

REPARATION AF TAGVÆRKER

For at bevare sit hus og for at sikre sig mod råd- og svampeangreb i tagværket skal man vedligeholde taget. Tagværket er den trækonstruktion, som bærer tagbeklædningen – hvad enten det er tegl, skifer, strå eller andet.

For at taget er i orden og kan holde tæt, er det vigtigt, at tagværket er i en sådan stand at:

- Det kan bære de aktuelle belastninger
- Det ved varierende belastninger ikke giver mere efter, end tagbeklædningen kan tåle
- Tagbeklædningen ikke blæser af
- Tagværket er konstrueret sådan, at kræfterne (sne, vind og egenvægt) ikke påvirker de øvrige bygningsdele ud over deres bæreevne; f.eks. må der ikke forekomme udskydende kræfter på mure, som ikke kan optage disse påvirkninger.

For de allerfleste tagværker på bevaringsværdige og fredede bygninger har disse forhold oprindeligt været i orden. Konstruktionen har været baseret på håndværksmæssig erfaring og traditioner.

Mange tagværker har imidlertid gennem årene været udsat for både reparationer og ombygninger, hvor konstruktionens oprindelige virkemåde, dvs. den måde kraftpåvirkningerne er blevet fordelt på, ikke er respekteret.

Ved reparationer kan det f.eks. være skarringer (delvise udskiftninger), som ikke kan overføre de aktuelle kræfter. Ved ombygninger kan det være



De rådne bjælke- og spænder er savet af for at gøre klar til påskarring af nye ender. Murværket er dels fjernet, hvor der var spor efter ægte hussvamp, dels varmebehandlet for eventuelle rester efter denne og herefter klar til at blive muret op igen.

ændringer i det statiske system (tagkonstruktionens samlede opbygning), f.eks. ved fjernelse af hanebånd eller ved ekstra belastning af hanebåndsbjælkelag. Der kan også være begået fejl ved dårligt udførte udvekslinger, således at der ikke længere er tværforbindinger i tagværket. Udvekslinger vil sige konstruktioner til overførsel af belastninger, hvis et spær, en bjælke eller dele heraf fjernes.

Belastninger og kræfter

En tagkonstruktion er udsat for forskellige belastninger: lodret belastning fra tagets egen vægt og fra eventuelt snebelastning, og vandret belastning fra vind, oftest som tryk på vindsiden og sug på læsiden.

Tagværkets konstruktion og understøtning er afgørende for, hvorledes disse belastninger føres ned til understøtningerne, og hvilke påvirkninger de giver anledning til i tagværkets enkelte dele og i samlinger.

Statisk model

Forud for enhver reparation eller ombygning må man derfor gøre sig klart,

hvordan de bærende konstruktioner har været disponeret, dvs.:

- Hvordan optager tagværket de belastninger, det udsættes for
- Hvilke påvirkninger (træk, tryk, bøjning eller kombinationer) udsættes de enkelte konstruktionsdele for
- Hvilke påvirkninger sker der på samlingerne
- Hvilke belastninger overfører tagværket til sine omgivelser (facader, bjælkelag), og hvor overføres de
- Hvordan bliver tagværket fremtidigt stabiliseret

Besvarelsen af disse spørgsmål giver et samlet billede, der kaldes en statisk model.

Der kan ofte opstilles flere statiske modeller for en konkret tagkonstruktion. Konsekvenserne for kræfternes

fordeling i tagkonstruktionen og i de omgivende bygningsdele er forskellige fra model til model. Det vil ofte være nødvendigt, at søge sagkyndig bistand ved en bygningskyndig ingeniør for at få rådgivning om, hvilken model der tager mest hensyn til bygningen, kræver det mindste indgreb, og som udnytter de forhåndenværende bæremuligheder bedst muligt.

Konstruktioner

De følgende illustrationer viser nogle få eksempler fra den store mangfoldighed af konstruktionstyper, som kan forekomme i gamle bygninger:

- Tagværk med dobbelte langstole (åskonstruktion)
- Hanebåndskonstruktion
- Trempeltagskonstruktion
- Halvtagskonstruktion

Eksemplerne er som nævnt ikke udtømmende.

