

## Undersøgelse af kollaps: Butiksbygninger

SBi har vurderet om der er en fælles (byggeteknisk) problemstilling for tagkollapserne i mindre butiksbygninger, herunder kollaps i:

Spentrup - januar 2012, Fakta  
 Holbæk - 2014, Netto  
 Aulum - maj 2014, Rema 1000  
 Dronningmølle - april 2016, Netto

A.C. MEYERS VÆNGE 15  
 2450 KØBENHAVN SV  
 SBI.DK  
 CVR 29 10 23 84

+45 9940 2525  
 ERIK STEEN PEDERSEN  
 ESP@SBI.AAU.DK  
 JØRGEN NIELSEN  
 JNI@SBI.AAU.DK

DATO 30. 06. 2016  
 JOURNAL NR.:  
 2016-514-00002 MYN

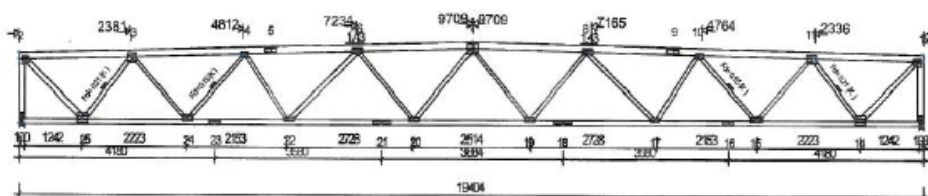
For hver bygning er observationer/skadesrapporter sammenholdt med det projektmateriale der umiddelbart foreligger.

For Netto-bygningen i Dronningmølle gælder at SBI har deltaget i udredningen af skaden og udarbejdet en særskilt rapport herom. For de øvrige bygninger baseres undersøgelsen kun på allerede foretagne skadesudredninger.

### Spentrup – Fakta

Vurderingen er baseret på en skadesredegørelse udarbejdet af Teknologisk Institut [1].

Butikken er en 20 m bred og 50 m lang rektangulær bygning i en etage med højden 5.5 m. Facade og gavle består af 3,6 m høje letbeton-elementer som udvendigt er forsynet med en ½-stens teglmur. Facaden bærer 1,74 m høje trægitterdragere som står med 1 meters afstand, se figur 1. Alle spærdele er 45 mm tykke.



Figur 1 Trægitterdrager med ca. 20 m spændvidde

### Kollapset skete uprovokeret.

Jf. skadesrapporten fra Teknologisk Institut [1] skyldes kollapset at spærhovedet ikke var fastholdt mod sideværts udknækning. Trægitterdragernes spærhoveder var forudsat fastholdt af en påsømmet tagskive af krydsfinér. Da pladerne spændte over flere spær og samlingerne blev forskudt, optræder spær hvorpå plader ikke stødes. I de tilfælde sås, at der ikke blev sømmet og de understående spær blev dermed ikke sikret mod udknækning af spærhovedet. Figur 2 viser et spær, som ikke er faldet ned, men er begyndt at blive ustabil.

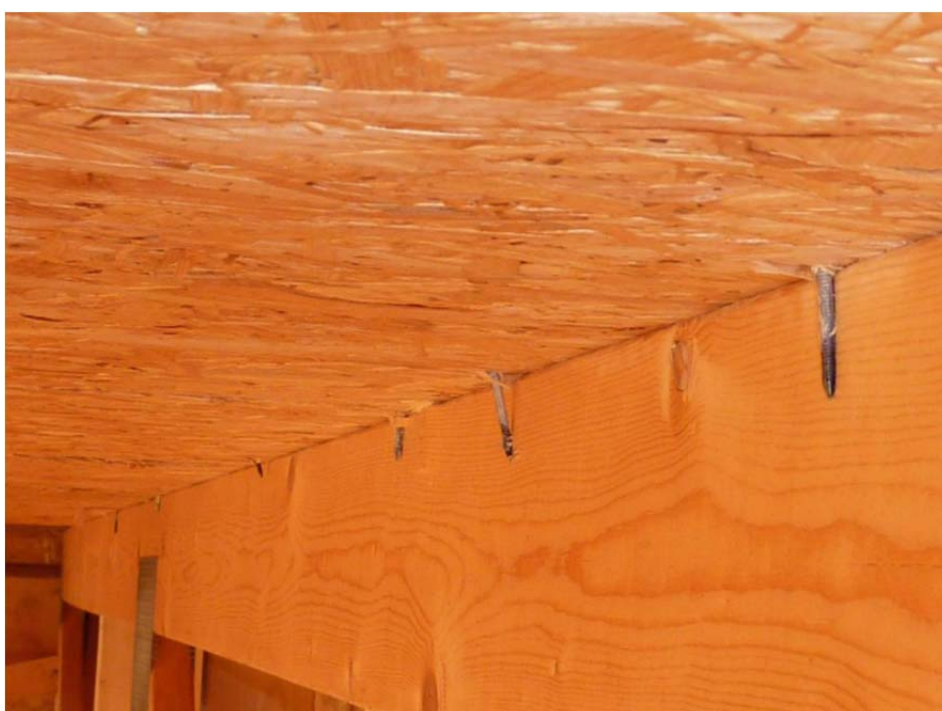
Der konstateredes også sømning ved siden af spærhoved. Dette skyldes at man ved sømning fra oversiden ikke kan se hvor spæret er positioneret under



