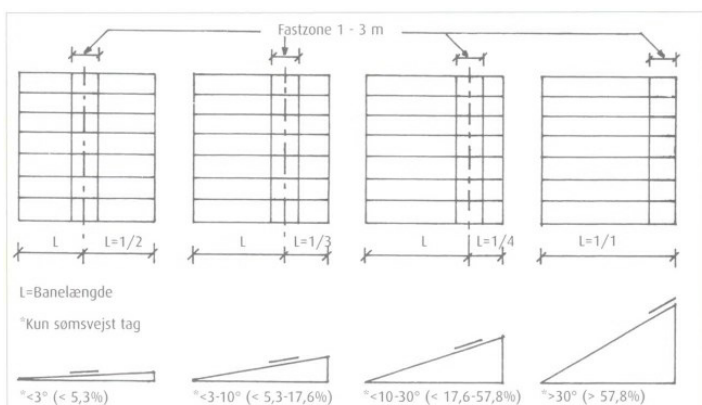
Placeringen af fasthafterne er afhængig af taghældningen, som det fremgår af den skematiske fremstilling i Figur 15.

Hvis banernes længderetning delvis forhindres af taggenembrud som ovenlys, skorstene eller lignende, kan det være nødvendigt at placere fastzoneområdet umiddelbart før taggenembruddet.

Alle andre hafter skal ved baner ud over 3 m principielt være glidehafter.

Figur 15

Bestemmelse af fastzoneområde.



Tabel 5

Den maksimale længde af ubrudte baner beregnet fra centrum af fastzoneområdet.

Materialer	Maks. længde af baner fra fastzonecentrum
------------	---

Zink	16 m
Aluminium	15 m
Syrefast rustfrit stål med overflade af tin	15 m
Syrefast rustfrit stål somsvejst	15 m
Metalliseret og plastbelagt stål	15 m
Kobber	16 m

Ved større banelængder end de anbefalede, skal taget underinddeles i mindre længder ved niveauforskydning.

Ved taghældninger over 10° kan man eventuelt anvende en tværfals med ekstrafals.

### 1.2.4 Hafteantal, hafteafstand, befæstigelse, båndbredde og pladetykkelse

For at sikre taget en forsvarlig fastgørelse i underlaget og for at forhindre, at der ikke opstår vindrevner i beklædningen, skal der ved beregning af hafteafstand, hafteantal, båndbredde og pladetykkelse tages hensyn til den vindlast, taget kan blive udsat for.

Nedenstående DIN normer og SBI anvisning kan anbefales ved beregning af vindlast:

- DIN 1055, del 4/pr EC1:
- DIN 1055, del 45 (E): "Aerodynamische Formbeiwerte für Baukörper" (tillæg til DIN 1055, del 4)
- SBI-anvisning 158: "Vindlast på bærende konstruktioner"

Det kan udledes, at den beregnede vindsugsbelastning af et tag påvirkes væsentligt gennem tagformen, byggeriets højde og beliggenhed, og at der især langs tagkanter og hjørneområder opstår spidsbelastninger.

Randbredden på taget kan normalt fastsættes til 1/8 bygningsbredde (min. 1 m, maks. 2 m) og bredden på hjørneområdet til 1/16 bygningsbredde.

Ved facadebeklædning kan bredden af hjørneområdet fastsættes til 1/16 bygningsbredde og randbredden til 1/8 bygningsbredde (maks. 5 m).

**Tabel 6**

**De tyske normangivelser af de maksimale vindsugsbelastninger for tage og facader.**

Tagfald	Bygningshøjde m	Hjørneområde (N/m <sup>2</sup> )	Randområde (N/m <sup>2</sup> )	Normalområde (N/m <sup>2</sup> )
0 - 25°	0 - 8	1600	900	300
	8 - 20	2560	1440	480
	20 - 100	3520	1980	600
26 - 35°	0 - 8	900	550	300
	8 - 20	1440	880	480
	20 - 100	1980	1210	660
90°	0 - 8	1250	750	500
	8 - 20	2000	1200	800
	20 - 100	2750	1650	1100

Ved beregning af hafteantal og -afstand, båndbredde og pladetykkelse samt befæstigelsesmidler kan, hvor ikke andet angives, tabellerne 7, 8 og 9 anvendes.

**Tabel 7**

Byg- nings- højde i m	Område	Banebredde i mm							
		430/500/530		600		630		730	
		Metaltykkelse 0,7		Metaltykkelse 0,7		Metaltykkelse 0,7		Metaltykkelse 0,8	
		n	s	n	s	n	s	n	s
0-8	Hjørne <sub>1)</sub>	7	300	7	300	7	250	7	250
	Rand <sub>2)</sub>	4	500	4	500	4	400	4	400
	Midt	4	500	4	500	4	500	4	400
8-20	Hjørne <sub>1)</sub>	10	200	10	200	10	150		
	Rand <sub>2)</sub>	6	350	6	350	6	300		

	Midt	4	500	4	500	4	400		
20-100	Hjørne <sub>1)</sub>	13	150	13	150				
	Rand <sub>2)</sub>	8	250	9	200				
	Midt	4	500	4	500				

n = Mindste hafteantal

S = Hafteafstand i mm

<sup>1)</sup>Hjørnezone: 1/16 af bygningsbredde/-længde

<sup>2)</sup>Randzone: 1/8 af bygningsbredde/-længde

**Tabel 8**

Valg af båndbredde og pladetykkelse

Bygningshøjde m	Plademateriale cm	Båndbredde mm	Pladetykkelse	Bemærkninger
0 - 100	Zink	≥ 600	0,70	Sømsvejst
	Aluminium	≥ 600	0,70	
	Ayrefast rustfrit stål med overflade af tin	≥ 500/650	0,40/0,50	
	Syrefast rustfrit stål	≥ 500/650	0,40	
	Metalliseret og plastbelagt stål	≥ 600	0,60	
	Kobber	≥ 600	0,70	
0 - 20	Zink	≥ 670	0,70	Sømsvejst
	Aluminium	≥ 670	0,70	
	Ayrefast rustfrit stål med overflade af tin	≥ 650	0,40/0,50	
	Syrefast rustfrit stål	≥ 650	0,40	
	Metalliseret og plastbelagt stål	≥ 670	0,60	
	Kobber	≥ 670	0,70	

Tabel over krav til hafter og befæstigelsesmiddel, under forudsætning af:

- at træunderlaget er mindst 24 mm tykt.
- at der anvendes 2 stk. søm/skruer i hver hafte med mindst 20 mm bindedybde.

**Tabel 9**

Krav til hafter og befæstigelsesmiddel.

Tagdæknings- materiale	Hafte		Befæstigelsesmiddel			
	Materiale	Tykkelse mm	Kamsøm*** (riflet søm)		Forsænket skruer	
			Materiale	Mål mm x mm	Materiale	Mål mm x mm
Zink	Zink	≥ 0,8				
	Varmforzinket stål	≥ 0,6	Varmforzinket stål	≥ (2,8x25)	Varmforzinket stål	≥ (4x25)
	Rustfrit stål	≥ 0,4	Rustfrit stål	≥ (2,5x25)	Rustfrit stål	≥ (4x25)
	Aluminium	≥ 0,8				
Aluminium	Aluminium*)	≥ 0,8	Aluminium	≥ (3,8x25)	Varmforzinket stål	≥ (4x25)
	Rustfrit stål	≥ 0,4	Rustfrit stål	≥ (2,5x25)	Rustfrit stål	≥ (4x25)
Syrefast rust-frit stål	Rustfrit stål	≥ 0,4	Rustfrit stål	≥ (2,5x25)	Rustfrit stål	≥ (4x25)
	Kobber	≥ 0,7	Kobber	≥ (2,8x25)	Kobber**)	≥ (4x25)
Metalliseret og plastbelagt stål	Rustfrit stål	≥ 0,4	Rustfrit stål	≥ (2,5x25)	Rustfrit stål	≥ (4x25)
Kobber	Kobber	≥ 0,7	Kobber	≥ (2,8x25)	Kobber**)	≥ (4x25)
	Rustfrit stål	≥ 0,4	Rustfrit stål	≥ (2,5x25)	Rustfrit stål	≥ (4x25)

\*) Glidehafternes underdel skal være mindst 1 mm tykke.

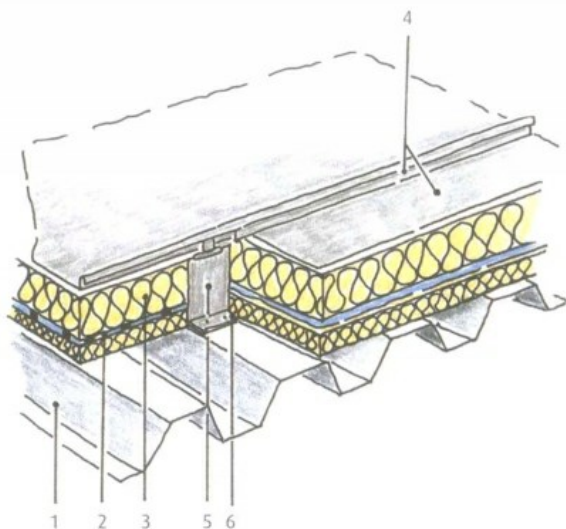
\*\*\*) Skruerne skal være af kobberlegering indeholdende mindst 85 % kobber.

\*\*\*) Alle søm, med undtagelse af aluminium, skal have ca. 9 riller og min. 7 mm Ø fladt hoved.

Hvor fastgørelse af tag- og facadedækning skal føres igennem isoleringslag, fastgøres til stål- eller aluminiumsprofiler, findes der forskellige egnede metoder. Det kan anbefales at søge rådgivning om disse metoder hos blikkenslagermesteren, fabrikanten eller leverandøren af konkrete produkter.

**Figur 16**

Eksempel på falsset eller sømsvejst dækning, hvor befæstigelsen er ført gennem isolering til trapezformet plade.



1. Trapezformet stål- eller aluminiumsplade
2. Dampspærrer, hvor det forlanges
3. Varmeisoleringslag
4. Falsset eller sømsvejst dækning
5. Glidehafter
6. Haften fastgjort med popnitter eller selvskærende skruer

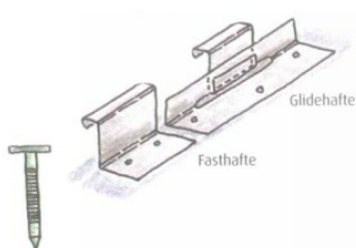
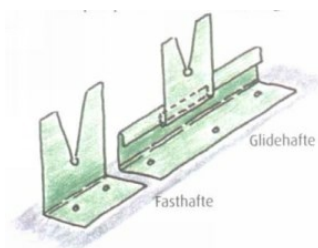
#### Hafter til dobbelfalsset dækning

**Figur 17**

Eksempler på hafter til båndfalsning.

**Figur 18**

Eksempler på hafter til maskinfalsning.

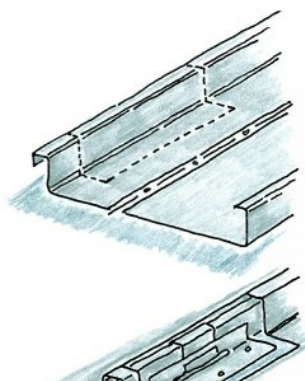
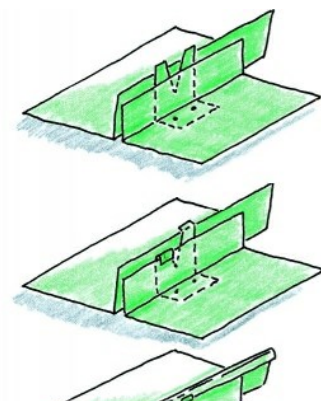


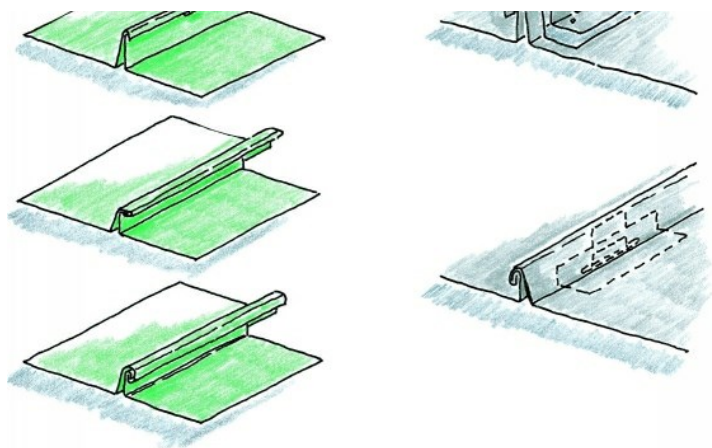
**Figur 19**

Fremstillingsforløb ved håndfalsning.

**Figur 20**

Fremstillingsforløb ved maskinfalsning.

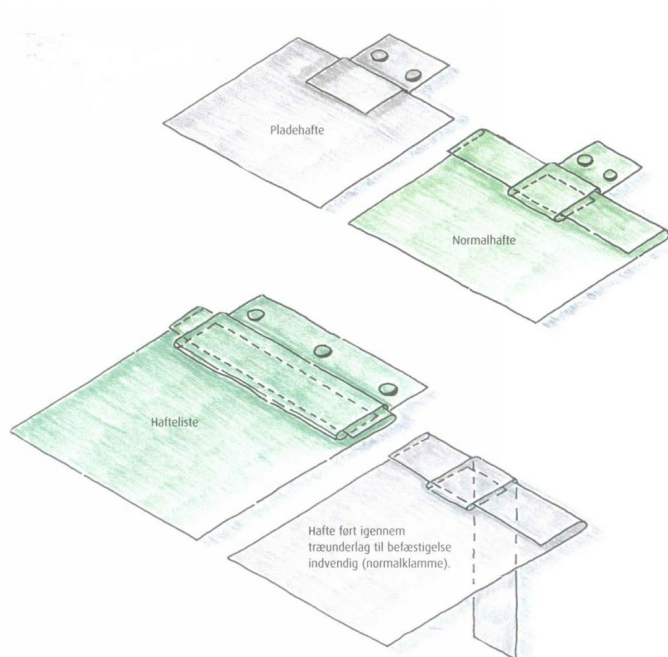




De nødvendige forekommende samlinger på tværs af banerne kan fastgøres efter de skitserede principper. Til befæstigelse anvendes søm eller skruer valgt fra tabellen over krav til hafter og befæstigelsesmidler (se tabel 9).

### Figur 21

Eksempler på hafter til tværsamlinger.



## 1.3 Anden falsed dækning

Den formentlig ældste dækningsmetode med metal er listedækning. I Danmark har metoden i de senere årtier ikke været anvendt i særlig stor udstrækning. Dette skyldes sikkert de gener, der kunne opstå, når tagene var dækket med zink, uden de egenskaber den nu fremstillede zink har.

Den karakteristiske markante opdeling af tagene vil igen kunne opnås ved anvendelse af de metalprodukter i bånd, der nu er i handelen.

