

# Kondensproblemer i tage

Civilingeniør Georg Christensen

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

EX. 1  
- 6 JAN. 1993

STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT

EX. 1  
29 DEC. 1982

00384 P

# Kondensproblemer i tage

af civilingeniør Georg Christensen,  
Statens Byggeforskningsinstitut.

Mange fugtskader i tage i de senere år kan føres tilbage til kondensation af fugtig rumluft, der er strømmet op i tagets kolde dele fra underliggende rum. Denne artikel har til formål at belyse problemet »opstrømning af rumluft i tagkonstruktioner«, samt at vise eksempler på hvordan tagkonstruktioner kan udføres, så problemet undgås. Der er endvidere redegjort for de særlige problemer, der knytter sig til anvendelsen af flade tage.

## 1. Fugttransport i tage

Fugtskader i tage har ofte deres egentlige årsag i utilstrækkeligt kendskab til, hvorledes fugtig rumluft på flere måder kan bevæge sig ud mod de kolde dele af en tagkonstruktion, og der give anledning til kondensation. De væsentligste fugttransportmekanismer er diffusion og konvektion. Ved diffusion sker der en ret langsom transport af i reglen små mængder vanddamp igennem materialerne. Ved konvektion (medføring) strømmer luft — indeholdende vanddamp — fra ét område til et andet, forårsaget af selv ganske små forskelle i det absolutte lufttryk. Herved kan der transporteres betydelige mængder luft indeholdende store mængder vand-

damp fra ét område til et andet.

Ved udformning af tage har det i mange år været kendt, at fugttransport ved diffusion kunne forhindres ved at anvende en diffusionstæt membran\* på varmeisoleringsens varme side. Derimod har det været mindre kendt, at denne membran også skulle give fornøden tæthed overfor luft, der søger at strømme op i taget fra underliggende, opvarmede rum. I nyere byggeri, hvor der er mange fuger i loftet (listelofter), er der større risiko for fugtopstrømning end i ældre byggeri med pudsede lofter, idet den sammenhængende pudsflade gav en udmærket lufttæthed.

Det skal understreges, at når rumluftens fugtindhold er særlig stort — fx. som i svømmehaller eller i lokaler med luftbefugtning — er der grund til at være ekstra agtpågivende over for luftopstrømning. Overtryk i rum skabt af et ventilationsanlæg kan også virke uheldigt — og en kombination af luftbefugtning og overtryk er nok den værste tænkelige kombination.

På basis af undersøgelser og erfaringer fra de senere år må det fastslås, at kolde (ventilerede) tagkonstruktioner af gængs udførelse normalt er uegnede over rum med særlig stor fugtbelastning. Her må i stedet foretrækkes en varm (uventileret) tagkonstruktion, som lettere kan udføres tæt overfor rumluft, der søger at strømme op fra de underliggende rum.

Den fysiske forklaring på, at varm rumluft har en tilbøjelig-

\* I litteraturen ses i flæng brugt betegnelserne: Diffusionstæt membran, diffusions- og lufttæt lag, membran, fugtspærre og fugtbremse. Disse betegnelser må betragtes som synonyme.

## 1. del

hed til at trænge op i tagkonstruktionen er, at der i et opvarmet hus under vinterforhold findes et beskedent overtryk ved loftet forårsaget af den termiske opdrift af luften i huset (varm luft stiger opad). Overtrykket vil i et hus i ét plan ved en forskel på 20°C mellem inde og ude være omkring 1 Pa som følge af den termiske drivkraft. Overtrykket vil variere med denne temperaturforskul, men vil altid være til stede under vinterforhold og kan føre store mængder fugt op i et tag, hvis der ikke er skabt fornøden lufttæthed i loftkonstruktionen. Hertil kommer iøvrigt, at vinden er i stand til yderligere at forøge drivtrykket. Dette forhold vil blive omtalt senere i artiklen.

### Varmt tag — koldt tag

Ved et varmt tag forstås en konstruktion uden ventilationsåbninger til det fri. Konstruktionen er karakteriseret ved, at der kun regnes med en så beskedent — og dermed uskadelig — lufttilførsel fra det underliggende rum, at denne fugt ikke behøver at blive fjernet ved ventilation med større mængder udeluft. Varmestrømmen er vinkelret på tagets plan.

Ved et koldt tag forstås en tagkonstruktion (ofte med bærende dele af træ eller træbaserede materialer), hvor der over varmeisoleringsmaterialet findes et hulrum, der forudses at skulle gennemstrømmes af udeluft. Denne ventilation med udeluft medfører, at kun en meget lille del af varmemstrømmen går gennem tagets øverste lag (tagdækningen), hvorfor denne — under ellers ens omstændigheder — bliver koldere end i det varme tag. Ved kraftig isolering bliver forskellen mellem de to tagdæknings temperaturer dog ganske

beskeden. Ved ventilation af hulrummet over varmeisolerings tilstræbes, at byggefugt, fugt fra utætheder og fugt tilført ved diffusion eller opstrømning fra underliggende rum, føres bort inden fugtindholdet i tagets kolde del bliver så stort, at der opstår risiko for fugtskader.

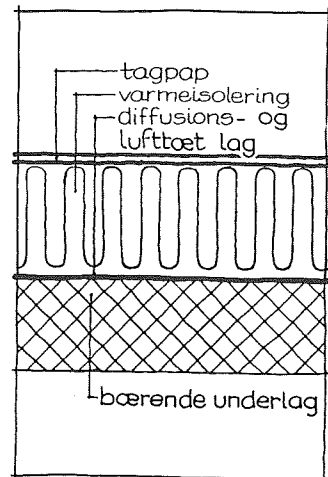


Fig. 1. Varmt tag (uventileret tag) med isolering oven på et bærende underlag, fx af beton.