tagskiven, med mindre det er optegnet på oversiden af pladen ved lægningen, se figur 3. Endvidere nævnes, at med en spærhovedbredde på 45 mm kan trænormens krav til mindsteafstande ikke overholdes.



Figur 2 Ustabil spærhoved pga. manglende sømning



Figur 3 Sømning ved siden af spærhoved

Diagonaler i gitterdragerne var heller ikke forsynet med nødvendig fastholdelse mod udknækning som foreskrevet af spærleverandøren.

Endvidere betegnes i brev [2], at arbejdsgrundlaget efter hvilket tagkonstruktionen skulle udføres, var yderst utilstrækkeligt, ligesom der ved bygningens overordnede stabilitetsforhold kunne være tale om fejlprojektering.

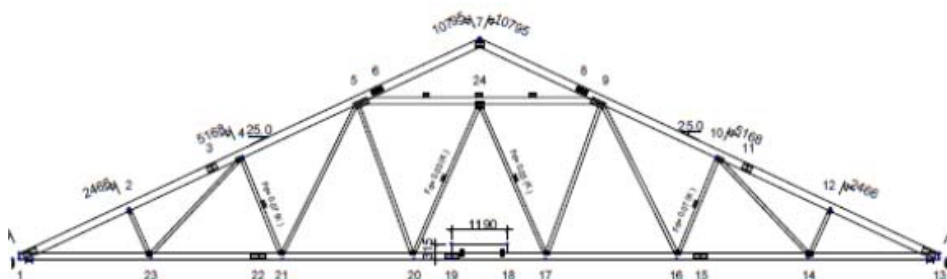
#### Holbæk Netto

Ifølge den udførende væltede en række spær under montagen på grund af stormvejr.

#### Aulum Rema1000

Vurderingen er baseret på skadesredegørelser udarbejdet af Teknologisk Institut [3] og Cowi [4].

Bygningen er en 32 m lang og 20 m bred rektangulær tilbygning i 1 etage, højde 8 m. Mod nord er taget afvalmet, mod syd er det bygget sammen med en ældre bygning med mindre bredde på ca. 13 m. Facader er murværk med stabiliserende stålsøjler. Facaderne bærer 4.7 m høje trægitterspær som står med 1 meters afstand, se figur 4. Alle spærdele er 45 mm tykke. Tagbeklædningen er teglsten.



Figur 4 Trægitter spær med ca. 20 meters spændvidde

Kollapset skete uprovokeret.

Det fremgår at der er anvendt en spærtype med løs (eftermonteret) top. I denne type spær skal hanebåndet afstives. Hanebåndene er afstivet med 3 langsgående afstivninger, se figur 5. Der er ikke etableret gitterdragere i hanebåndspærerne, som strengene kunne forankres til. Det fremgår ikke af rapporterne om langsgående afstivninger er ført til fx stikspær i valmen eller til den eksisterende bygning. Det ses på figur 5 at strengene er stødt på samme hanebånd (uden overlap)..



Figur 5 3 langsgående afstivninger på udknækkede hanebånd (Aulum)

Et hanebånd var ikke sømmet til afstivningerne og dermed ikke fastholdt mod udknækning.

Det konkluderes i rapporterne at kollapset skyldes utilstrækkelig projektering og udførelse af afstivningerne.

Begge rapporter bemærker desuden at tagkonstruktionen i øvrigt er ringe afstivet overfor andre lastvirkninger end det som udløste kollapset, men at det aktuelle kollaps skyldtes de ringe afstivede hanebånd.

Der foreligger en princip-skitse af afstivninger fra spærfabrik. Denne redegør ikke for afstivning af hanebånd.

#### *Dronningmølle Netto*

SBi har udarbejdet en skadesrapport [5].