Eksemplerne på listedækning er de traditionelle. Det vil være muligt at kombinere disse eller i samarbejde med blikkenslageren at udarbejde en løsning specielt egnet til et givent projekt.

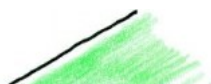
De trapezformede lister fremstilles normalt 40 x 40 mm konisk afskåret til 15 - 30 mm. Det vil dog ofte være hensigtsmæssigt at udføre listerne til grater og tagrygge 60 - 70 mm høje af hensyn til de fremkomne samlinger.

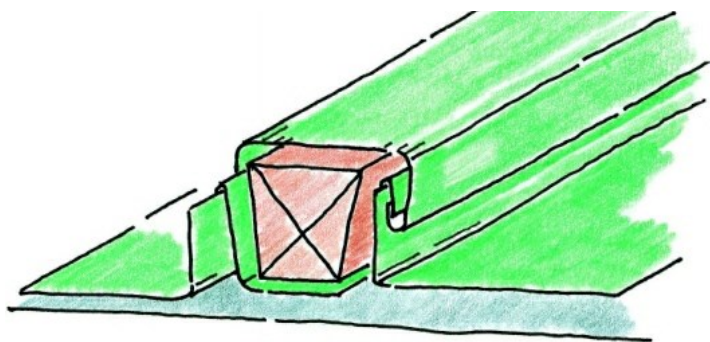
Som vejledning ved valg af den nødvendige taghældning, kan oversigten for falsede tage anvendes (se afsnittet om samlingsmetoder, Tabel 3).

De nødvendige samlinger på tværs af banerne kan udføres efter samme retningslinier, som anvist under falsede tage (se afsnittet om samlingsmetoder, Figur 10, 11, 12).

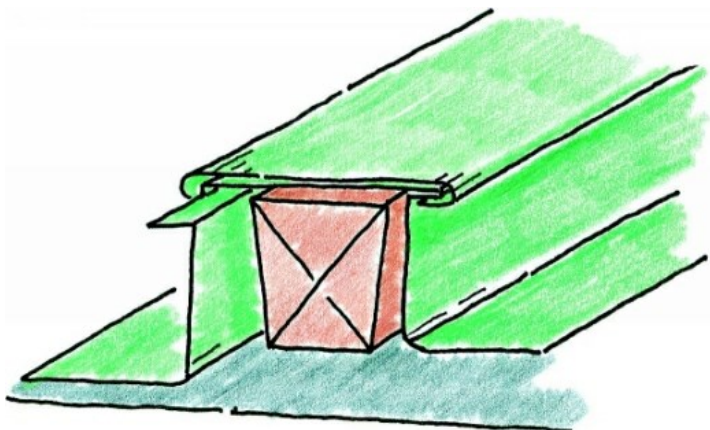
### Figur 22

Belgisk dækning.

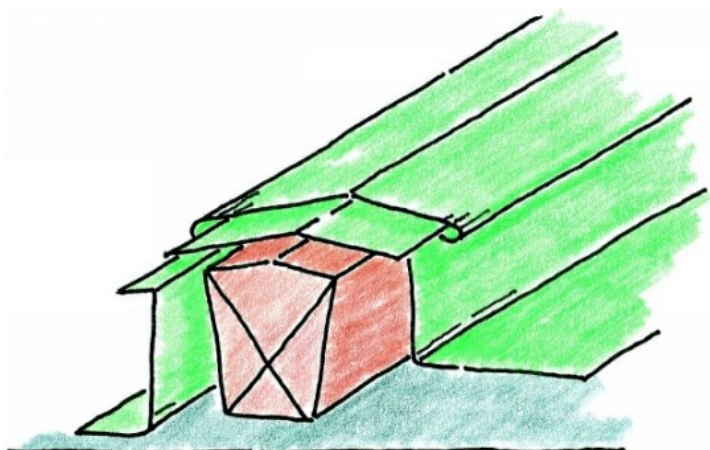




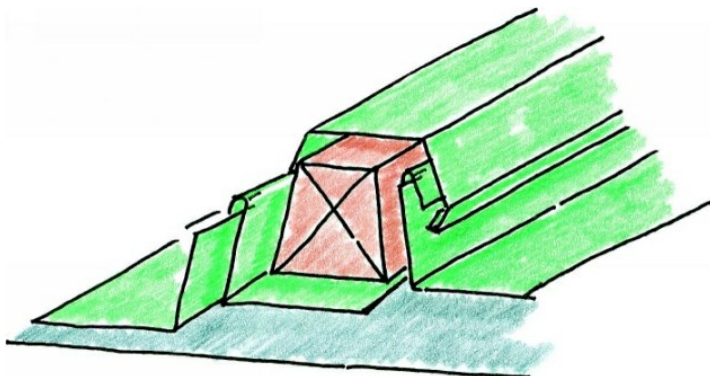
**Figur 23**  
Tysk dækning.



**Figur 24**  
Tysk dækning (variant).



**Figur 25**  
Fransk dækning eller Parisisk dækning.



## 1.4 Detaljer ved falsset dækning

På følgende sider vil der blive vist forslag til forskellige detaljeløsninger af de mest forekommende detaljer i forbindelse med dobbeltfalsset tag- og facadedækning.

På grund af de naturlige forskelle, der er i udformningen af tage, vil det ikke være muligt at vise alle de enkelte løsninger der kan forekomme, men det vil være muligt at løse enhver opgave efter principperne, der anvises.

Samlingsmetoderne er i princippet ens for alle pladetyper, men der kan dog ved valg af metode være nogen forskel afhængig af materialegenskaber, materialetykkelse, taghældning og aktuelle temperaturforhold. Ved valget vil det endvidere være nødvendigt at tage hensyn til de pladsforhold, der kræves for at udføre arbejdet håndværksmæssigt forsvarligt.

Hvis der opstår tvivl i valget af detaljeløsninger, kan det anbefales, at projekterende og udøvende træffer valget sammen, så der sikres tilfredsstillende arkitektoniske løsninger samtidig med, at den udøvende kan sikre den håndværksmæssige kvalitet.

Under udførelsen af alle detaljer skal det iagttages, at de udføres med tolerancer, der giver materialerne mulighed for udvidelse og sammentrækning under skiftende temperaturforhold.

Hvor intet andet er angivet, er målene millimeter.

### 1.4.1 Samlinger og afslutninger ved tag og facade med og uden tagrende

#### Dobbelt fodblik

Fodblikket skal udføres af hårdt eller halvhårdt plademateriale.

Fodblikket har ingen tættende funktion, men skal sikre en forsvarlig fastgørelse af tag- og facadebeklædning.

Befæstigelsen foretages med søm, der forskydes med 5 cm afstand (krydssømme).

Samlingerne af fodblikket foretages med overlapning på 40 - 50 mm uden efterfølgende lodning eller andet, der hindrer længdeudvidelsen. Det kan anbefales at anvende 30 mm som udlæg i stedet for det viste 25 mm. Fabrikantens anvisninger skal efterfølges.

#### 1. Stående skrå falseafslutning 45°

Kræver tilstrækkelige pladsforhold til at udføre svejsning af falselukningen.

#### 2. Stående rund falseafslutning

Kræver tilstrækkelige pladsforhold til at udføre svejsning af falselukningen, er vanskelig at udføre, hvis tagrende er under 285 mm i tilsnit eller derunder.

#### 3. Normal stående falseafslutning

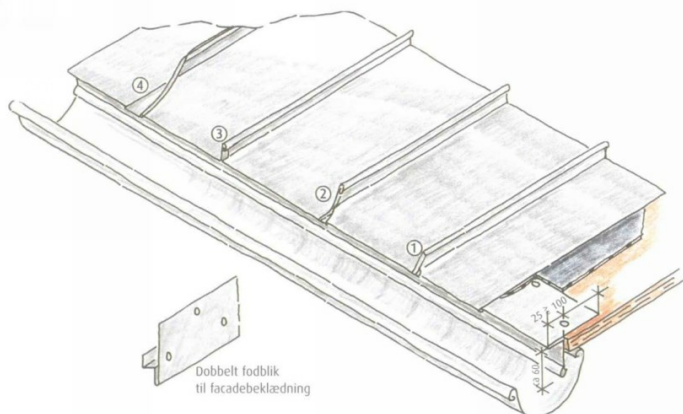
Er en noget lettere løsning, der kan anvendes, hvor der ikke stilles specielle krav, eller hvor pladsforholdene ikke tillader anden løsning.

#### 4. Væltet fals

Er en traditionel og sikker løsning, hvor der ikke stilles specielle krav til det optiske indtryk.

#### Generelt

Ved omhugning af dækning og ved tilslutning af de enkelte false skal udførelsen være foretaget således, at kapillarvirkning forhindres. Underlagspappet klæbes oven på fodblikket.



### 1.4.2 Samling af ryg og grat i forbindelse med dobbeltfalsset dækning

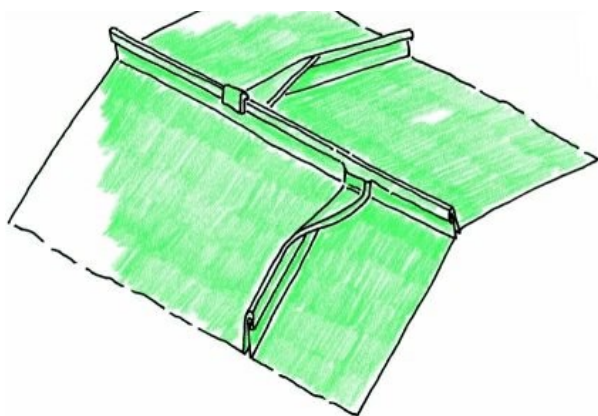
Udformningen af tagryg og grater vil ofte være det, der kan give et tag sit særlige udseende.

I de følgende eksempler er der vist muligheder for at opfylde specielle ønsker af udseendet og eventuelt samtidig opnå en udluftning af tagkonstruktionen.

#### Figur 27

Traditionel ryg- og gratfals.

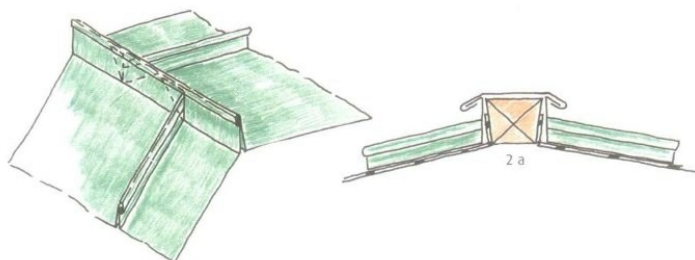




Falset udføres 10 - 15 mm højere end den normale langfals. Dette gøres både af hensyn til udseendet og for at kunne give tilstrækkelig med luft mellem høj- og lavfals, hvor tagfladerne mødes.

**Figur 28**

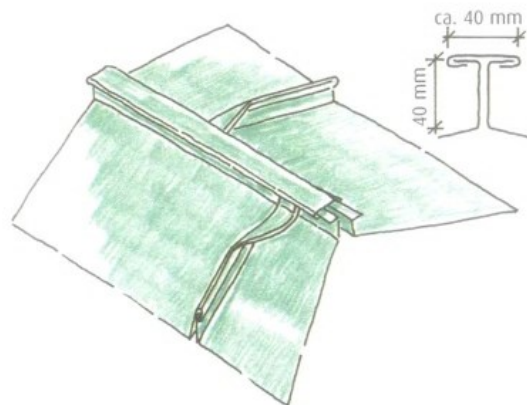
Stående indføring af langfals i ryg- og gratfals.



Denne udførelse kræver stor nøjagtighed. Hvis man ønsker ryggen og graten særligt fremhævet, kan det udføres ved at montere en liste mellem tagfladerne på ca. 60 x 60 mm og afdække med en kapsel (se skitse 2 a). Ved denne metode kan arbejdet nemmere udføres og kan også anvendes på større tage.

**Figur 29**

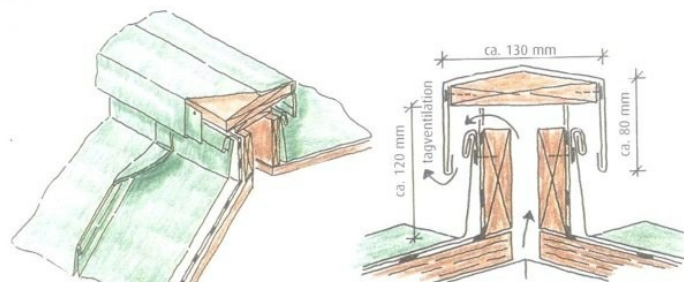
Ryg og grat med skyder (dækliste).



Kan anvendes, hvor der er ønske om optisk at fremhæve ryg og grat.

**Figur 30**

Afslutning ved tagryg med tagventilation.





Det skitserede forslag er et eksempel på, hvorledes inddækningen af tagryggen løses samtidig med, at der skabes mulighed for tagventilation, hvad der normalt vil være et behov for ved taghældninger på mere end 10°.

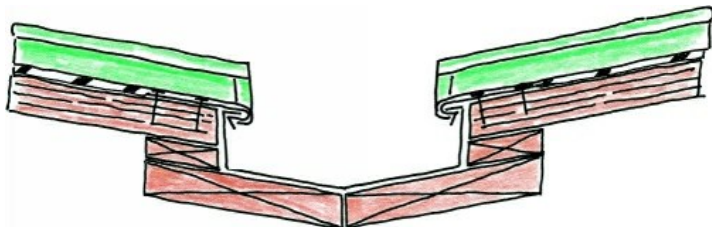
Der er naturligvis mulighed for at udforme sin egen løsning, der har ventilationsfordelen. Det skal blot iagttages, at konstruktionen udformes, så indtrængning af fygesne forhindres, og der med fordel kan anbringes fluenet.

### 1.4.3 Samlinger ved skotrender i dobbeltfaldet dækning

Udførelsesformen af skotrender er afhængig af taghældning og længden af både skotrenden og de tilstødende baner. Det vil derfor være nødvendigt, at der allerede ved projekteringen tages hensyn til de konstruktive krav, der stilles til de forskellige udførelsesformer.

**Figur 31**

Forsænket skotrende.