Tagværk med dobbelte langstole (åskonstruktion)

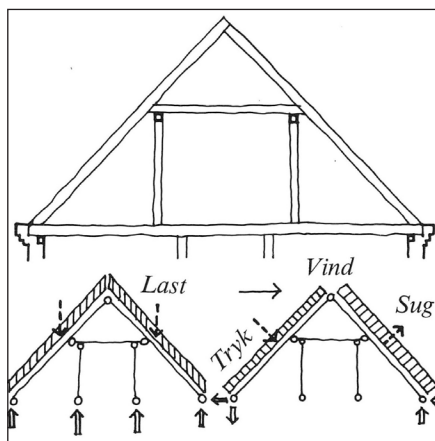
Tagværk med dobbelte langstole (fungerer som en åskonstruktion). Stolene er understøttet på skillevæggene eller på stolperækkerne. De lodrette belastninger fra tagværket giver lodrette påvirkninger videre ned i skillevæggene og i facaderne, og der overføres store, lodrette kræfter fra spærene til hanebåndene.

Vindbelastningen (den vandrette belastning) påvirker stolperne til træk i den ene side af tagværket og til tryk i den anden side og giver både lodrette og vandrette på-

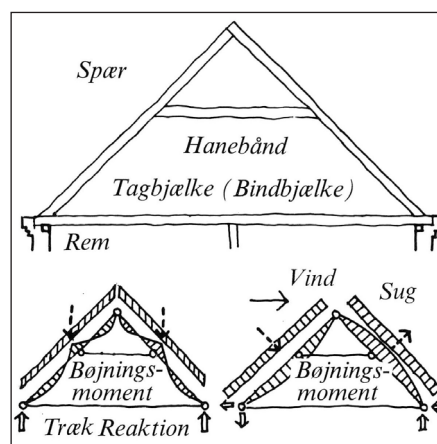
virksomheder på murene. Spærene er overvejende bøjningspåvirkede.

Hanebåndskonstruktion

Hanebåndsspærfagskonstruktionen er et tagværk, der består af spær, hanebånd (1 eller 2 lag) og et tagbjælkelag (bindbjælkerne). Spær- og tagbjælker har typisk samme inddeling, og spæret tappes med et skråt bryst ned i tagbjælken. Hvor spærene ikke placeres



Tagværk med dobbelte langstole (åskonstruktion).



Hanebåndsspærfag. Den lodrette belastning giver en lodret påvirkning på muren og en bøjnings- og trykpåvirkning af spærene. Hanebåndet trykpåvirkes, mens tagbjælkerne trækpåvirkes. Samlinger mellem spær og bjælke skal således kunne tage trækbelastninger. Vindpåvirkning (den vandrette belastning) medfører en bøjnings- og træbelastning i spærene i den ene side og bøjning kombineret med tryk i spærene på den anden side.

i samme takt som tagbjælkelaget, lægges en rem på tværs af bjælkelaget over ydermuren. Spærene sadles over remmen, så de lodrette og vandrette belastninger kan fordeles gennem remmen til tagbjælkelaget.

Trempeltagskonstruktionen

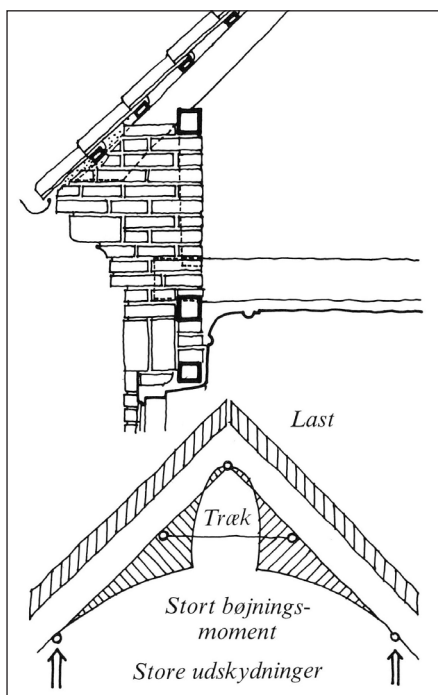
Her er muren ført op over tagbjælkelaget. Spærene hviler på en lodret stolpe eller stolpevæg og afstives med en skråstolpe. Denne konstruktion kaldes en trempeltagskonstruktion. Der opstår et såkaldt styrtrum, der giver mere højde i tagrummet.