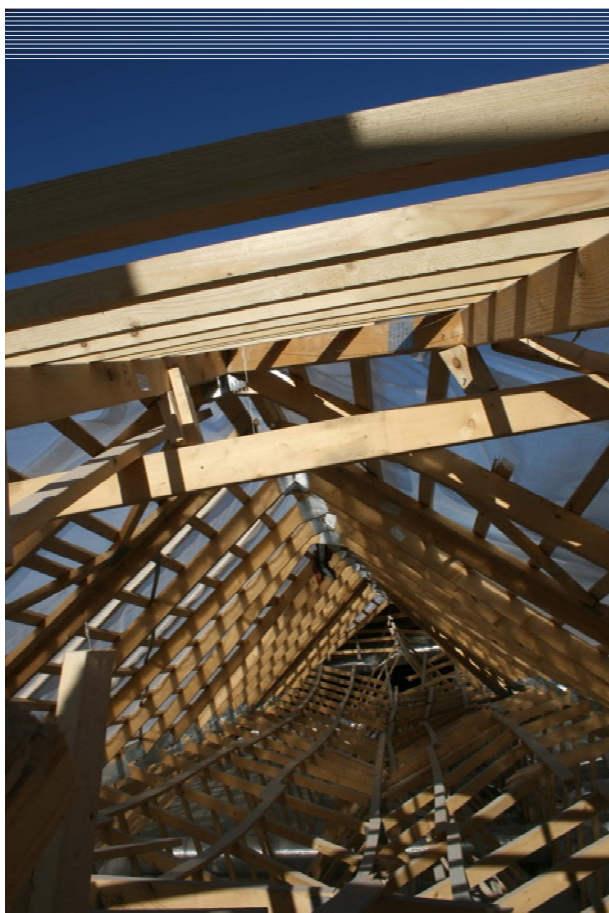
Kollapset skete uprovokeret.

Bygningen har et rektangulært grundareal på 43.2 m x 21.6 m. Den indvendige rumhøjde er 3,25 m og den udvendig højde til kip er ca. 8,4 m over terræn. Facader og gavle er 150mm bagvægselementer, der skalmures. Indvendige skillevægge er udført som 120mm vægelementer.

Tagkonstruktionen består af træspær der spænder fra facade til facade med afvalmninger ved gavlene. Taghældningen er 25 grader. Alle spærdele er 45 mm

tykke, spæret har en spændvidde på ca. 22 meter og spærafstanden er 1 m. Som tagbeklædning er anvendt beton-tagsten.

Det fremgår at der er anvendt en spærtype med løs (eftermonteret) top. I denne type spær skal hanebåndet afstives. Hanebåndene er afstivet med 5 langsgående afstivningstrengene, se figur 6. Der er ikke etableret gitterdragere i hanebåndspærenes plan, som strengene kunne forankres til. Strengene er i stedet søgt forankret til stikspær i valmene med 1 eller 2 skruer i hver streg. Det ses på figur 6 at strengene i nogle tilfælde er stødt på samme hanebånd (uden overlap) med meget lav stivhed og styrke til følge. Endvidere er der sømmet meget tæt på hanebåndenes kanter.



Figur 6 5 langsgående afstivninger på udknækkede hanebånd (Dronningmølle)

Det vurderes at den slappe og svage afstivning af hanebåndene har ledt til kollapse.

Den dokumentation for afstivningen der foreligger i projekt materialet, er udformet til en spærtype uden løs top og kan ikke anvendes med den spærtype som er leveret og opstillet.



## Vurdering

Sagen fra Holbæk indgår ikke i den samlede bedømmelse da omstændighederne under byggeprocessen ikke ligger indenfor denne undersøgelses rammer.

For trekantspær leder et stort spænd til at spær udføres med en løs top af transporthensyn. Herved flyttes trykhovedet ned i hanebåndet som især ved lave taghældninger udsættes for store trykkræfter. På grund af uundgåelige imperfektioner (skævheder) i spærdelene og de store trykkræfter, er det essentielt at hanebåndene afstives mod udknækning.

Sagerne fra Aulum og Dronningmølle vurderes begge at skyldes mangelfuld afstivning af hanebånd. I ingen af tilfældene foreligger projektmateriale som beskriver hvordan afstivningerne skal udformes.

Der kommer ikke helstøbte projekter ud af sagerne i Aulum og Dronningmølle fordi der er uklare roller mellem rådgiver, spærleverandør og den udførende. Endvidere bliver der henvist til Træ 58 som ikke er gældende for denne type byggerier. For mindre byggerier er det givetvis praksis at tømreren udformer de nødvendige afstivninger iht. Træ 58, men for større bygninger er en egentlig dimensionering påkrævet. Denne dimensionering er ikke foretaget, hverken af rådgiver eller spærleverandør.