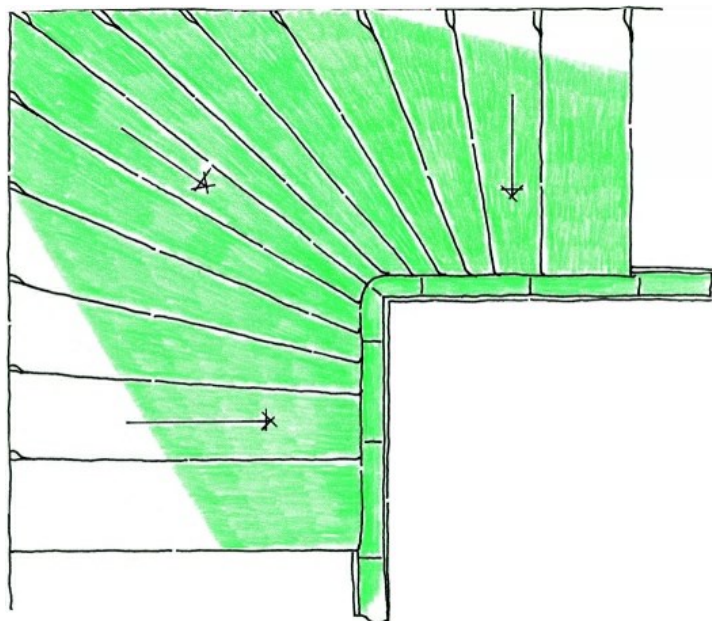


Kan anvendes ved skotrendefald på 5° til 14°. Ved en omhyggelig udførelse vil skotrende og de tilstødende baner kunne ekspandere uafhængigt af hinanden.

Skotrende tilskæres ca. 500 mm og udføres med en dybde på ca. 50 mm. Ved små fald bør skotrende udføres uden samlinger - uundgåelige samlinger skal dobbeltfaldses. Det gennemgående fodblik hages i renden af krydssømmen i træbeklædningen.

**Figur 32**

Skotrende med konisk tilpassede baner.

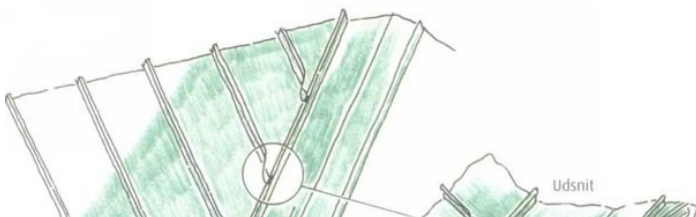


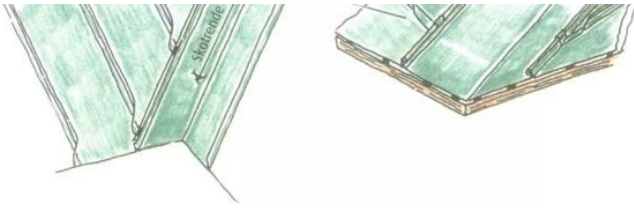
Er særlig anvendelig ved små taghældninger, hvor det ikke er muligt at forsænke skotrenden. Ved konisk tilpassede baner undgår man afslutning af langfals på tagfladen, og man opnår gode ekspansionsmuligheder for de enkelte baner.

Ved udførelsen af arbejdet skal man være opmærksom på, at vandet i nogle tilfælde vil løbe på tværs af banerne. I disse tilfælde kan en større falsehøjde anbefales.

**Figur 33**

Traditionel skotrende.



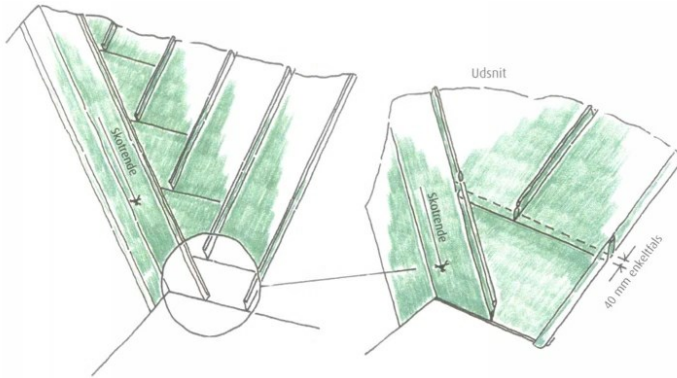


Kan anvendes ved alle taghældninger, men har sin begrænsning ved tagflader med store banelængder, da det er meget vanskeligt at opnå tilstrækkelig ekspansion ved den indfalsede skotrende.

Afhængig af pladematerialet vil skotrendens længde være begrænset til 6 til 10 m.

**Figur 34**

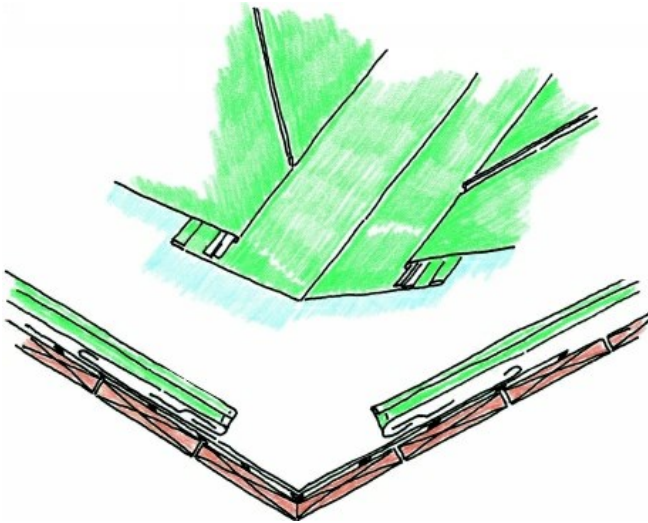
Skotrende med tilslutning af tværliggende baner.



Kan anvendes ved større tagflader, hvor vinklen mellem langfals og skotrendefals er under  $45^\circ$ . Udførelsesformen tilgodeser ekspansionsmulighederne for både skotrende og tagbaner.

**Figur 35**

Skotrende med enkeltfals og ekstrafals.

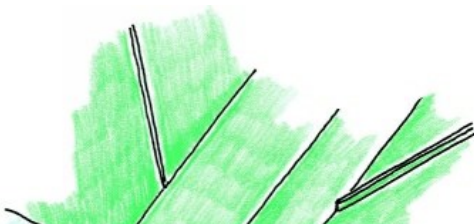


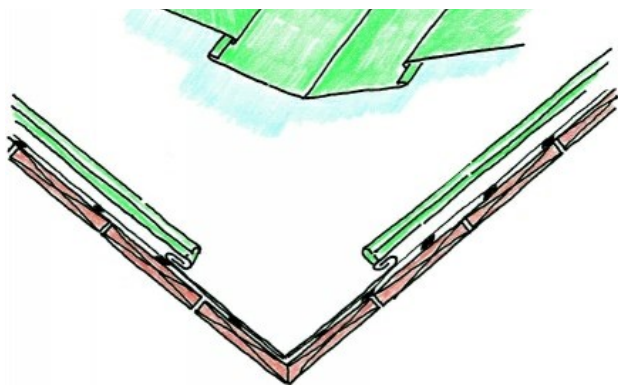
Kan anvendes på alle tagflader med skotrendehældning over  $10^\circ$ . Begrænset til pladematerialer, der kan blødloddes. Udførelsesformen tilgodeser ekspansionsmulighederne både for skotrende og tagbaner.

Omhagningen i den fortsatte hafteliste skal tilpasses, så der opnås tilstrækkelig ekspansionsmulighed. Den samlede overlappning skal være ca. 250 mm. Haftelisten blødloddes og evt. nittes til skotrenden.

**Figur 36**

Skotrende med enkeltfals.





Kan anvendes på alle tagflader med en skotrende hældning over 30°. Udførelsen tilgodeser ekspansionsmuligheder af både skotrende og tagbaner.

Omkantningen af skotrenden skal være 40 mm og omhagningen af banerne skal tilpasses, så der opnås tilstrækkelige ekspansionsmuligheder.

#### 1.4.4 Inddækninger ved taggennembrud i dobbeltfalsed dækning

Detaljerne omfatter principperne for inddækning omkring skorstene, ovenlys, taglemme, ventilationskanaler, elevatorhuse og brandkarme mm.

På skitserne afsluttes lodrette kanter uden vandtæt overgang, idet den fortsatte inddækning vil være afhængig af, hvilket emne der inddækkes.

Det vil være muligt at inddække med løskant, kapselprofil eller med lodret falsed dækning (facadebeklædning). Dette kan udføres med en omhugning direkte ved at foretage en omkantning af denne (se Figur 37).

Tagdækningen bør normalt føres 150 mm op ad tilstødende bygningsdel både for at undgå utætheder og for at kunne udføre arbejdet korrekt.

For at tilgodese ekspansionsmulighederne må inddækningen ikke fastgøres mod tilstødende bygningsdel.

Det vil være nødvendigt med 150 - 220 mm afstand mellem langsgående false og bygningsdele for at sikre tilstrækkelig plads til udførelse af arbejdet.

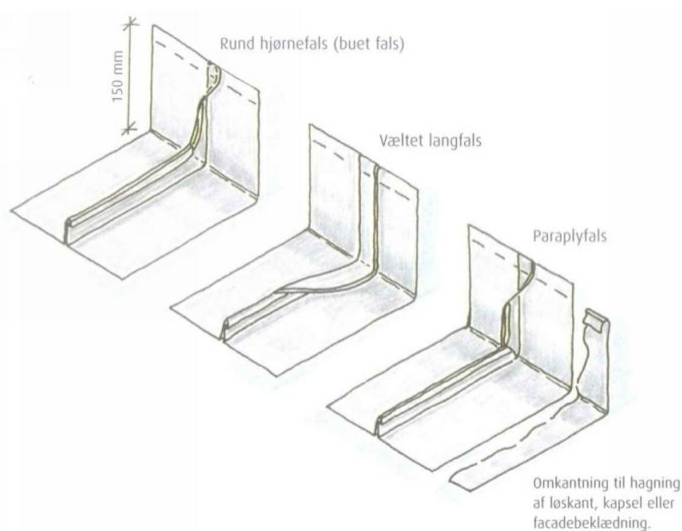
Hvor tagfald møder bygningsdel på mere end 1000 mm i bredden, skal der udføres en skotrende med sadel for at forbedre vandafløbet (se Figur 41).

Ved tværliggende dobbeltfals (skotrendefals og vagefals) kan det ved større længder og ved lille taghældning være nødvendigt at vælte falsene imellem langfalsene for at forbedre vandafløbet.

Dækning vinkelret på banernes længderetning skal udføres af plade i båndformat i længder af højst 6 m. Samlingerne skal udføres med rund hjørnefals (buet fals) ført i forlængelse af banernes langfals (se Figur 37 - 38).

**Figur 37**

Anvendte falsetyper.



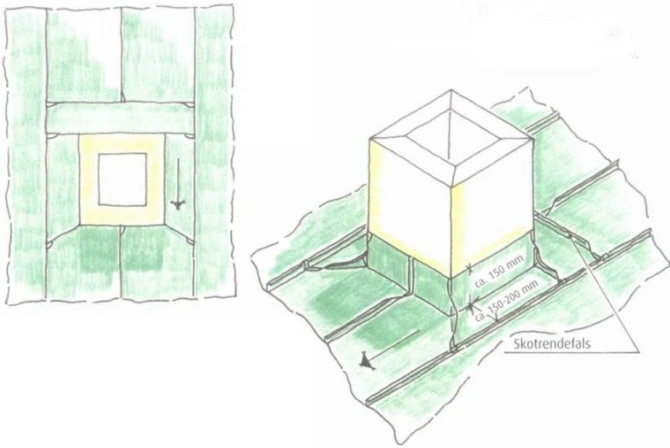
**Figur 38**

Eksempel på dækning vinkelret på banernes længderetning.

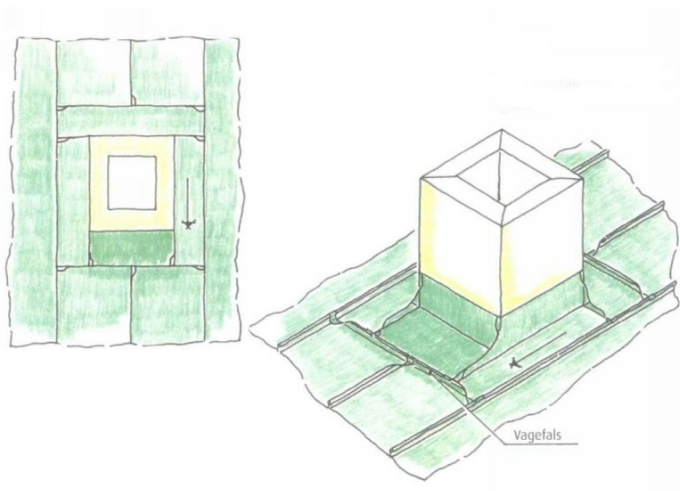




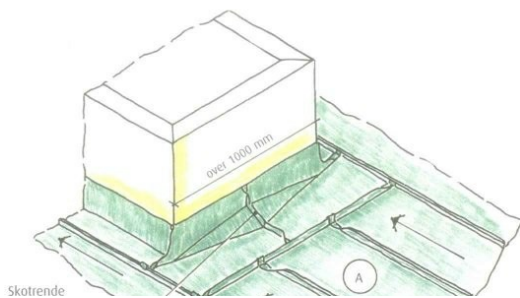
**Figur 39**  
 Inddækning, hvor de runde hjørnefals er ført til langfals.

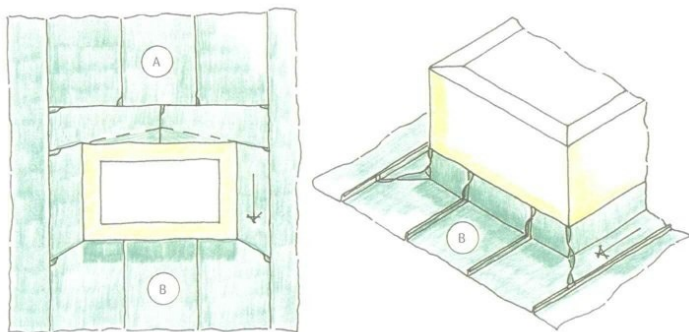


**Figur 40**  
 Inddækning, hvor de forreste runde hjørnefals er ført til vagefals.



**Figur 41**  
 Inddækning over 1000 mm med skotrende med sadel.





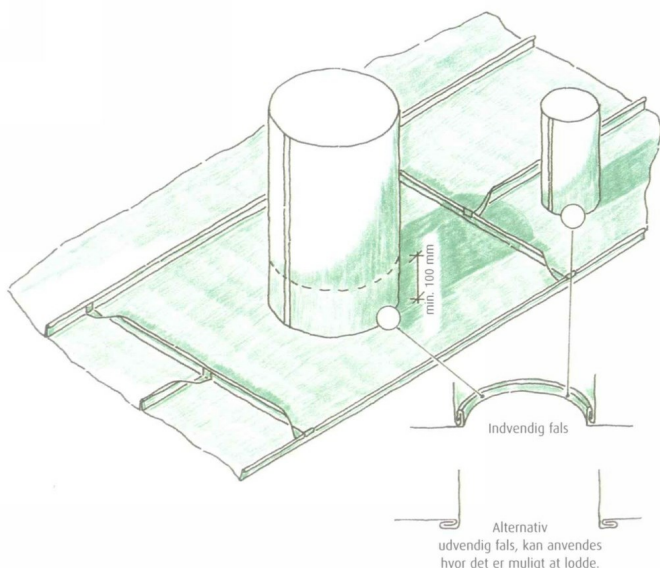
#### Inddækning af runde emner

Hvor det er muligt, er det mest hensigtsmæssigt at placere de runde emner midt mellem to langfals.