### Varme tage

Varme tage udføres normalt med et bærende underlag af beton, letbeton, træ eller træbaserede plader eller profilerede stålplader. Herpå anbringes enten et trædesikkert isoleringsmateriale eller et blødere isoleringsmateriale med en trykfordelende plade ovenpå. Isoleringens tykkelse afpasses således, at der normalt opnås en termisk isoleringsevne på  $k \leq 0,2 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$  svarende til bygningsreglementets generelle krav. Ovenpå isoleringsmaterialet eller den trykfordelende plade anbringes en vandtæt tagbeklædning, fx i form af en tagpap eller et plastmateriale. Der bør normalt anbringes en diffusionstæt og lufttæt membran på isoleringslagets

varme side. Den skal sikre, at der ikke kommer byggefugt op i isoleringen (fx fra et nyudstøbt betondæk), dels at der ikke transporteres fugt op i tagkonstruktionens kolde dele under vinterforhold.

Det diffusions- og lufttætte lag kan udføres fx af et lag asfaltpap, der klæbes til underlaget. Hvis der anvendes mindre diffusions- og lufttætte lag på isoleringens varme side, må det i hvert enkelt tilfælde vurderes, om isoleringsmaterialet og eventuelle trykfordelende lag ovenpå dette kan akkumulere og senere afgive fugten, uden at det trykfordelende lag ødelægges, og uden at tagdækningsmaterialet skades.

Det må ved valg af tagdækningsmateriale sikres, at tagdækningen uden at skades kan optage de bevægelser, der opstår i den underliggende trykfaste isolering, eller i et eventuelt trædefast lag over den bløde isolering. Sådanne bevægelser kan være forårsaget fx af et initialt svind, eller af de uundgåelige dimensionsændringer som følge af fugt- og temperaturvariationer.

Ved anvendelse af tagpapdækninger bør der p.g.a. solopvarmningen normalt skabes mulighed for trykudligning under det først udlagte sammenhængende lag tagpap. Hvis ikke isoleringsmaterialet i sig selv er åbent, som fx mineraluld, kan der opnås fornøden trykudligning ved anvendelse af en trykudligningspap, der punktklæbes til underlaget, og luften kan da fordele sig under pappen. Bemærk dog, at alle efterfølgende lag tagpap skal fuldklæbes for at undgå dampbuler i tagdækningen. Trykudligning sker normalt til tagkant. Hvis afstanden mellem tagkanterne overstiger ca. 10 m, bør trykudligningen suppleres ved anvendelse af en trykudligningshætte pr. 300-500 m<sup>2</sup> tagareal.

Det skal iøvrigt fremhæves som en fordel ved de varme tage, at de bærende konstruktioner i taget ved de normale udførelser ligger på isoleringsmaterialets varme side. Herved undgås kuldebroer i taget, og fugt- og temperaturbetingede bevægelser i de bærende konstruktioner bliver af et meget beskedent omfang. Herved reduceres risikoen for, at bevægelser i tagets

bærende dele forplanter sig til tagdækningen og river denne i stykker.

### Kolde tage

Her tilstræbes det at fjerne nedfra kommende fugt (og evt. byggefugt) ved hjælp af rigelige mængder udeluft, der strømmer gennem et hulrum over varmeisoleringsmaterialet. Det er helt nødvendigt at der skabes lufttæthed på isoleringens varme side mod opstrømmende rumluft, idet det i praksis er vanskeligt at kompensere for utætheder i loftet gennem en forøget ventilation af taghulrummet. En sådan kompensation ville også ud fra et energimæssigt synspunkt være u hensigtsmæssig. Derfor bør der i kolde tage lægges stor vægt på at opnå god lufttæthed i loftkonstruktionen.

Ventilationen af taghulrummet har sekundært til formål at fjerne byggefugt materialer eller fra vand eller sne, der utilsigtet er trængt ind i tagkonstruktionen i byggeperioden.

Et koldt tag vil kun fungere efter hensigten, hvis de fugtmængder, der skal fjernes, ikke er for store. Det er derfor afgørende, at der i en sådan konstruktion findes et lag, der forhindrer luft- og dermed fugtopstrømning fra underliggende rum. I tage af træ kan den diffusionstætte membran, der anbringes på isoleringens varme side, også udnyttes til at give den fornødne lufttæthed. Samlinger skal i så fald være klemte, svejse eller være forsynet med en tape af god kvalitet. Erfaringen har dog vist, at det er vanskeligt

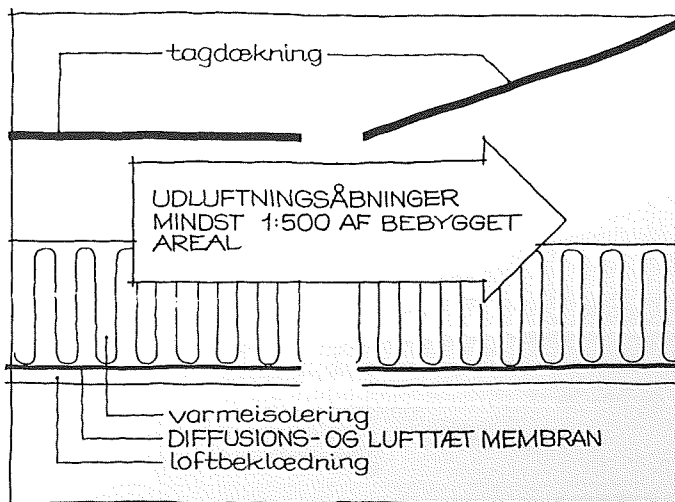


Fig. 2. Koldt tag (ventileret tag). Taghulrummet over isoleringsmaterialet forudsættes gennemstrømmet af udeluft.