Den lodrette belastning giver lodrette påvirkninger ned på murene i lighed med hanebåndskonstruktionen. Hvis skråstolpen kun sættes for hvert andet eller tredje fag for at kunne udnytte tagrummet bedre, fås her et hovedspærfag med mellemliggende mellemspærfag eller tomme spærfag.

Mellemspærfagene ligger af, dvs. hviler på en rem eller en stolpevæg. Hvis muren er tilstrækkelig stabil, eller hvis remmen er stærk nok og i tilstrækkelig god stand til at kunne fordele de udskydende kræfter til hovedspærfaget, fås lignende belastningsforhold som ved hanebåndsspærfagskonstruktionen. Hvis muren eller remmen ikke kan tage imod de udskydende kræfter, fås meget store bøjningspåvirkninger i spærene (store deformationer eller brud) og træk i hanebåndene (skred i samlingen, hanebånd/spær).

Halvtagskonstruktionen

Denne konstruktion er almindelig i side- eller baghuse. Spærets høje ende understøttes enten direkte på bagmuren (bagvanten) eller på en stolpekonstruktion, som holder bagmuren. Den lodrette belastning



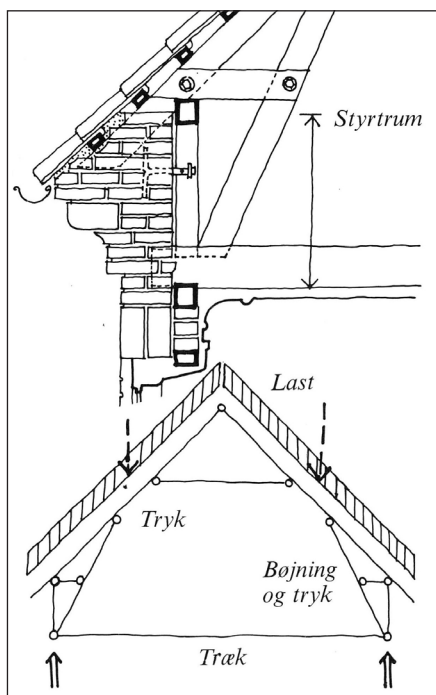
Trempeltage. Ill.: Jesper Engelmark

giver derved et sidetryk på bagmuren. Hvis spærene derimod fastholdes med en skråstolpe eller via skillevægge, vil den lodrette belastning ikke give anledning til sidetryk på muren, og bagmuren stabiliseres.

Tagværkets ældning

Træ nedbrydes kun, hvis der forekommer angreb af insekter, råd eller/og svamp, hvorimod lysets påvirkning er meget lille. Styrken og elasticiteten i tagværket forringes i takt med nedbrydningen. Dvs. at tagkonstruktioner, som er godt beskyttede i vel vedligeholdte bygninger, kan bevare deres bæreevne i århundreder.

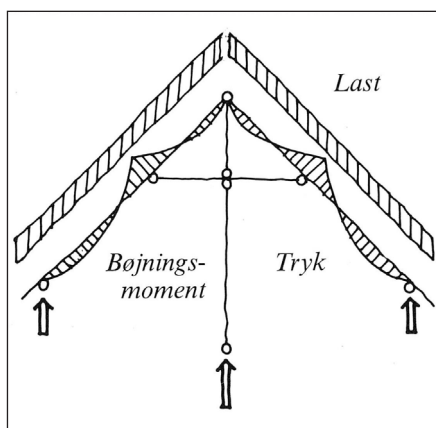
Der er en vis uenighed om, hvor længe træet kan holde, men f.eks. angives det i F. Kollmann: Technologie des Holzes, 1951, at varigheden for tørt, ubehand-



Trempeltage. Ill.: Jesper Engelmark

let træ for eg er 300-800 år, for lærk 1800 år og for skovfyr 120-1000 år.

Dog kan vindridser (revner, der opstår under træets udtørring) under veksellende fugt- og udtøringsforhold stadig vokse og give anledning til langsomt



T.v.: En lodret understøtning på midten af hanebåndet, f.eks. ned på hovedskillevæggen, vil ikke ændre væsentligt på forholdene, fordi understøtningen af spærene via hanebåndene vil være for slap. En understøtning helt op i kippen vil derimod reducere bøjningspåvirkningen af spærene væsentligt, stadig uden udskydende kræfter på murene. T.h.: Halvtog.

voksende nedbøjninger. Forsøg med træbjælker af fyr fra Nørrebro i København fra ca. 1880 har vist, at styrke- og stivhedsforholdene er som for dagens normer, dvs. de normer, der gælder i dag for det bedste konstruktionstræ, jf. Statens Byggeforsknings Institut, SBI rapport nr. 142.