De runde emner falses til dækningen som anvist. På plademateriale, der kan blødloddes, sikres falsen ved lodning.

Hvor de runde emner deles - af hensyn til arbejdets udførelse - skal den indfalsede del være mindst 100 mm høj på det laveste punkt. Overlappningen af delene skal være mindst 50 mm.

Figur 42



#### 1.4.5 Dobbeltfalsset dækning af buede bygningsdele

Dobbeltfalsede buede bygningsdele vil i lighed med lige dækning kunne forprofileres og falses med elektrisk værktøj. Der vil dog normalt forekomme en del traditionelt håndarbejde i forbindelse med skotrender mm.

Lige og buet dækning adskiller sig i dækningsmetoder hovedsagelig i forbindelse med arbejdet ved skotrender.

I det viste eksempel (Figur 43) er tværsamlingerne i skotrenden dobbeltfalsset. De samme samlinger vil, ved skotrendefald på mere end 25°, kunne samles med en 40 mm enkeltfals.

De stående skotrendefalser vil ligeledes kunne udføres med enkeltfals.

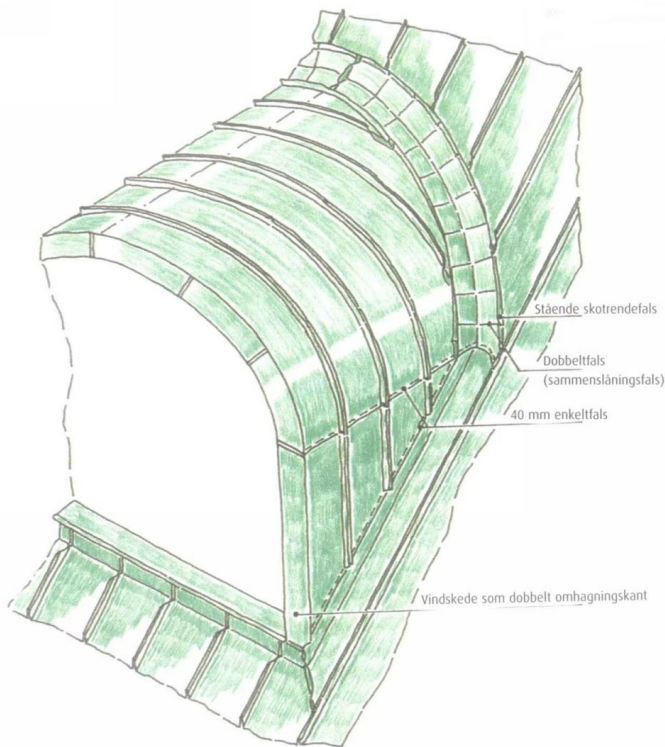
Tværsamlingerne af den lodrette beklædning og den henholdsvis buede og lige dækning er udført med 40 mm enkeltfals.

Vindskeden er udført som dobbelt omhængningskant med enkeltfalsede tværsamlinger.

På det viste eksempel er der ingen tværsamlinger på det højeste punkt af buen. Ved større bygningsdele vil det på grund af den praktiske udførelse være nødvendigt at udføre en stående rygvals eller afslutte med en rygliste eller lignende.

Figur 43

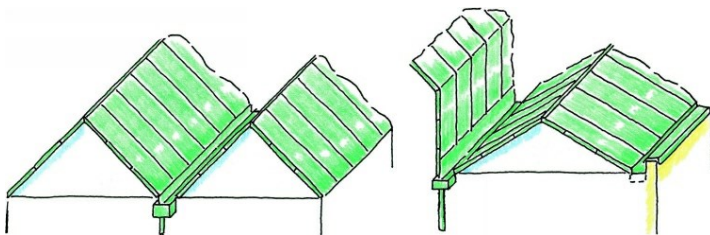
Eksempel på buede bygningsdele.



#### 1.4.6 Fodrender (indvendige tagrender) i dobbeltfalsset dækning

Render, der fremkommer mellem to parallelle tagflader, mellem skrå tagflader og lodret væg og mellem skrå tagflader og lodret murbrystning, benævnes fodrender.

Figur 44



Generelt er fodrender de enheder ved en tagkonstruktion, der giver de største problemer. Det vil derfor være absolut nødvendigt at ofre den del af tagopbygningen megen opmærksomhed både ved udformningen og ved udførelsen.

Problemet kan opstå, hvor store sne- eller vandmængder opstemmes i renden og giver vandindtrængning. Dette opstår ofte i forbindelse med, at området omkring nedløbet er forstoppet af is eller snavs.

Man skal også være opmærksom på, at det kan være vanskeligt at opnå tilstrækkelig med ventilation af tagkonstruktionen på grund af de udførelsesmetoder, der anvendes ved samlingerne mellem tagflader og render.

Mange gener vil kunne undgås, hvis nedenstående anvisninger følges.

Underlaget til renderne skal være jævnt og lige og dækket med en helsvejst gummidug eller lignende.

Ved alle faldede samlinger i forbindelse med renderne skal der anvendes falsetætningsmiddel.

Generelt bør længden af fodrender begrænses til det mindst mulige.

Render kan udføres af samme plademateriale og tykkelse som resten af dækningen. Ved tilskæringsmål på over 1 m kan det anbefales at vælge en kraftigere pladetykkelse.

Render udføres af plade, hvor samlingerne dobbeltfalses, svejses eller loddes for hver ca. 2 m i rendens længderetning. Bunden af renden må ikke være under 375 mm, og ved tilslutning mod lodret væg skal den føres mindst 300 mm op over det højeste punkt af renden.

Længden af hver rendesektion skal tilpasses efter dens udvidelsesmuligheder. Render med fri bevægelighed bør normalt ikke overstige længden af maksimale banelængder (se Tabel 5). Fodrender, der er dobbeltfalsset med dækningen, må ikke overstige 6 m.

Fodrender med fald til sider skal samles på det højeste sted med en fals i lighed med rund hjørnefals. På andre render skal endebundene falses, loddes eller svejses. Samlingerne mellem to render skal udføres med tolerancer, der giver ekspansionsmuligheder.

Faldet i renden må ikke være under  $1:75 = 13 \text{ mm pr. meter}$ .

Bukning eller opkiling af render skal udføres, så der ikke forekommer skarpe hjørner i bunden, hvor snavs vil blive liggende ved små

rendefald. Bukkeradius bør ikke være under 2 mm. Ingen del af renden må ligge i spænd, der kan forhindre fri bevægelse.

Rendetudene falses, loddes eller svejses til renderne.

Afløbene skal være dimensioneret til den største vandmængde, og der bør etableres dobbelt afløb, således at eet afløb kan aflede vandmængden, hvis det andet forstopper. Hvis dette ikke er muligt, kan det anbefales at anbringe nødoverløb lige under højeste rendepunkt. Nødoverløbet føres uden for facaden eller til nærmeste afløb.

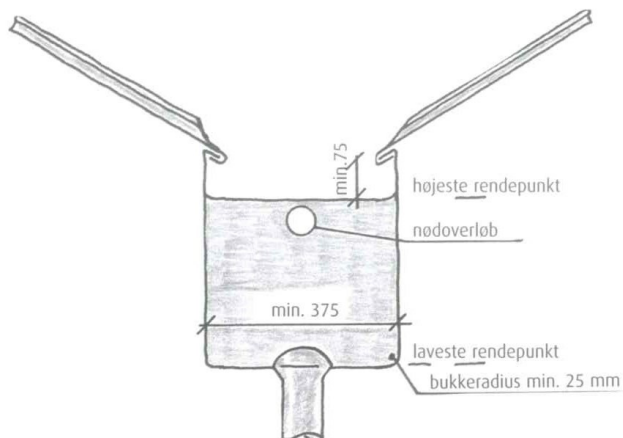
Hvis det er muligt, vil en rendeafslutning i vandsamler på facaden være en god løsning, da denne normalt vil være under observation for uregelmæssigheder ved afløbet.

Det vil endvidere være tilrådeligt at sikre fodrender mod isdannelser ved at installere el-varmekabel i denne.

#### Eksempler på fodrender:

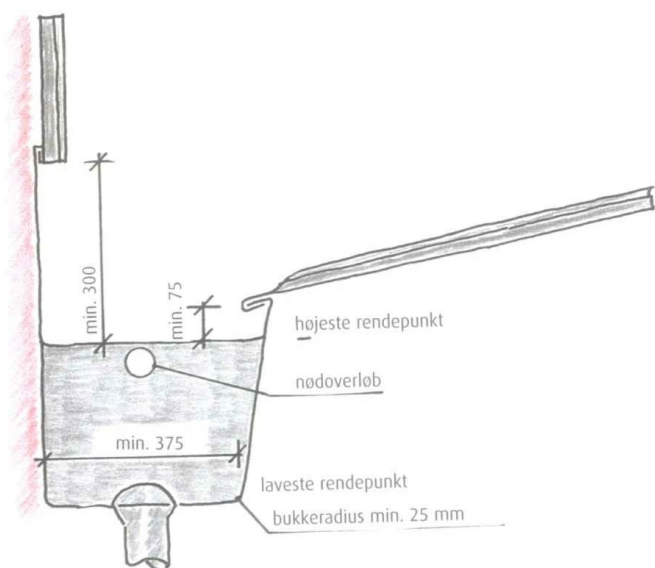
**Figur 45**

Kasseformet fodrende mellem to skrå tagflader.



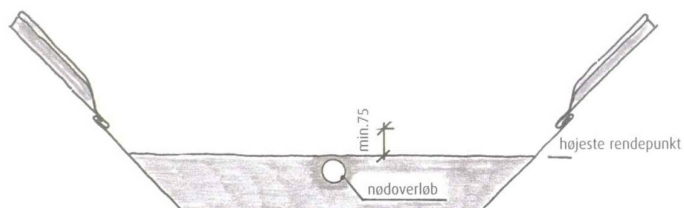
**Figur 46**

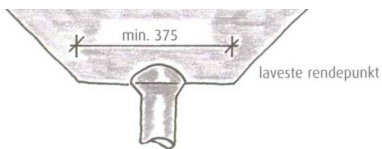
Kasseformet fodrende mellem skrå tagflade og lodret væg.



**Figur 47**

Skrå fodrende med siderne i lige forløb med tagfladerne.





Eksempler på samlingsmetoder mellem fodrender og dobbeltfalsset tag.

**Figur 48**

Samling med dobbeltfalsset fodplade (bane på langs ad fodrenden).



Samlingen kan anbefales overalt, hvor pladsforholdene tillader det.

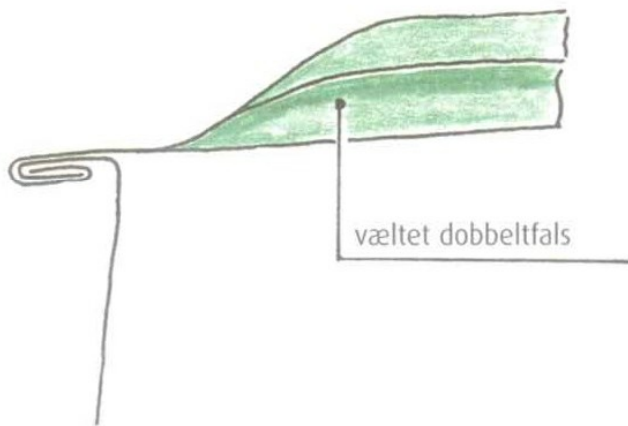
Dækningens omhugning i falsen mellem fodpladen og renden skal tilpasses, så der opnås tilstrækkelig bevægelsesmulighed for tagbanerne.

Ved taghældninger under  $14^\circ$  skal fodpladen være 600 mm bred. Ved større taghældninger kan fodpladen gradvis afkortes til min. 250 mm.

Der kan med fordel bukkes en vandkant langs øverste kant af fodpladen.

**Figur 49**

Dækning og fodrende - dobbeltfalsset.

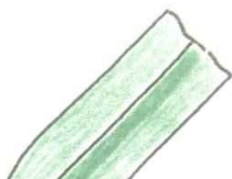


Samlingen kan kun anvendes ved tage med korte baner, da det vil være vanskeligt at opnå tilstrækkelige ekspansionsmuligheder. Med dette forbehold vil samlingen være anvendelig selv ved små taghældninger. Fodrendens længde er begrænset til 6 m pr. sektion.

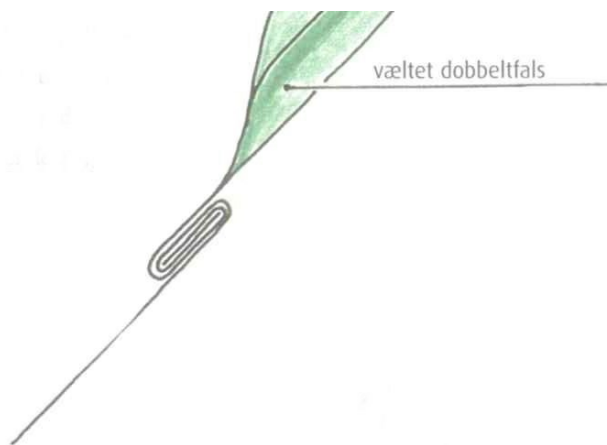
Samlingen kan kun anvendes ved tage med korte baner, da det vil være vanskeligt at opnå tilstrækkelige ekspansionsmuligheder. Med dette forbehold vil samlingen være anvendelig selv ved små taghældninger. Fodrendens længde er begrænset til 6 m pr. sektion. Som alternativ kan der anvendes en stående skotrendefals, der væltes efter behov.

**Figur 50**

Skrå fodrende - dobbeltfalsset med dækning.



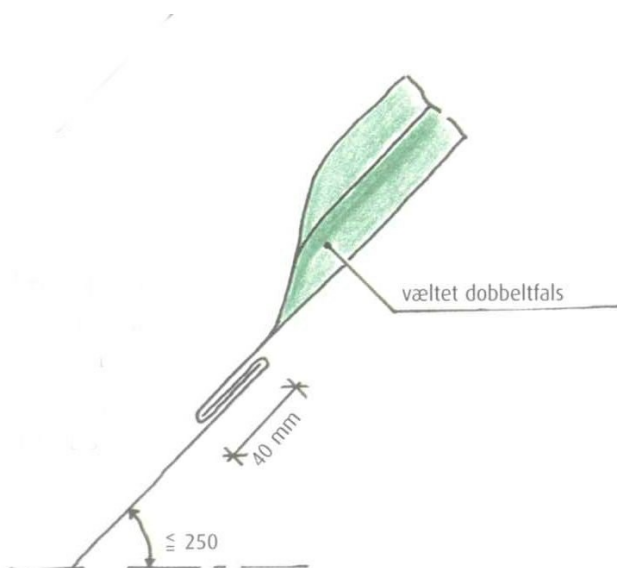




Kan anvendes ved taghældninger på over 30°, hvor der er sikkerhed for, at opstemning af vand ikke kan forekomme. Rende og dækning vil kunne ekspandere afhængig af hinanden.