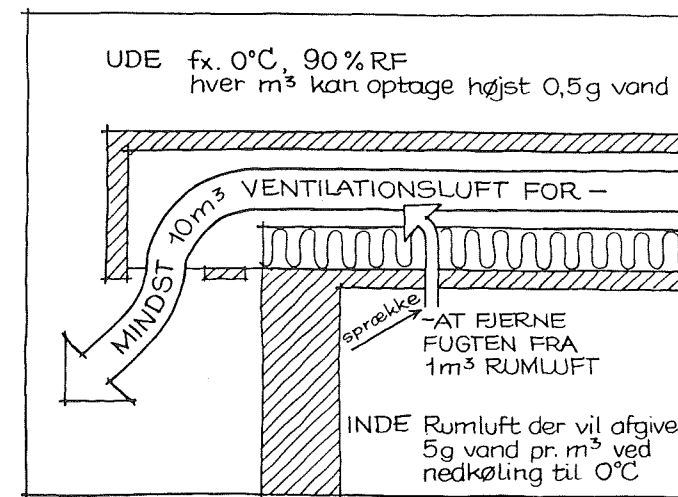


Fig. 3. Utætheder i loftkonstruktionen vil kunne medføre, at rumluft under vinterforhold strømmer op i tagets kolde dele.

med disse metoder at opnå tilstrækkelig lufttæthed langs vægge og gennemføringer i taget. Det kan derfor anbefales i stedet at skabe lufttæthed i loftskonstruktionen ved at anvende et plademateriale som loftsbeklædning. Pladesamlinger tætnes med en tape af god kvalitet. En pladebeklædning og anvendelse af en fugemasse langs vægge og gennemføringer vil give god mulighed for at skabe den fornødne lufttæthed på disse kritiske punkter. Diffusionstæthed opnås med en fugtspærre (fx 0,15 mm polyethylenfolie) med en vanddampdiffusionsmodstand (Z-værdi) på mindst 50 GPa s m<sup>2</sup>/kg. Dette diffusionstætte lag kan evt. være klæbet på beklædningspladens bagside.

Bemærk, at det er langt vigtigere i almindeligt byggeri at opnå lufttæthed i en loftskonstruktion end at have en dampspærre

med en meget høj vanddampdiffusionsmodstand. For at understrege vigtigheden af at opnå tæthed i loftsfladen kan gives følgende regneeksempel:

Rumluften vil om vinteren fx kunne være 22°C og indeholde 10 g vand/m<sup>3</sup>. Afkøles denne rumluft ved indtrængen i det ventilerede tagrum til 0°C, vil 1 m<sup>3</sup> rumluft afgive ca. 5 g vand, der afsættes på kolde flader og trænger ind i absorberende materialer, fx træ. Udeluft på 0° og 90% RF kan kun optage 0,5 g vand/m<sup>3</sup>, og der skal derfor 10 m<sup>3</sup> udeluft til at bortskafe den fugt, der tilføres med 1 m<sup>3</sup> rumluft. Ved en trykforskel på blot 10 Pa (1 mm VS) pr. time kan der strømme 1 m<sup>3</sup> rumluft op igennem en 1 m lang revne, der kun er 0,35 mm bred.

I bygningsreglementet er det angivet, at det almene krav om, at der ikke må forekomme skadelig kondensation i kolde tage, hvori der findes træ eller træbaserede materialer, kan anses for opfyldt, hvis der findes et ventilationsareal, der mindst svarer til 1/500 af det bebyggede areal (1/1000 ved hver tagkant). Endvidere skal ventilationsluften fordeles jævnt over den ventilerede flade, hvilket forudsætter — som det også er nævnt i bygningsreglementet — at der er skabt lufttæthed i loftskonstruktionen.

Det skal bemærkes, at der ofte anvendes en vindtæt afdækning oven på isoleringen i ventilerede tagkonstruktioner. Dette lag vil normalt ikke yde tilstræk-

kelig lufttæthed til at forhindre luftopstrømning. En sådan af-dækning må iøvrigt have en vanddampdiffusionsmodstand på højst 1/10 af modstanden i det diffusionstætte lag under isoleringsmaterialet.

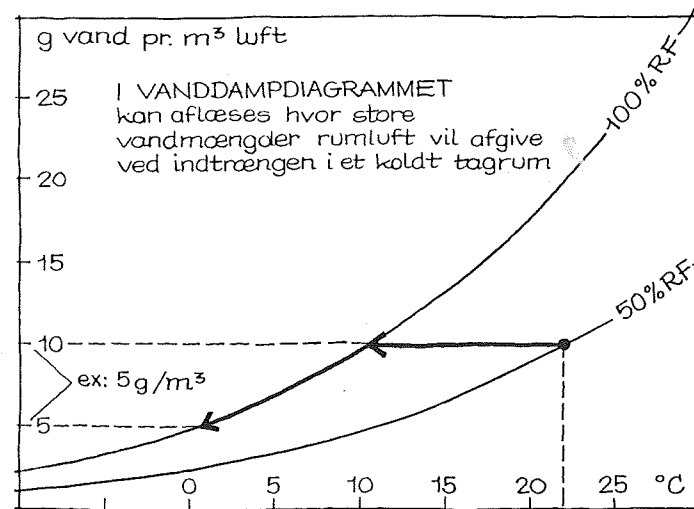


Fig. 4. I vanddampdiagrammet kan aflæses, hvor megen fugt hver opstrømet m<sup>3</sup> luft vil kunne afgive.