I sagen fra Spentrup er valgt en afstivningsform af spærhovederne i gitterdragere, der er vanskelig at udføre korrekt.

Kollapsene i de vurderede sager skete uden anden påvirkning end egenlast. På grund af manglende afstivning har konstruktionsdele/samlinger, selv om de kun er påvirket af egenlast, været udsat for en høj utilsigtet lastvirkning, som efter nogen tid vil lede til krybnings-brud i træmaterialet.

Konstruktionerne besad dermed en sikkerhed som er langt fra det krævede. Det er sandsynligt at der i dag henstår en række lignende bygninger med en tilsvarende bæreevne, men som endnu ikke er krøbet til brud eller har været udsat for fx en snelast som kunne udløse et kollaps. Disse bygninger udgør en sikkerhedsrisiko.

## Konklusion/anbefaling

De vurderede konstruktioners størrelse og udformning gør, at der er behov for at udarbejde et særskilt afstivningsprojekt som en del af den sikkerhedsmæssige dokumentation. Det er ikke i disse sager tilstrækkeligt blot at henvise til fx Træ 58 [6]. Blandt andet kan bemærkes at brugen af 45 mm tykke spærelementer ikke bare fordrer at der sømmes med en vis omhu, men også at det må



overvejes om de pågældende samlinger har de nødvendige bæreevner med så små kantafstande.

Det er kendetegnende at der ikke er nogen der sikrer sig (føler ansvar for) at forudsætningerne for den sikkerhedsmæssige dokumentation er dækkende og er i overensstemmelse med det som bliver leveret og bygget.

Både spærleverandør og rådgiver må bidrage til udarbejdelsen af afstivningsprojektet. De dele af afstivningsprojektet, som vedrører kræfter som optages internt i tagkonstruktionen, kan forestås af spærleverandøren alene. Dette gælder fx afstivningen af hanebånd (som var kritiske i sagerne fra Aulum og Dronningmølle) og gitterstænger. Det vil være hensigtsmæssigt om der blev udarbejdet en vejledning om disse "lokale" afstivninger for store bygninger. De afstivninger som involverer samvirkning med resten af bygningen må udarbejdes af rådgiveren i samarbejde med spærfabrikken.

Det leverede og byggede må nøje kontrolleres af rådgiveren ift. den sikkerhedsmæssige dokumentation.

Det er en udbredt opfattelse at Træ 58 umiddelbart kan anvendes ved afstivning af bygninger med hanebånd når spændvidden er mere end 20 meter og taghældningen lav, fx 25 grader. Brugen af Træ 58 kan i de tilfælde lede til at afstivningen af hanebåndet helt mangler eller er mangelfuld.

I de undersøgte butikbygninger blev risikoen for personskade i nogen grad reduceret af, at spærene lagde sig ned på høje varereoler. Der er der dog også områder i butikkerne med lave kølediske. På overvågningsvideoer fra sagen i Dronningmølle ses at der går 5 sekunder fra personerne i butikken reagerer, til spærene rammer varereoler/kølediske. Spærtypen kan også tænkes at blive benyttet i bygninger med andre formål.

Det er sandsynligt at der i dag henstår bygninger med mangelfulde afstivninger, som i de undersøgte kollapsede bygninger. For de bygninger kan det blot være et spørgsmål om tid, for hvornår et kollaps udløses enten af krybningsbrud i træmaterialet eller af en forholdsvis beskeden lastpåvirkning udover egenlasten.

Der kan på den baggrund være behov for at opspore hvilke byggerier der har fået leveret denne spærtype, med løst top, med henblik på at kontrollere de faktiske afstivningsforhold. Opsporingen kan tage udgangspunkt i de tilfælde hvor spærfabrikker har leveret spær, uden at have bistået med udarbejdelse af afstivningsprojekt eller levering af komponenter hertil. For de sager kan det være relevant at bede bygherren om at dokumentere at afstivningerne er udført forskriftsmæssigt.



## Referencer

- [1] 462971 Besigtigelse af tagkonstruktion Fakta Spentrup, Teknologisk Institut
- [2] Brev fra Alm. Brand til bygningsejeren, dateret 12. jan. 2012, skadenr.: 1539 635
- [3] 604897 Besigtigelse af kollapsede tagkonstruktion Rema 1000, Teknologisk Institut
- [4] REMA 1000, Kirkegade Aulum, Kollaps af tag, projektnr. A059607, Cowi
- [5] Kollaps af butikbygning i Dronningmølle, SBI-Rapport, 2016
- [6] Træ 58, Træspær 2, Træinformation, 2009