**Figur 51**

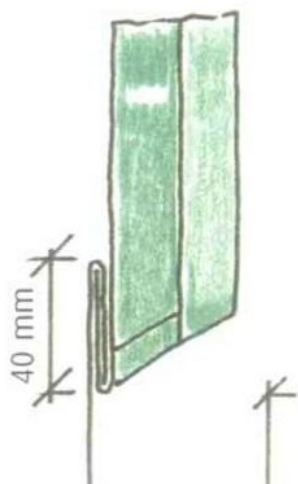
Skrå fodrende - enkeltfalsset med dækning.

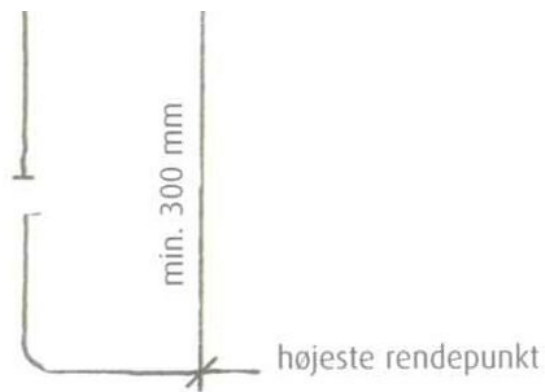


Kan anvendes ved taghældninger over 45°, hvor der er mindst 300 mm i lodret mål til højeste sted på renden.

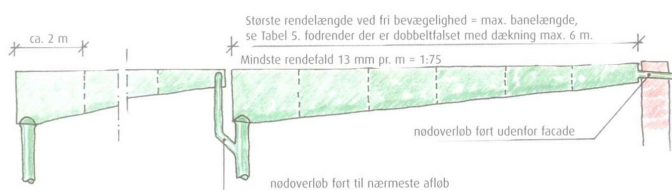
**Figur 52**

Dækning med stående falsetafslutning - enkeltfalsset med fodrende.



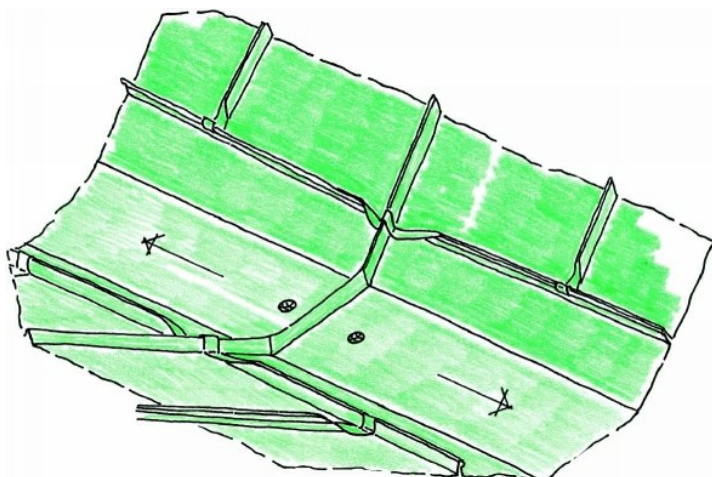


**Figur 53**  
Eksempel på rendeopbygning med afløb.



Eksempler på samling af rendesektioner:

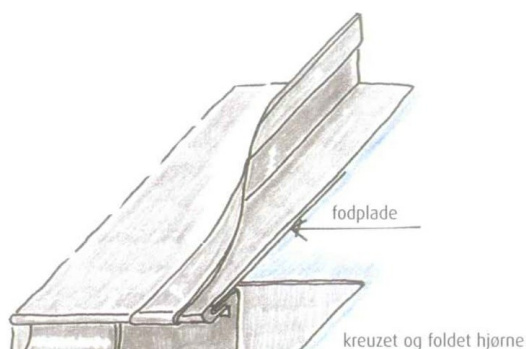
**Figur 54**  
Samling af skrå fodrende.

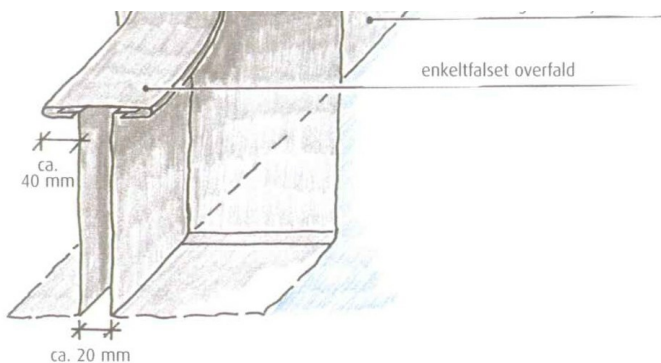


Kan anvendes til samling af render i højeste punkt. Samlingen udføres som buet fals med mest mulig tolerance i bunden og udføres i stående forløb med langfals. Eventuelle nødoverløb placeres umiddelbart før samlingen.

Af udførelsesmæssige årsager kan det være nødvendigt at forskyde skotrendefals, hvor de samles med langfals.

**Figur 55**  
Samling af kasseformet fodrende.





Princippet kan anvendes til samling af de fleste typer render i både det højeste og laveste punkt.

### 1.4.7 Inddækning af tagkanter

I de følgende eksempler (Figur 56) er der anvist inddækningsmetoder, der normalt vil kunne tilfredsstille de optiske krav til afslutninger langs tagkanter.

Den lodrette beklædning omhages forneden i gennemgående dobbelt fodblik, der krydssømmes.

I overkanten hages inddækningen enten i den faldede dækning eller ved andre tagtyper i en vinkelkant. Opkantningen af dækningen eller vinkelkanten skal tilpasses i højde, så indsvivning af vand forhindres og bør ikke være under 35 mm.

Beklædning på over 500 mm i højden skal fastgøres i de lodrette samlinger med hafter.

Bredden af de enkelte plader kan tilpasses i samme mål som tagdækning fra 500 mm til 670 mm. Højden kan variere fra ca. 200 mm til 950 mm.

#### Eksempler på samlingsmetoder ved tagkantbeklædning (spejl)

##### Figur 56

#### 1. Almindelig dobbeltfals

Kan anvendes generelt, og specielt når inddækningen skal indgå i en helhed med et dobbeltfals tag.

#### 2. Dobbeltfals skyder

Kan anvendes, hvor der er et ønske om en kraftig markeret stående samling.

#### 3. Stående vinkelfals

Kan anvendes, hvor der er et ønske om en stående og bred markering af samlingen.

#### 4. "Snydefals"

Kan anvendes, hvor den stående samling ønskes mindre markant. Ikke egnet til inddækninger over 500 mm i højden.

#### 5. Flad skydefals og "sommerfuglesamling"

Kan anvendes, hvor man vil undgå stående kanter, men alligevel ønsker samlingen markeret.

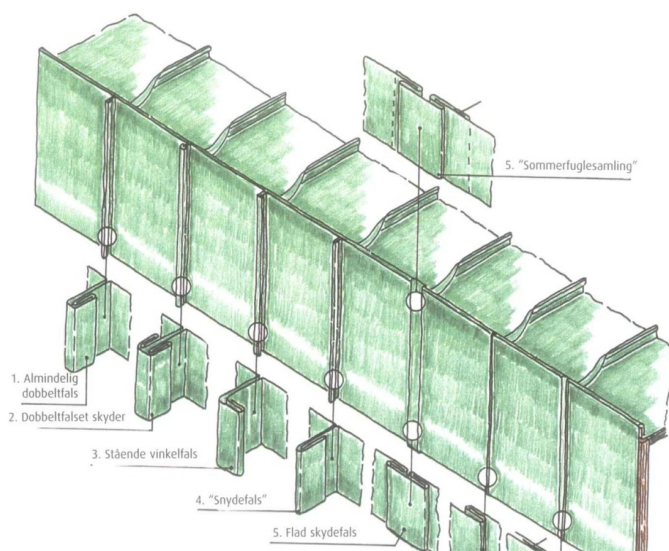
#### 6. Enkeltfals/hagning

Kan anvendes, hvor samlingen ikke skal markeres. Er bedst egnet til dækninger begrænset i højden til ca. 300 mm.

#### 7. Blindfals

Anvendes normalt kun til inddækninger under ca. 300 mm i højden.

##### Figur 56

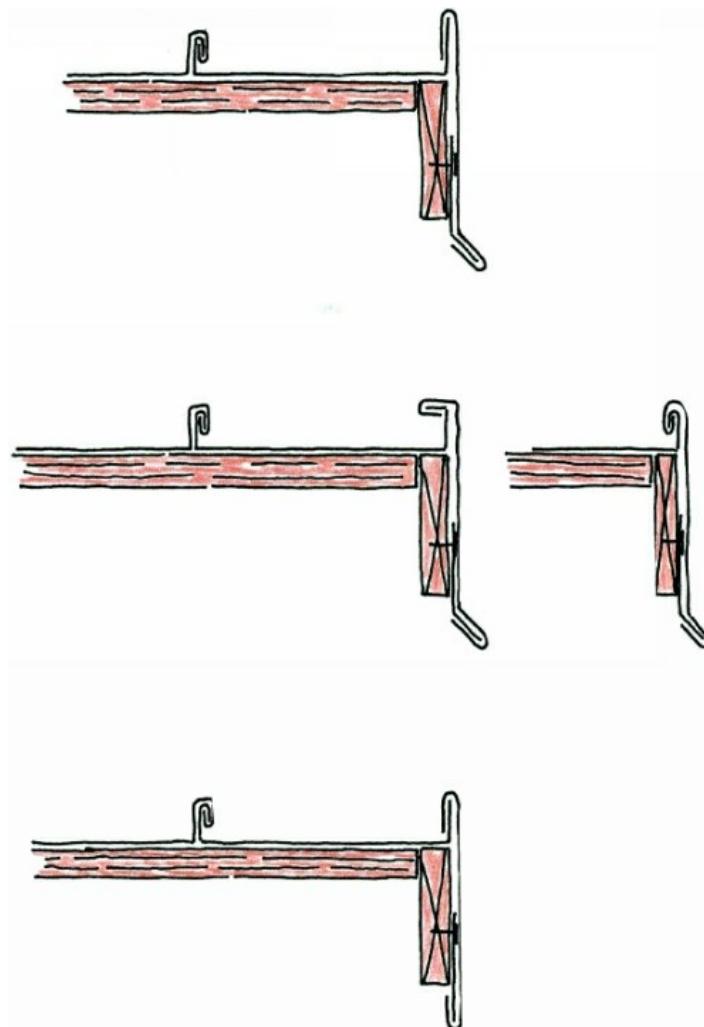




### 1.4.8 Vindskeder

Vindskeder udføres og samles normalt i længder af 1 eller 2 m og tilskæres mellem 125 mm og 285 mm. Smalle vindskeder samles ved overlæg på ca. 35 mm. Brede vindskeder samles med blindfals eller med enkeltfals. Foruden hages vindskedes i enkelt fodblik og foroven i dækning eller vinkelkant.

Figur 57



### 1.4.9 Snestoppere

Tidligere blev der i nogle kommuners bygningsvedtægter stillet krav om, at der ved glatte tage på taghældninger mellem 20° - 70° skulle anbringes snestoppere. Disse bestemmelser er ikke gældende længere.

Hvis der alligevel er et ønske om at forsyne den falsede tagdækning med en beskyttelse, der forhindrer nedskridning af sne, kan det udføres efter nedenstående retningslinier.

Materialerne, der anvendes til snestoppere, skal monteres således, at korrosion og misfarvning af tagbeklædningen ikke vil forekomme. For at undgå gennemboring af tagbeklædningen kan det anbefales at anvende et system, hvor snestopperne fastgøres til langfalsene med klemmer.

Hvis der påmonteres snestoppere på falsede tage, kan det anbefales at bruge tætningsbånd i falsene omkring disse. Sne, kulde og varme kan medvirke til at sneen tør fra undersiden og der kan forekomme kapillareffekt så vandet suges ind gennem falsene. Dette kan også forekomme på skifertage.

Tabel 10

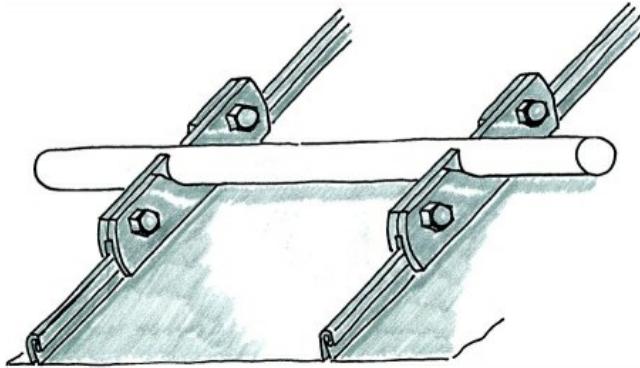
Anbefalede materialer til snestoppere.

Tagdæknings-materialer	Befæstigelses-Rør klemmer	Bolte

Zink	Rustfrit stål	Rustfrit stål	Rustfrit stål
Metalliseret og plastbelagt stål	Aluminium		Rustfrit stål
Aluminium			
Kobber	Kobber Rødgods	Kobber DIN 1754 Ø 35 x 2,0	Rustfrit stål
Rustfrit stål	Rustfrit stål Aluminium	Rustfrit stål	Rustfrit stål

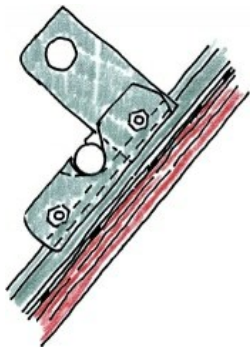
**Figur 58**

Eksempel på snestoppere med 1 rør



**Figur 59**

Eksempel på befæstigelsesklemme til snestopper med 2 rør.



### 1.4.10 Ekspansionsamlinger

Hvor det på grund af bygningernes ekspansionsmuligheder er nødvendigt at etablere dilationsfuger, er det naturligt, at fugen også udføres i tag- og facadebeklædningen ved hjælp af en ekspansionssamling.

Ekspansionssamlingen skal beregnes og udføres således, at der ikke kan opstå udmattelsesbrud i beklædningen. Dvs. at samlinger og afslutninger skal udføres tætte for indsvivning af vand samtidig med, at den fri bevægelse af dækningen ikke forhindres.

Hvis disse betingelser overholdes, er det muligt at udforme en samling efter eget ønske.

På de viste eksempler kan højden af falsen (eks. 1) og højden af trælisten (eks. 2) beregnes som kvadratroden af bevægelsesmålet x 40.