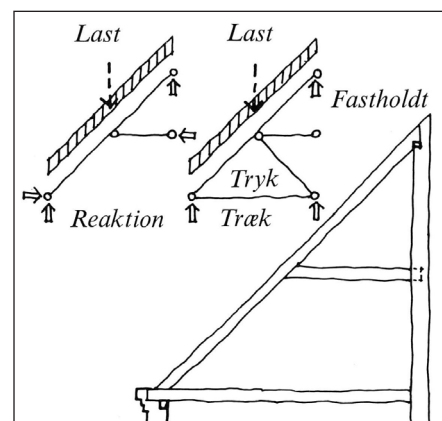
Typiske skader

I forbindelse med istandsættelse af et tag må hele tagværket gås efter. Særligt udsatte områder er:

1. Spærfødderne
2. Sagens sydsider
3. Gavlspær
4. Spær under inddækninger
5. Skotrender (kelspær)
6. Kviste

Spær

Store nedbøjninger er ofte forårsaget af skred i spærfoden. I værste fald har nedbøjningen medført, at spæret er knækket, f.eks. ved hanebåndssamlingen. Hvis spærlængden er stor, kan det overvejes, om man kan undgå at udskifte hele spæret. Hvis man kun udskifter en del, skal der foretages en beregning af den nye samling (laves en



skarring), og skarringen skal placeres der, hvor bøjningspåvirkningen i spæret er lille.

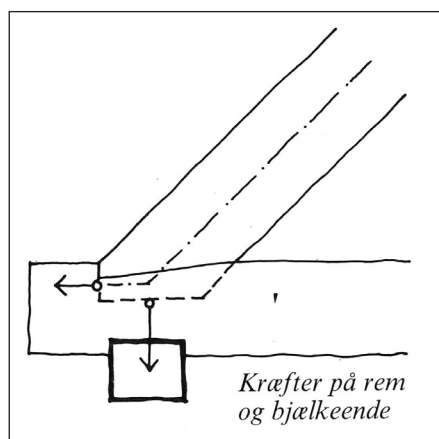
En nedbøjning kan også skyldes svækkelse af store dele af spæret på grund af råd. Rådskadens og dens omfang kan som regel først vurderes, når tagbeklædningen er fjernet og spæret synligt ovenfra. Efter fjernelse af det nedbrudte træ vurderes bæreevnen i spæret, og spæret behandles med svampedræbende middel og repareres eller udskiftes, alt efter skadens omfang.

Spærfoden

Det er den mest udsatte del af tagværket, og den er ofte angrebet af råd eller svamp. Ved angreb af ægte hussvamp skal det synlige angreb og yderligere ca. 1 m fjernes.

Efter afrensning og bortskæring af de angrebne dele skal en reparation opfylde kravene for overførsel af de aktuelle kræfter, jf. den statiske model.

Selv om tappen i spærfoden eller tagbjælkens træ bag tappen er rådnet bort, kan bjælken og spærenden fortsat være tilstrækkelig stærke til

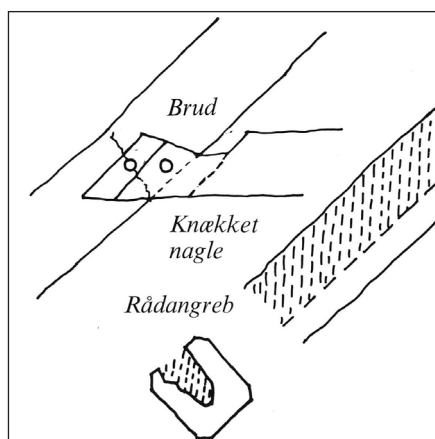


Spærfod.