# Kondensproblemer i tage

## 2. del

af civilingeniør Georg Christensen,  
Statens Byggeforskningsinstitut.

Mange fugtskader i tage i de senere år kan føres tilbage til kondensation af fugtig rumluft, der er strømnet op i tagets kolde dele fra underliggende rum. Denne artikel har til formål at belyse problemet »opstrømning af rumluft i tagkonstruktioner«, samt at vise eksempler på hvordan tagkonstruktioner kan udføres, så problemet undgås. Der er endvidere redegjort for de særlige problemer, der knytter sig til anvendelsen af flade tage.

### El-installationer i lofter

Hvor luft- og diffusionstæthed opnås med en membran, er det uensigtsmæssigt at udføre el-installationer i loftet, fordi membranen herved gennembrydes — ved dårlig arbejdsudførelse kan den direkte blive flænget.

Hvor gennemføringen af el-installationer i loftmembranen ikke kan undgås, bør den vind- og diffusionstætte membran være udført af et sejt, robust materiale, fx 0,15 mm polyethylenfolie. Skader vil også kunne undgås, hvis membranen kan opsættes på et sent tidspunkt, fx samtidig med opsætning af eventuelle loftsplader. Når membranen opsættes imellem en spredt forskalling og loftspladerne, må det sikres, at der ikke kan strømme kold udeluft igennem de »kanaler«, der findes imellem brædderne i den spredte forskalling.

En anden mulighed er at anbringe den diffusions- og luft-

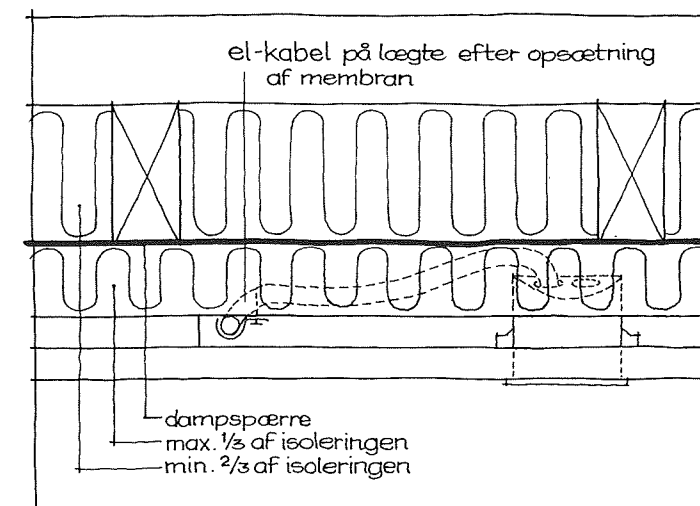


Fig. 6. Et nyt dansk el-dåsesystem tillader føring af el-installationer i loft uden gennembrydning af membran.

tætte membran et stykke inde i isoleringen, hvorefter el-installationer frit kan anbringes i det isoleringslag, der findes på den luft- og diffusionstætte membrans varme side. I dette tilfælde skal el-dåser kunne monteres nedefra. (Sådanne då-

ser forventes markedsført i Danmark fra efteråret 1982). Hvis denne fremgangsmåde anvendes, må isoleringen på membrans varme side højst udgøre 1/3 af den samlede isoleringstykkel (se figur 6). Temperaturen på membranen bliver da så høj, at der ved almindelige fugtforhold i det underliggende rum ikke er risiko for kondens på membranen eller i taget iøvrigt.

### Gennemføring af kanaler

Også ved gennemføring af kanaler etc. i tage kræves der særlig omhyggelig tilrettelægning og arbejdsudførelse, når luft- og diffusionstætte membraner i loftet gennembrydes.

Hvor rør i mindre dimensioner føres igennem seje membraner, kan der skæres et hul i membranen, noget mindre end rørets diameter. Derefter presses røret forsigtigt igennem hullet, og den oprængede kant af membranen fæstnes til røret ved bevikling med tape af god kvalitet.

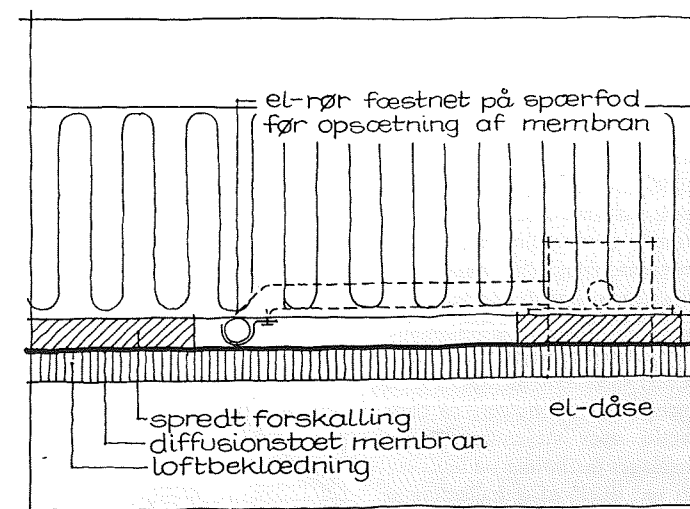


Fig. 5. Hvis el-installationer føres igennem en membran i loftet, skal der skabes lufttæthed ved gennembrydning af denne.