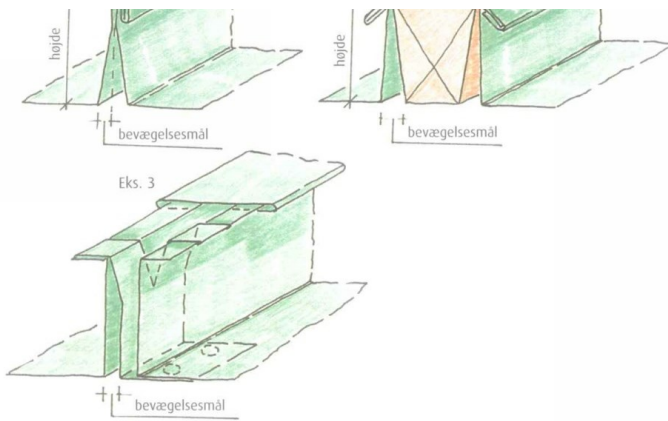
**Tabel 11**

Eksempel på beregning.

Bevægelsesmål	$\sqrt{\quad}$	$\times 40 = \text{højden i mm}$
5 mm	2,24	90 mm
10 mm	3,16	126 mm
15 mm	3,87	155 mm
20 mm	4,47	179 mm

**Figur 60**





Hvor der anvendes hafter i samlinger på mere end 70 mm i højden, bør de udføres af stift og kraftigt plademateriale.

## 1.5 Facadedækning

Muligheder for at opnå spændende arkitektoniske løsninger på bygninger med lodrette og meget skrå bygningsdele er mangfoldige ved anvendelse af metalplade.

Ved facadepåklædning er det i modsætning til tagdækning ikke nødvendigt at regne med opstemning af vand, hvorfor påklædning af lodrette og stærkt hældende bygningsdele i princippet kun skal være regntæt, således at de mere arbejdskrævende samlinger bliver begrænset.

Da der også ved facadepåklædning er tale om påklædning med tynde metalplader, kan det være nødvendigt at begrænse bredden af banerne for at opnå den mest mulige plane overflade, ligesom en forøgelse af pladetykkelsen medfører en større stivhed af pladerne.

Hvis større facader skal påklædes, kan der ved at samle mindre baneenheder med tværfals opnås symmetriske mønstre.

Påklædningen vil kunne forprofileres og falses med moderne værktøjer, og der vil ved god planlægning være muligheder for at fremstille hel- og delemler på værksted. Disse fremstillings- og påklædningsmetoder vil kunne begrænse uønskede spor efter værktøj til et minimum.

Af hensyn til håndtering af de enkelte baner, bør længden begrænses til maksimalt 6 m.

I forbindelse med afslutningen af påklædningen vil der være gode muligheder for at tilvejebringe den nødvendige ventilation af konstruktionen.

Befæstigelsen af facadepåklædningen udføres efter samme retningslinier som for tagdækning med fasthafter og glidehafter i henhold til Figur 15 i afsnittet om ekspansion og fiksering i falsede tag/facader og Tabel 7 og 9 i afsnittet om hæfteantal mm.

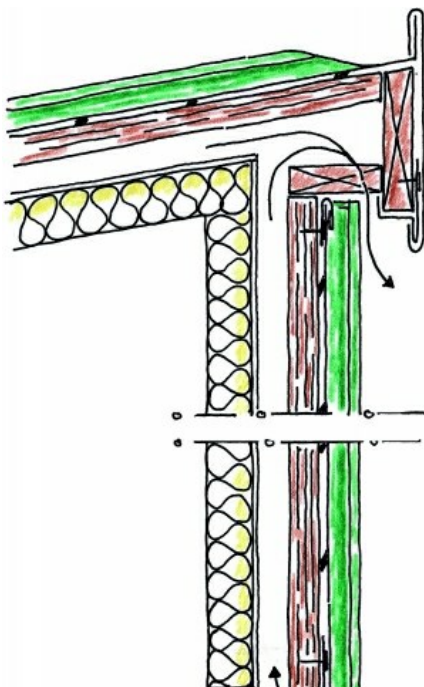
Afslutningen af påklædningen foruden udføres med omhugning i gennemgående fodblik.

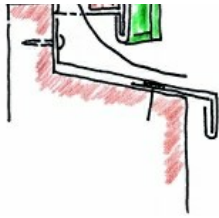
Som det fremgår af de viste eksempler, er afslutningen af påklædningen foroven afhængig af, hvilke ønsker der er til tagkantens udseende.

### 1.5.1 Eksempler på inddækningsdetaljer ved facadepåklædning

Figur 61

Facadedækning ved afslutninger og ventilation.

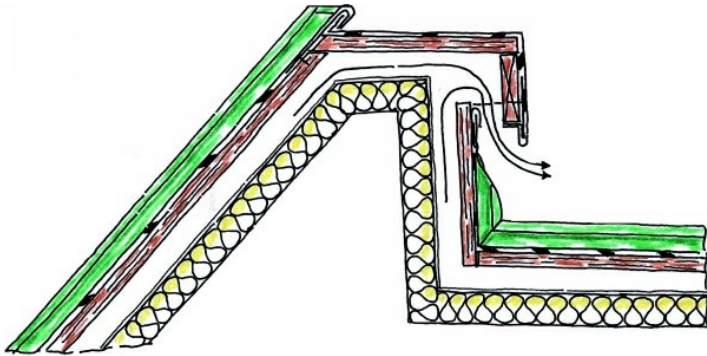




Princippet kan anvendes, hvor der er et ønske om afslutning ved vindskede, og hvor nederste del af beklædningen skal beskyttes mod overlast eller, hvor kun dele af facaden skal beklædes.

**Figur 62**

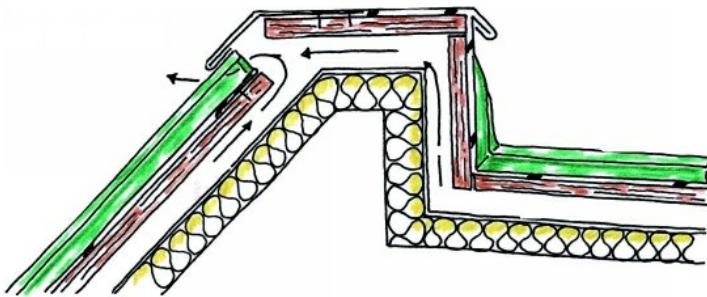
Afslutning af facade og tagdækning ved udluftning.



Princippet kan anvendes overalt, hvor lodret eller meget skrå bygningsdele mødes med tagkant, og hvor der er et ønske om, at falsen på facadedækningen skal afsluttes i øverste punkt.

**Figur 63**

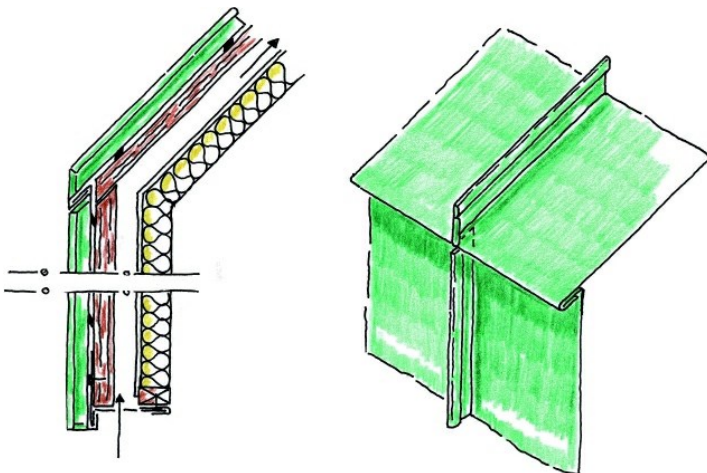
Afslutning af facade og tagdækning med udluftning.



Princippet kan anvendes overalt, hvor lodret eller meget skrå bygningsdele mødes med tagkant, og hvor der ønskes en gennemgående lige afslutning.

**Figur 64**

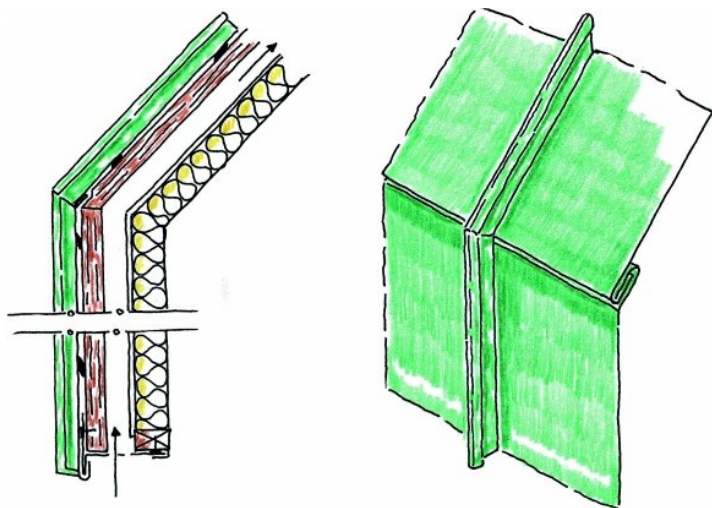
Overgang mellem lodret og skrå bygningsdel med ventilationsåbning.



Kan anvendes, hvor der er et ønske om at fremhæve samlingen i knæpunktet.

**Figur 65**

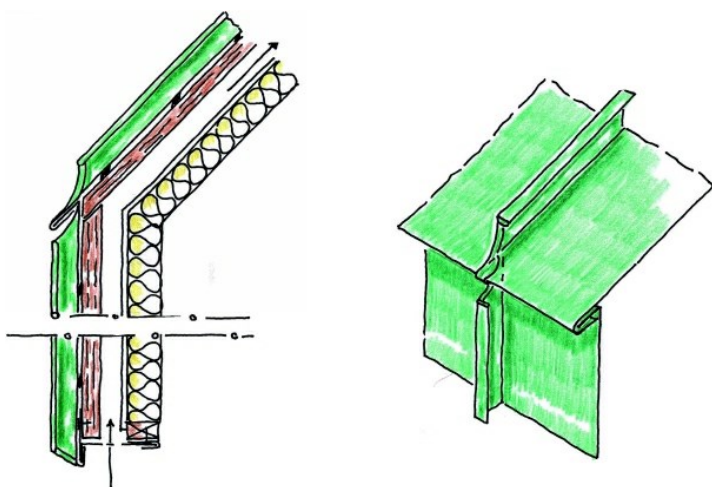
Overgang mellem lodret og skrå bygningsdel med ventilationsåbning.



Kan anvendes, hvor der er et ønske om et lige forløb af langfals over knæpunkt.  
 Underlaget til den forsænkede samling i knæpunktet kræver omhyggeligt udført tømrerarbejde.

**Figur 66**

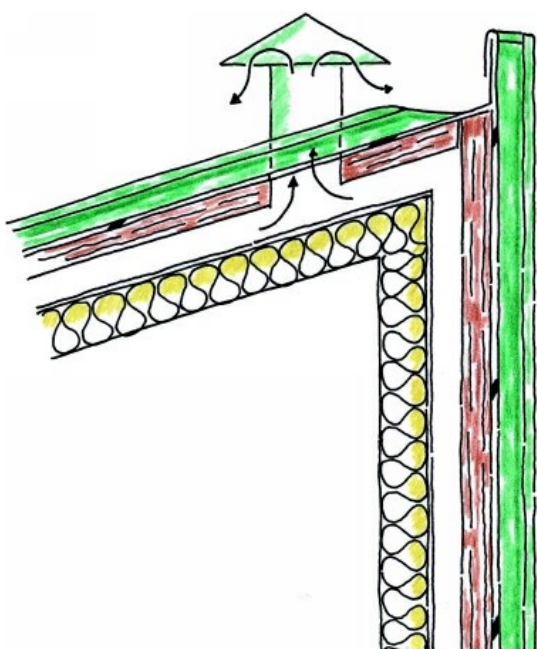
Overgang mellem lodret og skrå bygningsdel med ventilationsåbning.



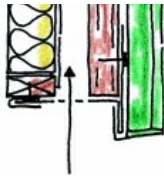
Stående vinkelfals kan anvendes, hvor der er et ønske om at fremhæve samlingerne.

**Figur 67**

Tagkantbeklædning med ventilation.







Kan anvendes overalt, hvor der er et ønske om at fremhæve tagkanten.

På grund af den begrænsede højde af beklædningen (maks. ca. 1 m), vil det være muligt at præfremstille denne.

Udluftningshætten vil kunne fremstilles i den ønskede facon.

## 1.6 Faste underlag for tagdækning af metal

### 1.6.0 Baggrund

Metal har været anvendt til tagdækning i Danmark i århundreder. Som underlag for de traditionelle metaltagdækninger, som bly, kobber og zink, har der været benyttet brædder, mens de nyere typer af metaltagdækninger, som pandeplader og korrugerede stålplader har været oplagt direkte på lægter eller åse.

Til de traditionelle tagdækninger af metalplader er undertage på fast underlag velegnede, fordi underlaget både kan understøtte metalpladerne og samtidig kan benyttes til fastgørelse af tagdækningen. Et fast underlag medfører desuden:

- en stiv tagskive, der stabiliserer tagkonstruktionen
- et trædesikkert underlag
- fast underlag for udførelse af detaljer og gennemføringer
- gennemføringer, som kan udføres efter gennemprøvede principper.

Erfaringerne med brugen af metaltagdækning direkte på et underlag af brædder er gode. Dog giver brædderne ikke tilstrækkelig beskyttelse mod nedbør i byggeperioden.

### 1.6.1 Krav til faste underlag for metaltagdækninger

Til fast underlag kan anvendes brædder eller træbaserede plader. Underlaget skal have tilstrækkelig styrke og stivhed til at optage de belastninger, der optræder i forbindelse med oplægning og brug af taget. Underlaget skal endvidere kunne benyttes til forsvarlig fastgørelse af klammer, hafter mv. Dette stiller krav til kvalitet, tykkelse etc. af de benyttede materialer. Dette er nærmere omtalt i de følgende afsnit.

Det skal sikres, at underlaget ikke nedbrydes af fugtpåvirkning indefra, hvilket normalt sker ved at opbygge tagkonstruktionen som en ventileret konstruktion, hvor den fugt der kommer inde fra bygningen ventileres bort gennem ventilationsspalter med åbninger til det fri. Underlaget kan dog også opbygges som en uventileret konstruktion. Disse forhold er kortfattet omtalt i det følgende.

Det faste underlag kan desuden indgå i bygningens statiske funktion, fx kan krydsfinerplader afstive huset mod horisontale belastninger og sikre veldefinerede kraftveje ved skivevirkning. Ønskes skivevirkningen i pladematerialerne udnyttet, må der gennemføres en dimensionering med henblik på dette. De retningslinier, der gives i denne anvisning, er således ikke tilstrækkelige til, at sikre udnyttelse af skivevirkning.

For plane dele af taget skal underlaget udlægges som en plan flade med tolerancer på højst  $\pm 3$  mm på et 2 m retholt såvel på langs som på tværs af taget. Spring mellem de enkelte brædder eller plader må ikke overstige 2 mm.