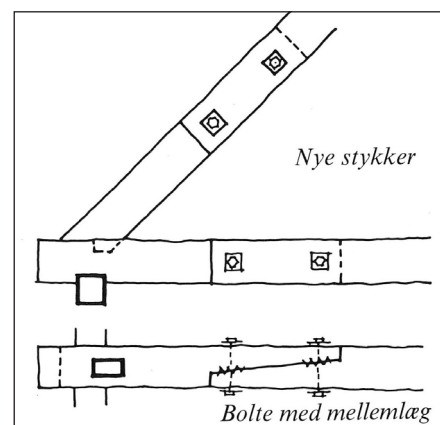
at optage de lodrette kræfter. Det forudsættes, at man samtidig fastholder spæret sideværts med et beslag, eventuelt et nakkebåndsbeslag (se illustration ovenfor: forstærkning af spærfod), eventuelt efter indskæring af en trykklovs, der sømmes fast.

Skarring af nye ender udføres som et blad, gerne som et skråt blad. I samlingen indlægges bulldog- eller stjernejern (mellemlæg af stålplader). Derefter samles med bolte og underlagsplader, som skal være tilstrækkeligt store (sidelængde x tykkelse = mindst $4d \times 0,4d$, hvor d er boltens diameter). I egetræ, der er hårdt træ, kan der dog ikke benyttes boltmellemlæg. Det er væsentligt for samlingens styrke, at afstanden mellem boltene bliver af rimelig størrelse, ofte 40 cm eller mere.

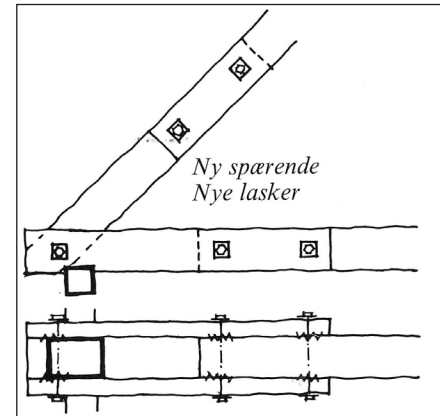
De traditionelle tømmeramlinger er udviklet til at fastholde og styre tryk eller træk. De kan kun i ringe grad optage bøjning. Hvor smukke og gennemtænkte de end er, er de derfor ikke egnede til skarring af bjælke- eller spærstykker, fordi disse er bøjningspåvirkede.



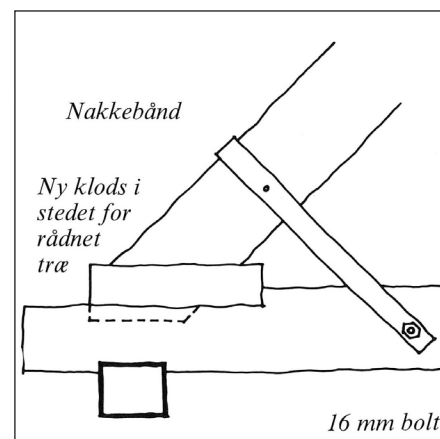
Skade på spær.



Skarring af ender. Skarring af ender, vist lodret. Det kan også udføres liggende, men underlagspladerne skal da som regel være større. Som et alternativ kan bjælkeenden skarres med lasker (planker, der boltes på siden af bjælken).



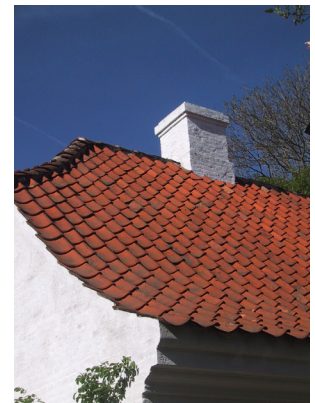
Laskning af nye ender.



Forstærkning af spærfod.

Opskalkning

Specielt ved tegltage og stråtage, hvor spæret er tappet til den tværgående bjælke et stykke fra bjælkeenden, da samlingen ellers skrider ud, og dermed et stykke fra facadeflugten, skal selve tagbelægningen føres videre ud over facadeflugten – samt ydermere en kraftig gesims. Dette gøres ved at lægge et kileformet stykke træ oven på spæret, den såkaldte skalk eller opskalkning. Hvis opskalkningen er særlig lang eller høj, giver man skalken et markant 'svaj', for at den skal forløbe smukt