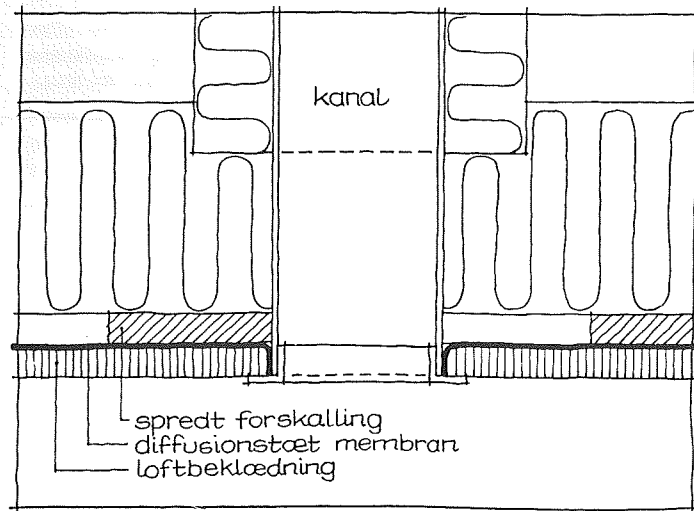


Fig. 7. For at opnå lufttæthed ved gennemføring af ventilationskanaler skal membranen krænges over ventilationskanalens nederste del.

Hvor der må foretages større udskæringer i seje membraner, fx for aftrækskanaler, bør udskæringen udføres efter at membranen er opsat og have en størrelse lidt mindre end kanalens lysningsareal. Ved opsætning af loftsbeklædning klemmes membranens kanter mod kanalens yderside.

#### Diffusionstæt undertag i skrå tage

I tegltage anvendes ofte et undertag af armeret plastfolie eller spærpap. Det er her særligt vigtigt, at ventilationen under undertaget bliver god, da det diffusionstætte undertag anbringes på den kolde side af loftisoleringen. For at opnå god ventilation må tagfodsdetaljerne udføres, så udeluften har adgang til tagrummet eller hulrummet under undertaget, og der kan for at forbedre udluftningsforholdene etableres yderligere udluftningsåbninger enten i gavlene (fx 0,2 m<sup>2</sup> åbning i hver gavl) eller ved tagrygningen. Den sidstnævnte løsning kan udføres med en toplægte, hvor undertaget i en afstand på ca. 10 mm føres op langs lægten. Rygningsstenene sømmes i toplægten, der skal være imprægneret mod råd og svamp. Forskælling af rygningsstenene og øverste række tagsten undlades.

Undertiden kombineres et diffusionstæt undertag med varmeisolerende vingemåtter med diffusionstæt membran. Der skal udvises særlig omhu med at gøre samlingerne mellem måtternes

»vinger« tætte. Eksempelvis kan vingerne klemmes mod spæret med lister, der sømmes pr. 100 mm. Ved måttender (fx ved tagfod eller ved stød mellem måttebaner) skal isoleringsmaterialet tildannes, så måttens membran kan samles tæt med tilstødende materiale, fx ved klemt samling.

Det er meget vigtigt, at der er ventilationsmulighed under det diffusionstætte undertag, da der ellers vil dannes betydelige mængde kondensvand på undertagets underside. Det ventilerede hulrum må ikke være mindre end 5 cm i højden. Hvis det diffusionstætte undertag »hænger« imellem spærene, skal højden af hulrummet forøges, så ventilationsarealet får en gennemsnitlig højde på mindst 5 cm.

#### Omvendt tag

Der er i de senere år fremkommet en ny tagtype, som benævnes »det omvendte tag«. Herved forstås en i de fleste tilfælde plan tagkonstruktion, hvor isoleringsmaterialet ligger ovenpå et vandtæt lag. Isoleringens sømmes i toplægten, der skal være imprægneret mod råd og svamp. Forskælling af rygningsstenene og øverste række tagsten undlades.

Undertiden kombineres et diffusionstæt undertag med varmeisolerende vingemåtter med diffusionstæt membran. Der skal udvises særlig omhu med at gøre samlingerne mellem måtternes

sentligste vandmængder afledes fra tagets overside, men det forudses at mindre vandmængder kan trænge igennem samlingerne imellem isoleringspladerne til afløb ovenpå den vandtætte membran. På grund af vandets indtrængen under isoleringen må der regnes med, at isoleringsevnen nedsættes med ca. 20%. Omvendte tage anvendes normalt oven på en dækkonstruktion med en god varmfordelende og varmeakkumulerende evne, fx beton.

#### Efterisolering

Efterisolering i tagrum (kolde tage)

Mange eksisterende tage har en så ringe varmeisoleringssevne, at en yderligere isolering er nød-

vendig. Almindelige tage med en vis hældning og et ventileret tagrum byder ikke på særlige fugt-tekniske problemer. Her kan der umiddelbart isoleres på det eksisterende loft, eller på en isolering der allerede findes. Denne fremgangsmåde forudsætter, at der findes en dampspærre i loftsstrukturen. Hvis der i forvejen findes et vindtæt diffusionsåbent lag ovenpå den eksisterende isolering, vil dette lag i almindelighed kunne blive liggende, uanset tykkelsen af den isolering, der lægges ovenpå. Kun hvor en inspektion af det vindtætte lag viser, at der er spor af fugtansamlinger på undersiden, skal det fjernes. Det nye isoleringsmateriale skal være mindst lige så diffusionsåbent som det oprindelige. Dette bety-