### 1.6.2 Materialer til fast underlag

#### Brædder

Brædder skal være uimprægneret fyr eller gran. Kvaliteten skal være udskud eller bedre. Hvis tagdækningen fastgøres med klammer anvendes der almindelige brædder, der oplægges med en indbyrdes afstand på 5 - 10 mm, så klammerne kan trækkes ned mellem brædderne og fastgøres fra undersiden. Ved fastgørelse med hafter kan der anvendes ru pløjede brædder, hvilket betyder, at der kan benyttes lidt tyndere brædder og stadig opnås den samme stivhed. Flyvestød - dvs. samlinger uden understøtning - må ikke anvendes.

For at opnå tilstrækkelig styrke og stivhed, skal der mindst anvendes de i Tabel 12 angivne tykkelser og tilhørende spændvidder. Bræddernes bredde skal være 100 - 125 mm. Fugtindholdet i brædderne må ved udlægning højst være 20%. For ru pløjede brædder skal der ved udlægningen tages hensyn til de fugtbetingede bevægelser, der vil opstå ved opfugtning eller udtørring. Dette gøres ved at oplægge brædderne med de i Tabel 13 angivne fugeafstande.

**Tabel 12**

Spændvidder for brædder af fyr eller gran som underlag for metaltage.

Spændvidde max. (mm)	Tykkelse <sub>1)</sub> af rupløjede brædder (mm)	Tykkelse <sub>1)</sub> af almindelige brædder (mm)
700 <sub>2)</sub>	18	21
800	21	25
950	23	28
1050	25	32

1) Tykkelserne er nominelle mål efter rupløjning.

2) Kan benyttes til specielle formål, fx krumme flader.

**Tabel 13**

Fugeafstand mellem rupløjede brædder ved oplægning med forskellige fugtindhold.

Træfugt i brædder ved oplægning	Fugeafstand mellem brædder ved oplægning
10 %	2 mm
15 %	1 mm
20 %	0 mm

Brædderne skal sømmes til underlaget med søm, der afpasses efter bræddetykkelsen, se Tabel 14. Sømmene skal være korrosionsbeskyttede, fx varmforzinkede Fe/Zn 40 eller rustfri. Der sømmes med 2 søm pr. bræt pr. understøtning.

**Tabel 14**

Sømdimension for fastgørelse af brædder afhængigt af bræddetykkelse.

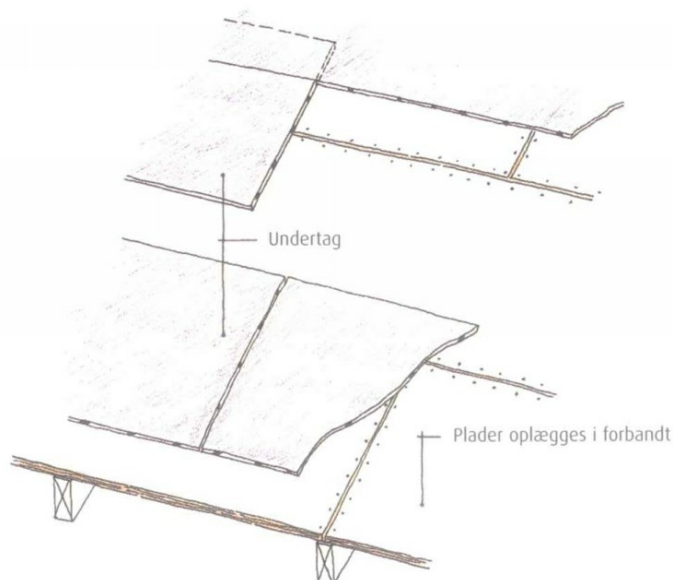
Bræddetykkelse	Sømdimension håndsøm	Sømdimension maskinsøm
18 mm	2,5 x 55 mm	2,5 x 50
21 mm	2,8 x 65 mm	2,8 x 63
25 mm	3,1 x 80 mm	2,8 x 80
28 mm	3,4 x 90 mm	2,8 x 80
32 mm	3,8 x 100 mm	2,8 x 80

#### Plader

Som plader kan anvendes krydsfiner eller OSB-plader (OSB-plader = Oriented Strand Board) Pladerne skal være MK-godkendt som underlag for tagpap eller godkendt af Træpladekontrollen som tagplade. Nærmere oplysninger om krydsfiner og OSB findes i TOP-byggeblade nr. 19 "Sterling OSB" og 35 "MK-godkendt krydsfiner - til undergulve eller underlag for tagpap" samt i TOP publikationen TRÆ 32 "Krydsfiner". OSB plader må kun anvendes, hvis der er sikkerhed for, at pladernes fugtindhold ikke overstiger 16% træfugt i længere perioder, og at fugtindholdet ikke på noget tidspunkt overstiger 20%.

Pladerne skal på langsiderne være forsynet med fer og not. Pladerne må ikke være imprægnerede. Plader skal oplægges i forbandt på tværs af understøtningerne og skal normalt spænde over mindst to felter, se Figur 68. Krydsfinerplader skal lægges med yderfinerens fiberretning på tværs af understøtningerne.

**Figur 68**



Anvendes der plader som underlag for metaltagdækninger, skal de oplægges i forbandt. Undertag kan udlægges på underlaget enten parallelt med spærene eller vinkelret på spærene. Banevarer skal udlægges med et overlæg som foreskrevet af leverandøren. Anvendes tagpap som undertag skal det svejses til underlaget og samlinger udføres normalt ved at støde banerne sammen. Overskydende asfalt afskæres eller afstrøs med sand. Ved banevarer af tyndere materiale end tagpap, udføres samlinger normalt med overlæg, som kan sikres

yderligere ved klæbning.

For at opnå tilstrækkelig styrke og stivhed skal pladerne mindst anvendes i de dimensioner med tilhørende spændvidder, der er nævnt i den aktuelle pladegodkendelse. Af hensyn til udtræksstyrken for søm eller skruer skal der mindst anvendes de i det følgende angivne pladetykkelser, se også Tabel 15 og 16.

Hafter mv. fastgøres med skruer af rustfrit stål. For at give plads til fugtudvidelser skal plader oplægges med en fugeafstand, som angivet i Tabel 17, dvs. pladerne skal ikke presses helt sammen i fer og not. En fugeafstand på op til 5 mm kan accepteres.

**Tabel 15**

Orienterende spændvidder for krydsfinerplader.

Tykkelse (mm)	Spændvidde (mm)
18	850
22	1250

Pladerne skal være MK-godkendt som underlag for tagpap eller godkendt af Træpladekontrollen som tagplade. Se den aktuelle pladegodkendelse eller Byggeblad 35 "MK-godkendt krydsfiner - til undergulve eller underlag for tagpap" fra Træbranchens Oplysningsråd for nøjagtig spændvidde og pladetykkelse.

**Tabel 16**

Orienterende spændvidder for OSB-plader anvendt som underlag for metaltage.

Kvalitet	Tykkelse (mm)	Spændvidde c-c (mm)
OSB/3	18	850
OSB/4	18 og 20	850

Pladerne skal være MK-godkendt som underlag for tagpap eller godkendt af Træpladekontrollen som tagplade. Se også Byggeblad 19 "Sterling OSB" fra Træbranchens Oplysningsråd.

**Tabel 17**

Fugeafstand ved lægning af krydsfinerplader og OBS-plader.

Træfugt i plader	Krydsfiner	OSB	
		Sider	Ender
7-8 %	3 mm	2 mm	3 mm
12 %	2 mm	1 mm	2 mm
18 %	0 mm	0 mm	0 mm

Pladerne skal lægges med den mærkede side nedad, således at tagdækningen pålægges den ikke mærkede side. Pladerne stødes over understøtningerne og sømnes til underlaget med søm, som er korrosionsbeskyttede svarende til varmforzinkede Fe/Zn 40. Der sømnes pr. 150 mm i pladekanter mv. og pr. 300 mm i mellemunderstøtninger. Der anvendes de i Tabel 18 angivne kamsøm eller tilsvarende.

**Tabel 18**

Mindste sømdimensioner og største sømafstande for pladeunderlag til én-etages huse

Sømtype	Ringsøm	Maskinsøm
Sømostørrelse	3,0 x 55	2,8 x 60 RS
Sømostørrelse i mm langs:		
Pladekanter mv.	150	150
Mellemunderstøtninger	300	300

For småhuse uden udsat beliggenhed vil de angivne sømdimensioner og sømafstande normalt være tilstrækkelige til at optage vindsuget på taget, dog må sømafstanden i mellemunderstøtningerne højst være 150 mm ved udhæng og indtil mindst én meter fra tagkant. For høje huse og huse med udsat beliggenhed er de angivne værdier ikke i alle tilfælde tilstrækkelige, og den nødvendige fastgørelse må derfor eftervises for den enkelte byggesag.

### 1.6.3 Fugtmæssige forhold

Den fugtmængde, der trænger op i tagkonstruktionen på grund af diffusion gennem dampspærren og på grund af konvektion (luftstrømning) gennem revner og andre utætheder i dampspærren, skal fjernes for at hindre, at der opstår fugtproblemer.

#### Ventilerede konstruktioner

Under normale omstændigheder vil der kunne opnås tilstrækkelig ventilation af undertagets underside, til at skadelig fugtophobning kan undgås, ved at følge de nedenfor angivne, vejledende regler:

- Ventilationsåbningerne skal have et areal, svarende til 1/500 del af det bebyggede areal og gerne mere.
- Ventilationsåbninger skal placeres jævnt fordelt, så der ikke forekommer uventilerede områder i taget.

- Ventilationen sker bedst gennem jævnt fordelte åbninger ved tagfod og kip. Cirka halvdelen af det samlede udluftningsareal placeres ved kip, mens resten fordeles langs de to sider ved tagfod.
- Der skal også være ventilation af taghulrum ved udvekslinger for ovenlys, grat, skotrende, skorsten etc.
- Strømningen igennem ventilationshulrummet må ikke hindres. Indlægges der insektnet i ventilationsåbningerne, skal der mindst regnes med en fordobling af det nødvendige åbningsareal. Se også side 9.
- Ventilationsspalten mellem isolering og undertag skal være mindst 50 mm.

Nærmere oplysninger om udførelse af ventilation kan findes i Træbranchens (TOPs) Byggeblad nr. 24 "Ventilerede undertage - opbygning" og i Byg Erfa blad 99 09 20 "Ventilation af tagkonstruktioner".

#### Uventilerede konstruktioner

Undertage til metaltagdækninger kan også udføres uventilerede på samme måde og under samme forudsætninger som for andre uventilerede tage. Der skal benyttes dampspærre, som tillader at der kan ske transport af fugt ud af tagkonstruktionen, fx hygrodioder. Det anbefales, at der ved uventilerede tagkonstruktioner i forbindelse med metaltagdækninger altid foretages en fugt teknisk vurdering af konstruktionen, bl.a. fordi der ikke altid opnås samme overfladetemperatur på oversiden af en metaltagdækning som på en mørk tagpap. Dette betyder, at det drivtryk, som om sommeren skal fjerne evt. fugt, der er trængt op i vinterens løb, er mindre end ved tagpap tage.

### 1.6.4 Undertag til metaltagdækninger

Der har i de senere år været stigende interesse for at anvende undertag i forbindelse med de traditionelle metaltagdækninger. Fordele ved dette er dels, at der opnås en vandtæt afdækning af tagunderlaget og den øvrige bygning i byggeperioden, dels at der opnås en ekstra sikkerhed mod vandgennemtrængning fra taget.

#### Krav til faste undertage

For at undertaget skal fungere tilfredsstillende, er der en række lovgivningsmæssige og funktionsmæssige krav, der skal opfyldes. Disse krav afhænger bl.a. af materialetype og opbygning. Nogle af kravene bør ethvert undertag kunne opfylde, andre er kun nødvendige for visse undertage. Endvidere er opfyldelsen af nogle krav kun nødvendig i bestemte faser af byggeriet.

Lovgivningen kræver blot, at undertage er udført korrekt og er af velegnede materialer. Ved lejlighedsskel skal undertaget desuden kunne indgå i en brandmæssigt egnet konstruktion sammen med de øvrige materialer.

For at opfylde de funktionsmæssige krav må undertage have visse egenskaber, der kortfattet omtales nærmere i det følgende:

- **Vandtæthed/regntæthed** kræves fordi tagdækninger ofte tillader små mængder vand og sne at passere. Vandet skal løbe af på undertaget. Vandtæthed er for traditionelle metaltage nødvendig, hvis undertaget benyttes som midlertidig afdækning i byggeperioden.
- **Bestandighed.** Undertagsmaterialet skal fungere efter hensigten i hele sin levetid udsat for normale ældningsfaktorer som uv-lys, (sur) regn, temperaturpåvirkning, især meget høje og meget lave temperaturer, tilsmudsning mv. Normalt må det kræves, at den forventede levetid for undertagsmaterialer er lang, mindst 30 år, svarende til at den forventede levetid for tagdækninger er lang.
- **Robusthed** er et udtryk for materialets evne til at modstå mindre stød og slag fx fra faldende værktøj mv., der skraber mod overfladen ved oplægning.
- **Stabilitet overfor fugt og temperatur.** Fugt- og temperaturændringer i tagkonstruktionen medfører, at materialernes dimensioner ændrer sig. Dimensionsændringer må ikke skade undertagets korrekte funktion. Det betyder, at der enten må stilles krav til de bevægelser, der kan optræde under normale fugt- og temperaturvariationer, eller at der anvises konstruktionsopbygninger, hvor dimensionsændringerne ikke har betydning.
- **Telteffekt** hentyder til det velkendte fænomen, at vand vil løbe igennem når indersiden af et telt berøres i regnvej. For undertage kan der være et tilsvarende forhold, når undertagsmaterialet lægges direkte på isoleringen. Telteffekt har betydning for såvel ventilerede som uventilerede undertage, over spærrene og ved detaljer, hvor undertaget føres ind over krydsfiner afstivninger mv. Normalt kræves det, at undertagsmaterialet i åldet tilstand ikke lader mere end 15 g vand passere ved afprøvning.
- **Fugtakkumulerende (vandabsorberende) evne** betyder, at undertagsmaterialet i perioder med megen fugt er i stand til at optage noget af fugten gennem overfladen. Fugten afgives igen i tørre perioder.
- **Vanddampdiffusionsevne** er et udtryk for materialets evne til at lade vanddamp passere. Normalt karakteriseres materialer ved deres Z-værdi (modstandsevne mod vanddampdiffusion). For ventilerede tage stilles der ingen krav til vanddampdiffusionen, idet vanddampen bortventileres. Det er en forudsætning, at dampspærren er udført korrekt, og for ventilerede konstruktioner tillige, at der er god ventilation under undertaget.
- **Sikkerhed mod nedstyrtning.** Nogle undertage kan anvendes som en del af sikkerhedsforanstaltningerne mod nedstyrtning på lige fod med sikkerhedsnet. Faste undertage, dvs. undertage på et underlag af brædder eller træbaserede plader, som omtalt i denne vejledning har tilstrækkelig styrke og sikkerhed til denne anvendelse. Gangbroer og tagstiger skal etableres som sævanlig.
- **Gennemtrædningsmodstand.** Undertaget skal i visse tilfælde kunne medvirke til, at der opnås tilfredsstillende sikkerhed mod gennemtrædning. Dette vil være opfyldt med undertage som omtalt her.
- **Trækstyrke og brudforlængelse.** Materialet skal have sådanne mekaniske egenskaber, at det er i stand til at tåle både oplægning og brug.
- **Flexibilitet ved lav temperatur** har betydning såvel ved oplægning af banevarer som evnen til at optage bevægelser under vinterforhold.
- **Modstandsevne mod brand.** Der er kun lovkrav ved lejlighedsskel og sektionsvægge. Som regel må der tages særlige hensyn til brandsikringen ved udformningen af detaljerne.
- **Afstivende virkning.** For træbaserede pladematerialer (krydsfiner og OSB) kan skivevirkningen udnyttes til afstivning af tagfladen. Virkningen skal altid dokumenteres ved beregning.
- **Uskadelig mod miljøet.** Af miljøhensyn bør der vælges produkter, med mindst mulig belastning af miljøet, dvs. som ikke forurener ved produktion og bortskaffelse, og som ikke kræver unødigt anvendelse af sparsomme ressourcer.