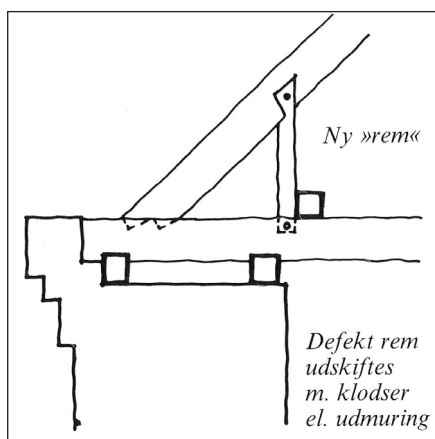


Alt for ofte ses det ved nyere tagomlægninger, at skalken forløber i et grimt knæk i taget. Derfor skal man enten, som vist ovenfor, udføre skalken med et tilskåret svaj, eller man skal sørge for at knækket mellem skalk og spær lægges mellem to taglægter – aldrig med lægten anbragt i selve knækket.

Remme

Remmenes opgave er at fordele trykket fra spærene ned på muren og at fastholde spærene indbyrdes. Ligesom spærfødderne hører de til de mest udsatte dele af tagværket, især fordi de er placeret, så de støder op mod murværket.

Et svampeangreb trives særdeles godt i remme. På kort tid kan svampen brede sig langs remmen fra spær til spær. Ved reparation er det nødvendigt, at hele remmen eller dele af den skiftes. Eventuelt kan den lodrette bærefunktion overtages af en udmuring.



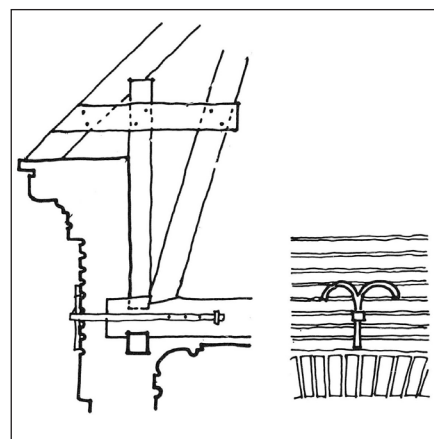
Fornyelse af rem.

Forbindelsen på langs fra spær til spær må da etableres med en ny rem, som kan lægges oven på bjælkelaget.

Det er vigtigt, at det murværk, der støder op til det svampeangrebne træ, behandles med svampedræbende middel. Endvidere skal trædelene: rem, bjælkeender og spærfod, holdes mest muligt fri af murværket.

Forankringer

Ved traditionelle tagformer og tunge tage som f.eks. tegl og skifer viser beregninger, at der i almindelighed ikke vil være brug for en lodret forankring



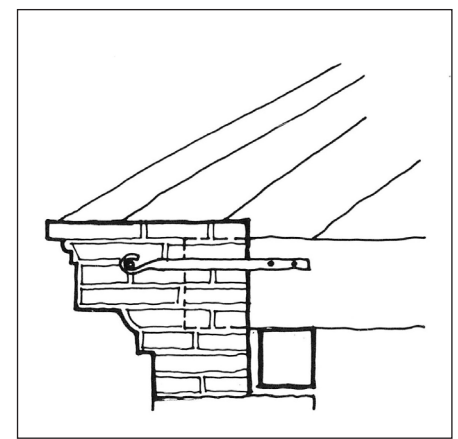
Forankring.

mod sug. Dette forudsætter dog, at tagværket bl.a. er effektivt forbundet med det øverste bjælkelag.

Hvis man er i tvivl, bør der søges sagkyndig bistand.

Det øverste bjælkelag, tagbjælkelaget, bør derimod være vandret fastholdt til murværket med ankre. De placeres som regel i hver tredje bjælke ligesom i de øvrige bjælkelag.

I en række tilfælde skal tagværket med ankre også fastholde andre bygningsdele, f.eks. store gesimser, gavl-



Forankring af gesims.

trekanter og bagmure. For gesimserne gælder det dog, at de så vidt muligt bør gives så meget bagvægt, at de kan hvile i sig selv.