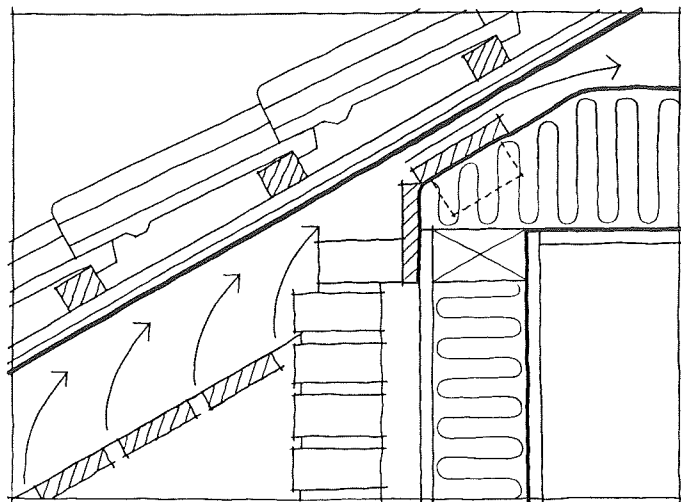


Fig. 8. Udeluft skal kunne passere under tagunderlaget. Der skal træffes foranstaltninger som sikrer, at isoleringsmateriale ikke blokerer luftstrømmen.

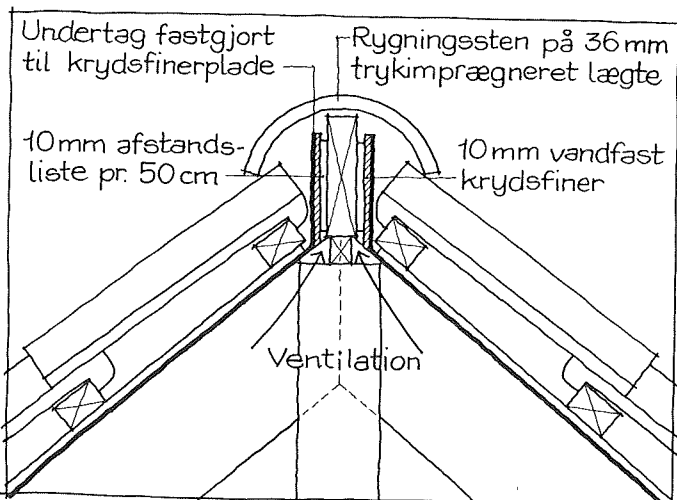


Fig. 9. Når der foruden åbninger ved tagfoden også er en åbning i kippen, forbedres ventilationsforholdene på grund af »skorstensvirkning«.

der, at der fx ikke må udlægges skumplastprodukter ovenpå mineraluld, da denne materialekombination vil kunne føre til kondensation på skillefladen mellem de to isoleringslag.

Hvis loftfladen består af rør og puds, og denne er i god stand, dvs. uden væsentlige revnedannelser, kan man ved efterisolering undlade at udlægge en diffusionstæt membran i loftsstrukturen. Pudslaget er rimeligt diffusionstæt, og frem for alt så lufttæt at ventilation af tagrummet vil kunne fjerne de mindre fugtmængder, som trænger igennem loftsstrukturen. Det er vigtigt, at loft-rummet ventileres, og derfor må det påses, at isoleringsmaterialet ikke blokerer for ventilationsåbninger, fx ved tagfoden.

#### Udvendig efterisolering af flade tage

##### a. Varme tage

Efterisolering af flade varme tage ved anbringelse af et isoleringsmateriale samt en ny tagdækning vil normalt kunne udføres, uden at der foretages yderligere fugt-tekniske overvejelser. Den gamle tagmembran vil fungere som dampspærre og vil blive varmere end tidligere, og forholdene bliver herved kun gunstigere i fugt-teknisk henseende. Bemærk dog, at det kan blive nødvendigt at anvende kileskåret isoleringsmateriale for at få en mindste taghældning på 1:40, der sikrer at vand afledes fra taget. Det bør påses, at eventuelle lunger i den eksisterende tagflade oprettes med et egnet materiale inden udlægning af ny isolering. Herved opnås, at en eventuel utæthed i den nye tagpap ikke forårsager større vandansamlinger på den gamle tagflade.

Hvis der trods alle sikkerhedsforanstaltninger trænger vand igennem den nye tagbelægning, vil vandet kunne samles ovenpå den gamle. For at undgå en sådan ansamling af større vandmængder vil det være hensigtsmæssigt, hvis der ved tagkanterne kan etableres et »nødoverløb«. Under vinterforhold vil en vandgennemtrængning afsløres i form af istapannelser. Hvis ikke det er muligt at skabe en »sladremulighed« langs tagkanterne, kan der eventuelt etableres

»sladrehuller« i enkelte dybdepunkter på taget. Disse skal naturligvis normalt være aflukkede, således at der ikke kan strømme rumluft op i den nye isolering.

Ved denne form for efterisolering vil det normalt være nødvendigt at ændre stern og eventuelle inddækninger.

##### b. Kolde tage

Merisolering ovenpå kolde tage vil ofte kunne klare to problemer på een gang. Først og fremmest vil en udvendig isolering reducere varmetabet gennem taget, men dernæst vil isoleringen hæve temperaturen på det eksisterende tagunderlag, og dermed er risikoen for kondensskader væsentligt reduceret. Det vil ofte være det sidstnævnte forhold, som vil være den igansættende faktor for en isoleringsopgave. Omfattende undersøgelser /1/ i de seneste år har vist, at fugtindholdet i et eksisterende tag kan holdes nede på et acceptabelt niveau (< 15% fugtindhold i træ) ved anvendelse af en tilstrækkelig kraftig efterisolering. Den nødvendige isoleringstykkelse vil afhænge af fugtforholdene i de underliggende rum. I tage over boliger skal der efterisoleres med mindst samme isoleringstykkelse, som findes i taget i forvejen. I bygninger med større fugtproduktion end i boliger skal isoleringstykkelsen yderligere øges. De nærmere regler for dimensionering af isoleringstykkelsen i sådanne tilfælde må søges i speciallitteraturen /1/ og /2/.