Til traditionelle metaltagdækninger kræves, at der anvendes et fast undertag, dvs. et undertag, der både kan tjene som underlag for tagdækningen, og som kan benyttes til at fastgøre den i. Et fast undertag består af to dele med hver sin funktion:

- et underlag af brædder eller træplader som udgør den bærende del, dvs. kan overføre laster og tjene til fastgørelse
- et undertagsmateriale, som skal være vandtæt og derved sikre mod at vand trænger ned i tagkonstruktionen.

Såfremt et undertag ønskes anvendt som "sikkerhedsnet" i byggefasen, stiller Arbejdstilsynet særlige krav til udførelsen. Disse krav kan umiddelbart påregnes opfyldt med faste undertage.

Undertaget skal desuden kunne tåle de påvirkninger, det får under brugen.

På baggrund af de funktionsmæssige og lovgivningsmæssige krav kan der i projekt materialet opstilles en række krav til undertagsmaterialets nødvendige egenskaber. Disse vil både afhænge af materialetypen og konstruktionsopbygningen.

Tabel 19 indeholder en liste over egenskaber med tilhørende forslag til prøvningsmetoder og anbefalede egenskabsværdier. Da undertagsmaterialerne er af vidt forskellige typer, er det ikke muligt at finde prøvningsmetoder og egenskabskrav, der er fælles for alle. Ved valg må den projekterende derfor selv stille krav til de væsentligste egenskaber. Egenskaberne bør være dokumenteret ved prøvning efter anerkendte metoder, fx internationale eller nationale standarder.

**Tabel 19**

Vigtige egenskaber for undertagsmaterialer med tilhørende mulige prøvningsmetoder.

Egenskab	Prøvningsmetode	Kommentarer
Tolerancer for længde og bredde	Ad hoc metoder	Afvielser fra nominelle værdier: Positive afvielser højst 10 % negative afvielser højst 3 %.
Regntæthed	NT-Build 118	Der må ikke ske vandgennemtrængning ved prøvningen.
"Telteffekt"	Nordtest metode 488	Der må højst trænge 15 g vand igennem materialet ved prøvningen.
Vanddampdiffusionsevne	prEN ISO 12572:1997	Det anbefales, at der måles både ved 100/50 og 100/80 % RF. For uventilerede konstruktioner skal Z-værdien af undertagsmaterialet være mindre end 3 GPa m <sup>2</sup> s/kg. For ventilerede konstruktioner kan også diffusionstætte materialer bruges.
Stabilitet mod a) fugt og b) varme	a) Fugt: EN 318:1993 (pladematerialer/træfiberplader) b) VArme: Ad hoc metoder fx 60°C i 24 timer for banevarer)	Der må højst optræde 3 ‰ dimensionsændringer under forventede brugsforhold, og de må ikke have betydning for brugen. Der skal også tages hensyn til evt. blivende deformationer.
Trækstyrke og brudforlængelse	NT-Build 270/DIN 52 123	Materialet skal have tilstrækkelig styrke og stivhed til at klare forventede brugspåvirkninger.
Bestandighed	NS 3269	Metoden må afpasses efter det aktuelle materiale så den fx simulerer påvirkning af ulyks, fugt eller høje temperaturer.

#### Anvendelse

Et fast undertag kan i forbindelse med traditionelle metaltagdækninger anvendes til taghældninger ned til 3°. For metaltagdækninger kan fx anvendes en ét-lags tagpapdækning.

Undertagsmaterialet sikrer, at taget er vandtæt såvel i bygge- som brugsperioden, og træmaterialet giver mulighed, for at undertaget kan optage og afgive fugt.

### 1.6.5 Valg af undertagsløsning

En forudsætning for at kunne lave velfungerende undertage er, at materialerne har de nødvendige brugsegenskaber, herunder at de har en lang levetid.

Leverandørerne skal give de nødvendige oplysninger om egenskaber, levetid mv. Der må advares mod at benytte andre produkter end dem, som leverandørerne foreskriver til formålet, og for hvilke de kan give dokumenterede produktoplysninger. Desværre er der kun få fælles vurderingskriterier for de forskellige materialetyper, så der må i vid udstrækning henvises til at vælge på grundlag af erfaringer.

Ved projekteringen bør de forskellige materials og konstruktioners fordele og ulemper overvejes, således at der vælges en løsning, som både økonomisk og teknisk er forsvarlig.

For metalpladetag er oplægningsystemet givet, idet der altid anvendes fast underlag. Ved valg af undertagsmateriale/vandtæt membran skal blandt andet følgende forhold overvejes:

- Har undertagsmaterialet de ønskede egenskaber til den påtænkte brug, herunder den påtænkte tagdækning?
- Er der dokumentation for undertagsmaterialets egenskaber?
- Har undertaget den ønskede levetid/holdbarhed i forhold til det anvendte tagdækningmateriale?
- Er oplægningsvejledninger fyldestgørende mht. beskrivelser og figurer af de nødvendige detaljer?
- Har de foreskrevne detaljer samme levetid som undertagsmaterialet?
- Er der vejledning om kvalitetssikringsprocedurer ved projektering og udførelse?
- Er der oplysninger om driftsforhold?

## Krav til deklarationer

Leverandøren skal ved markedsføring, i lægningsanvisninger etc. give veldokumenterede oplysninger om alle relevante forhold for det pågældende produkt og dets anvendelse. Der skal både gives oplysninger, der tjener til at identificere produktet, fx navn, materialetype, længde, bredde, densitet, og egenskaber af betydning for ydeevnen, fx Z-værdi, stabilitet overfor temperaturpåvirkninger, rivestyrke, fugtakkumulerende evne og levetid. Desuden skal leverandøren oplyse om hvordan detaljer udføres, om der findes særligt tilbehør hertil. Endelig skal der gives instruktioner om specielle forhold i forbindelse med arbejdsudførelsen fx minimum hældning, overlap ved samlinger og fastgørelse.

### 1.6.6 Tagpap

Tagpap er ofte anvendt som undertage i forbindelse med traditionelle metaltagdækninger, derfor omtales undertage udført med tagpap lidt nærmere her.

Tagpap pålægges normalt på byggepladsen, men plader kan også leveres med tagpap pålagt på fabrik. Der skal anvendes tagpap, der mindst er af en kvalitet, som nævnt i Tabel 20.

For at undgå spring i tagfladen anbefales det at banerne stødes sammen. Overskydende asfalt afskæres eller afstrøs. Anvendes overlæg må der højst være to lag tagpap over hinanden.

Det anbefales, at der udlægges et lag filt, fx tynd geotextil, mellem tagpap og metaltagdækning. Dette vil hindre korrosion af metallet pga. stoffer i asfalten. Desuden tillader skillelaget en vis bevægelse af metallet i forhold til tagpappen uden at der sker slid. For elementer der pålægges tagpap på fabrik afsluttes tagpappen lidt fra kanten. Ved strimling af samlingen nedlægges strimlen i den udækkede stribe, der fremkommer over samlingen mellem elementerne.

**Tabel 20**

Tagkvaliteter til brug som undertag.

Oplægning	Tagpapkvalitet	Inddækning/ strimling
På byggeplads <sup>1)</sup>	PF 3000	PF 3000
På fabrik	PF 2000 <sup>2)</sup>	PF 3000 <sup>3)</sup>

1) Ved sømning og svejste overlæg kan der anvendes FP 2700. Ved løsningen må kun anvendes på underlag af krydsfiner.

2) Tagpappen klæbes på pladerne med varm asfalt.

### 1.6.7 Projektgranskning

Efter projektering af underlag og undertag bør der gennemføres en projektgranskning, som blandt andet bør omfatte følgende:

- Er valg af underlag og undertag sket på baggrund af en analyse af de forventede brugsforhold?
- Er der dokumentation for undertagets egenskaber?
- Er der udarbejdet en klar fagbeskrivelse?
- Er underlag og undertag beskrevet korrekt, og er det herunder klargjort, om det er et ventileret undertag?
- Er alle materialer, tilbehør etc. specificeret?
- Er der tilstrækkeligt fald også ved tagfod?
- Er der korrekte henvisninger til alle detaljer?
- Er alle detaljer, som ikke er standard, tegnet op i stor målestok?
- Er der projekteret med tilstrækkeligt høje ventilationsspalter, og er placering af isoleringens afstand til det faste underlag sikret med tråd eller lignende?
- Er der etableret ventilation omkring ovenlys, skorstene mv., hvor normal ventilation er hindret?
- Er det specificeret hvordan undertaget skal udlægges og fastgøres?
- Er der etableret spærring mod fugle og insekter?
- Er der lavet forslag til kvalitetssikring ved udførelsen?

#### Detaljer og væsentlige konstruktive forhold

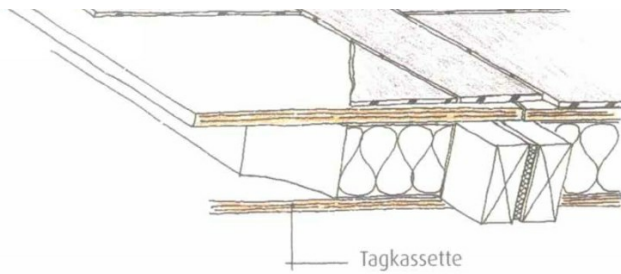
For at opnå et velfungerende underlag/undertag skal det udføres korrekt og med korrekt udformede detaljer.

Undertaget skal udføres med så stort fald, at det sikres at vand kan løbe væk. Vand skal ledes uden om alle gennemføringer, skorstene, ovenlys mv. Faldet skal være så stort, normalt mindst 3°, at afvanding kan sikres også ved tagfod. Der må ingen steder kunne stå vand på undertaget.

Udførelsen af detaljer særlig vigtig, idet det som regel er her der er størst risiko for at der opstår skader. I Figurerne 69 - 71 er vist eksempler på udformning af detaljer i underlag mv.

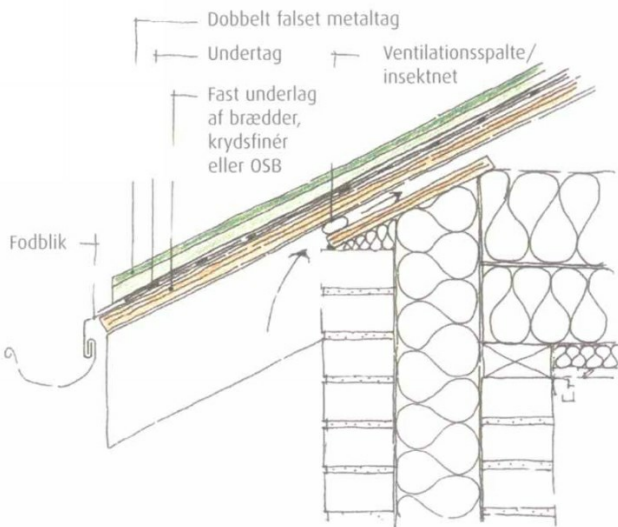
**Figur 69**





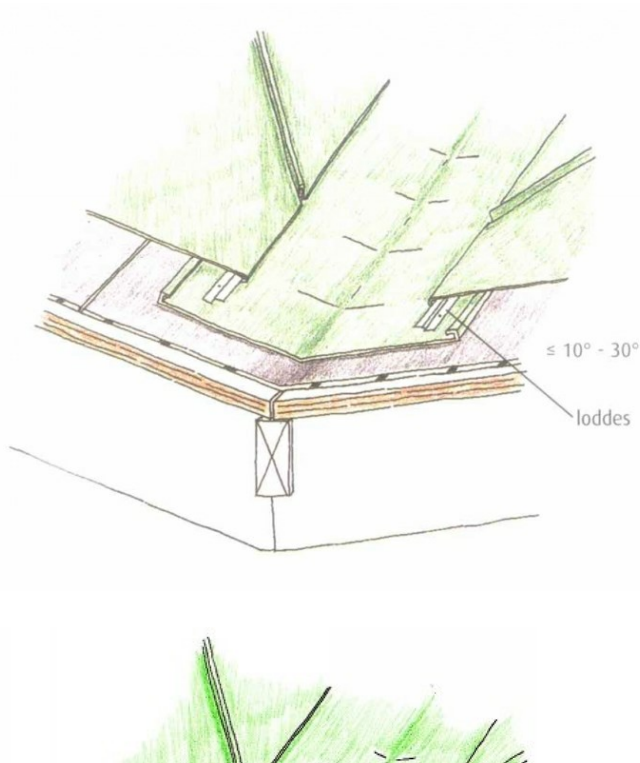
Anvendes elementer, der er pålagt tagpap fra fabrik, skal samlingerne strimles straks efter oplægningen af elementerne. Strimlingen skal udføres med mindst 160 mm brede strimler af PF 3000 tagpap. Ved strimlingen skal der udvises ekstra stor omhu ved elementkryds, så det sikres, at der ikke kan ske vandindtrængning. Strimlerne skal her stødes sammen, idet der ikke må være tagpap i mere end højst 2 lag. Overskydende asfalt afskæres eller afstrøs med sand.

**Figur 70**



Tagfod med udhæng. Der skal være jævnt fordelte ventilationsåbninger ved tagfod til at sikre tilstrækkelig ventilation. Anvendes insektnet i ventilationsåbningen skal åbningens bredde mindst fordobles.

**Figur 71**





Skotrende. Er skotrenden ikke udført med kehlplanke eller kehlspær, etableres understøtning af rendens bund. Inddækning af skotrende kan også udføres med zink. Undertaget føres fra begge de tagflader der støder sammen helt ned i skotrenden og op ad den modsatte side, så der etableres en overlapssamling i skotrenden.

Hafter skal loddes.