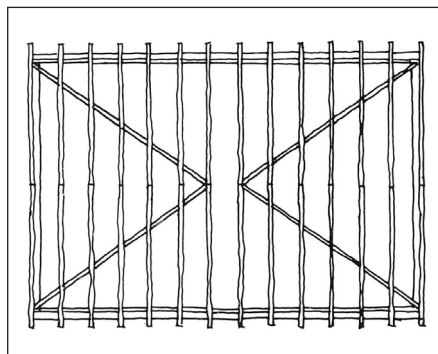
Valme

Ved valmtage hviler de afskiftede spær (de spær, som ikke er helpær) af på gratspærene, dvs. på de spær, der ligger under tagfladernes udadgående hjørner. Konstruktionen kan være sådan, at gratspærene er understøttet på det sidste hele spær. Ved denne type tagværk er der ikke udskydende kræfter på murværket, fordi de lodrette kræfter går ned i murkronen og på det sidste helpær.

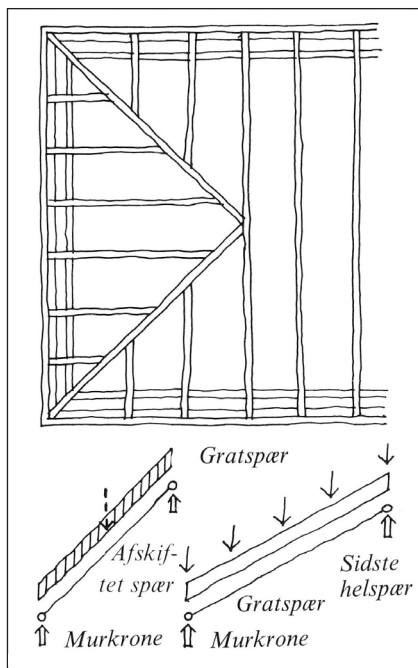
Hvis gratspærene derimod kun er understøttet imod en rygningssås, vil den lodrette belastning skyde murhjørnet udefter. I denne situation vil det være nødvendigt at fastgøre murhjørnerne, f.eks. i en sammenhængende rammekonstruktion i forbindelse med remmene.

Stabilitet

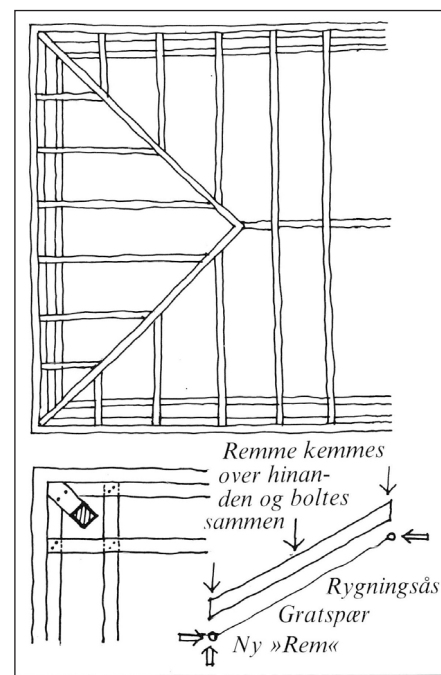
Spærfagenes stabilitet i husets længderetning skal sikres, enten med stormlægter eller f.eks. i form af pladebeklædning (den såkaldte skivevirkning) i forbindelse med, at der enten gennemføres en undertagskonstruktion eller en indvendig beklædning.



Spærplan med stormlægter.



Almindelig konstruktion.



Gratspær med rygningssås.

Materialer

Træ til udskiftning bør være den samme sort som det oprindelige. Træet skal være vellagret, og hvis det er muligt, vil det være godt at anvende gammelt tømmer. Se informationsbladet *Træ til husbygning*.

Man skal sørge for, at træet er kernefuldt og harpiks- eller garvesyreholdigt (fyrre- eller egetræ). Store dimensioner kan være vanskelige at fremskaffe og skal derfor bestilles i god tid. Man kan eventuelt bruge oversøisk træ, f.eks. træsorten Hemlock.

Gamle beslag og murankre genbruges i størst muligt omfang efter en rensning. Efter eventuel reparation rustbeskyttes beslaget med f.eks. 2 gange mønjemaling, efterfulgt af 2 gange grafitmaling.

Nye bolte og beslag, som skal indmures, bør være af rust- og syrefast stål med kvalitetsbetegnelsen 18/8 eller en tilsvarende kvalitet. De øvrige nye bolte og beslag bør være varmforzinkede.