Ventilationen af taghulrummet i det eksisterende tag bør normalt ikke lukkes før efter ca. 1 års forløb. Herved sikres, at eventuel fugt i taget når at tørre ud. Ventilationen kan også bevares som en ekstra sikkerhedsforanstaltning, men den nye isolerings effektivitet forringes herved med ca. 30%. Også ved efterisolering af denne tagtype skal der anvendes isoleringsmaterialer (evt. kileskårne), der giver et resulterende fald på den nye tagflade på mindst 1:40, ligesom større lunger i den eksisterende tagflade skal fyldes op med et egnet materiale.

#### Hætter i flade tage

Hætter er i de senere år blevet benyttet i flade tage til at søge at

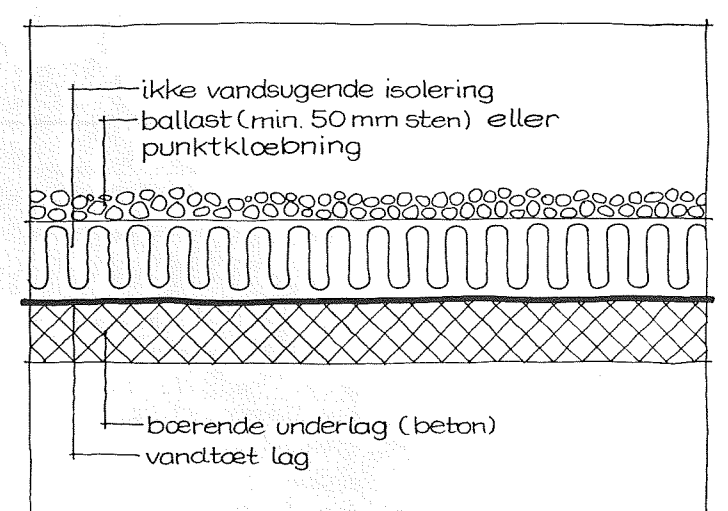


Fig. 10. Omvendt tag. Isoleringsmaterialet anbringes ovenpå den vandtætte belægning.

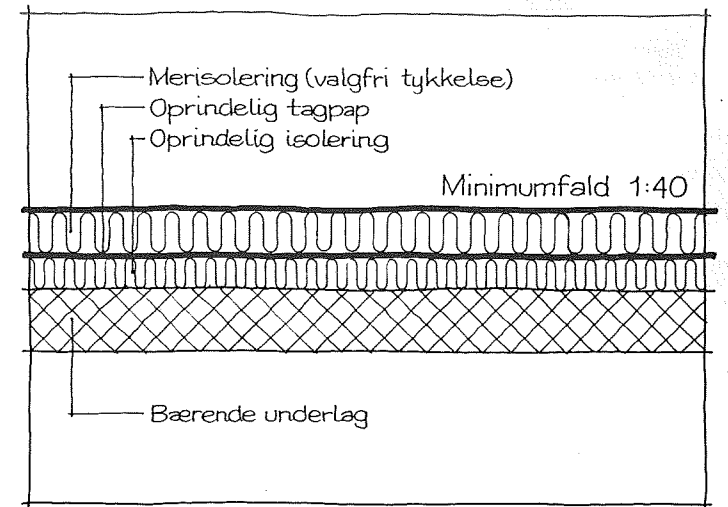


Fig. 11. Efterisolering af varmt tag. Fald kan fx. etableres med kileskåret isoleringsmateriale.

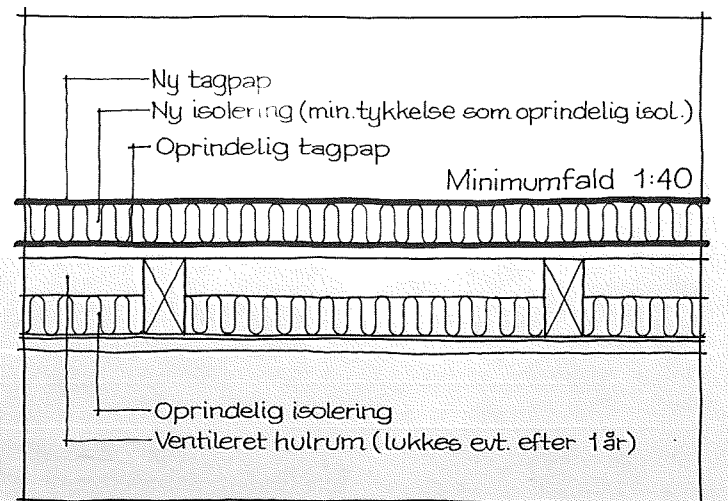


Fig. 12. Efterisolering af koldt tag. Den eksisterende tagbelægning indgår som ny fugtspærre og skal derfor være lufttæt. Der skal også skabes lufttæthed ved alle inddækninger ved tagkanter og gennembrydninger i den gamle tagflade.

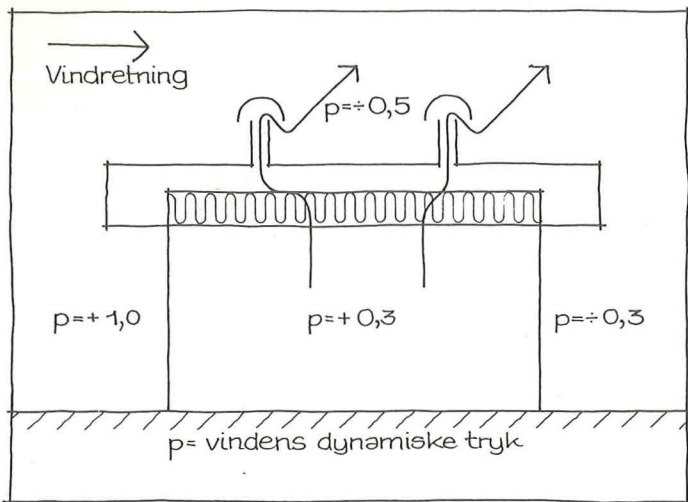


Fig. 13. Rumluft kan trænge gennem loftkonstruktionen og videre gennem hætter ud i det fri uanset udformning af disse.

skabe bedre ventilation i kolde tagkonstruktioner (ventilationshætter), eller til at skabe trykudligning i varme tagkonstruktioner (trykudligningshætter). Ny viden viser imidlertid, at sådanne hætter ikke bør anvendes ukritisk /3/.

#### Hætter i kolde tage

Hætter har tidligere været anvendt på tagfladen i ventilerede flade tagkonstruktioner, når det ikke var muligt at ventilere tilstrækkelig kraftigt langs tagkanterne p.g.a. murkroner og tilstødende bygningskroppe, eller simpelthen fordi taget havde et for stort areal. Formålet med taghættene var at erstatte eller supplere en sådan utilstrækkelig ventilation. Denne form for supplerende/erstatning af tagkantventilation må der advares imod, medmindre der i loftet er en helt tæt fugtspærre — og dette er i praksis næsten umuligt at opnå.

Årsagen til advarslen er følgende:

På grund af det termiske drivtryk i et rum vil der som tidligere nævnt altid i opvarmningssæsonen være et svagt overtryk ved loftet, og rumluften vil da søge op i taget og videre til det fri gennem hætterne. På sin vej vil den afgive sit indhold af vanddamp i tagets kolde dele.

Det samme forhold opstår, når vinden blæser over tagfladen. Vinden vil — uanset vindretning — skabe et undertryk på det flade tags overside, og rumluften vil også i dette tilfælde

søge opad og ud gennem hætterne i taget. Hætter som er monteret parvis, således at der ved vindens påvirkning opstår tryk i den ene og undertryk i den anden, vil uanset deres udformning altid kunne trække rumluft ud af bygningen på grund af den termiske opdrift.

Det følger heraf, at der må advares mod hætventilation af kolde tage. Til tagkonstruktioner, der ikke kan ventileres langs tagkanterne, må det derfor anbefales at anvende et varmt tag i stedet for et koldt med en tagflade, der er »perforeret« af ventilationshætter.

#### Hætter i varme tage

I varme tage kan der i tagflader, der er så store, at der er over ca. 10 m mellem tagkanterne, være behov for en trykudligningshætte for hver 300-500 m<sup>2</sup> tagflade. Disse hætter anvendes for at give indesluttet opvarmet luft og fugt mulighed for at slippe ud af isoleringsmaterialet. Trykudligningshætter skal have forbindelse med den luft, der findes i isoleringsmaterialet, og skal således gå igennem alle lag tagpap i den øverste tagdækning. I ikke lufttætte materialer (mineraluld) sker trykudligningen umiddelbart, mens der i mere tætte materialer (skumplastprodukter) kan anvendes et punktlæbet paplag nederst for at sikre, at luften kan fordele sig, når den ændrer volumen som følge af temperaturændringer. I præfabrikerede isoleringssystemet af lufttætte materialer (skumplastplader) kan der ska-

bes passagemulighed for luften gennem et rillesystem under det på fabrikken påførte første lag pap eller ved sporing i skumplastpladernes underside.

Det må kraftigt understreges, at det også i disse tage er helt nødvendigt, at der på varmeisoleringens varme side findes et diffusionstæt og helt lufttæt lag (bedst i form af et lag påklæbet tagpap). Ellers opstår den samme situation som beskrevet under kolde tage, hvor rumluften trænger op i tagkonstruktionen og giver kondensation.

#### Afslutning

Denne artikel har haft til formål at advare imod de kondensproblemer, der kan opstå i tagkonstruktioner som følge af at rumluft strømmer op igennem en utæt loftskonstruktion. Det er fremhævet, at det vigtigste er at skabe lufttæthed i en loftskonstruktion og at der ikke kan kompenseres for utilstrækkelig lufttæthed ved anvendelse af en membran med selv nok så stor en vanddampdiffusionsmodstand.

Endelig er der advaret imod en ukritisk anvendelse af ventilationshætter i flade tage, da utætheder i loftet kan medføre, at rumluft i store mængder strømmer op i taget, dels som følge af termisk opdrift, og dels som følge af det undertryk, der skabes ved vindens strømning over tagfladen.

#### Litteratur

- 1/ Merisolering af flade tage, V. Korsgaard et al. COWIconsult publikation nr. 418, December 1981.
- 2/ Merisolering af flade tage, TOR-anvisning 11, Tagpapbranchens Oplysningsråd 1981.
- 3/ Ventilation af flade tage, V. Korsgaard et al. COWIconsult publikation nr. 442, September 1982.



Pris: Kr. 12,00 incl. 22 p  
ISBN 87-563-0462-5.  
ISSN 0106-5289.