Der er i de senere år udviklet metoder, hvor en renovering af tømmerdele kan ske ved udstøbning med et udfyldende kunststofmateriale. Da materialet er termoplastisk og har fugtbevægelser, der er forskellige fra træ, kan disse løsninger i almindelighed ikke anbefales til bevaringsværdige og fredede huse.

Tagværkets beskyttelse

Udskiftede tømmerdele, der har kontakt op mod murflader, skal være imprægnerede i henhold til dansk standard DS 2122. Trykimprægnering kan kun anvendes til fyrretræ. De nye imprægneringsmidler som fordeler sig i træet ved diffusion, f.eks. borproduk-

ter, kan derimod trænge ind i både fyrre-, gran- og egetræ.

Udsatte konstruktionsdele, f.eks. spær- og bjælkeender, som det er væsentligt at holde i god stand, kan eventuelt efterimprægneres ved borehulsvanding og indlæg af patroner, hvorved der indlægges et depot af imprægneringsmiddel. Dette optages efterhånden i træværket til fremtidig beskyttelse af træet.

Den væsentligste beskyttelse er dog:

- at undgå indmuring og omkringmuring af trædele med murværk (der skal være mindst 2 cm luft omkring træet)
- at holde tagflader og inddækninger tætte
- at sikre, at der er tilstrækkelig og jævnt fordelt ventilation af tagrummet og især af luften omkring

LITTERATUR OG LINKS

Litteratur

Dansk Ingeniørforenings normer for trækonstruktioner DS 413.
<http://www.danskbyggeskik.dk/pdf/get.action;jsessionid=6E073CBD15E5E7349BFB903DBDE456EE?pdf.id=807>

Københavns etageboligbyggeri 1850-1900, Jesper Engelmark, SBI-Rapport 142. http://www.sbi.dk/download/pdf/rapport_142.pdf

Vejlledning i husbygningskunst, J.D.Herholdt, København 1877
<http://www.danskbyggeskik.dk/pdf/get.action?pdf.id=477>



I forgrunden ses de afsavede bjælke- og spærender. Der skæres, så alt svækket og rådnet træ er bortskåret. I baggrunden ses tre bjælker, hvor der er udført den ene halvdel af et skråt hageblad. Hertil påskaarres den nye bjælkeende med en tilsvarende samling og de to dele boltes sammen.

Links

Information om Bygningsbevaring:
www.kulturstyrelsen.dk/information-om-bygningsbevaring/

- Træ til husbygning
- Reparation af råd- og svampeskader
- Tårnetage og spir
- Kviste og tagvinduer
- Skorstene og ildsteder
- Tegltage med vingetagsten
- Undertage til tegltage
- Inddækninger i tegltage
- Skifertage
- Metaltage
- Beklædning med træspån
- Tagpap

BYG-ERFA, Byggetekniske Erfaringsformidling (kræver abonnement og password):

<https://byg-erfa.dk/>

- Stormskader på tagkonstruktioner, 2. udg. (27) 97 11 28
- Fugt på undersiden af tegl- og betontagsten i tagrum uden undertag (27) 98 12 02
- Reparation af biologiske skader i trækonstruktioner (99) 96 03 21

- Små, murede skorstene – reparation og vedligehold. (27) 10 05 26
- Undertage. Opbygning, materialer og projektering (27) 97 11 24
- Undertage. Udførelse og detaljer (27) 97 11 25
- Ventilation af tagkonstruktioner tagrum, hanebåndslofter, skunkrum og paralleltage (27) 08 12 30
- Metalinddækninger mellem tag og murværk, 3. udg. (37) 98 12 04
- Zinkbeklædte kviste (37) 08 06 26

Byggeskadefonden:
www.bvb.dk

KOLOFON

Titel

Reparation af tagværker

Oplæg

Tekstoplæg: Eduard Troelsgård, civilingeniør. Tegninger: Tegnstuen Kvisten.

Foto: Hvor intet andet er nævnt, Søren

Vadstrup, arkitekt m.a.a. Center for
Bygningsbevaring

Copyright, redaktion og udgiver
Kulturstyrelsen, Kulturministeriet

Opdateret

Maj 2012, Søren Vadstrup arkitekt
m.a.a., Center for Bygningsbevaring

Yderligere oplysninger

Kulturstyrelsen
H. C. Andersens Boulevard 2
1553 København V
Telefon: 33 73 33 73