



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Aalborg Universitet

Kollaps af butikbygning i Dronningmølle

Undersøgelsesrapport

Pedersen, Erik Steen; Nielsen, Jørgen

Publication date:
2016

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Pedersen, E. S., & Nielsen, J. (2016). *Kollaps af butikbygning i Dronningmølle: Undersøgelsesrapport*. (1. udgave udg.) SBI Forlag. SBI Nr. 2016:19

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

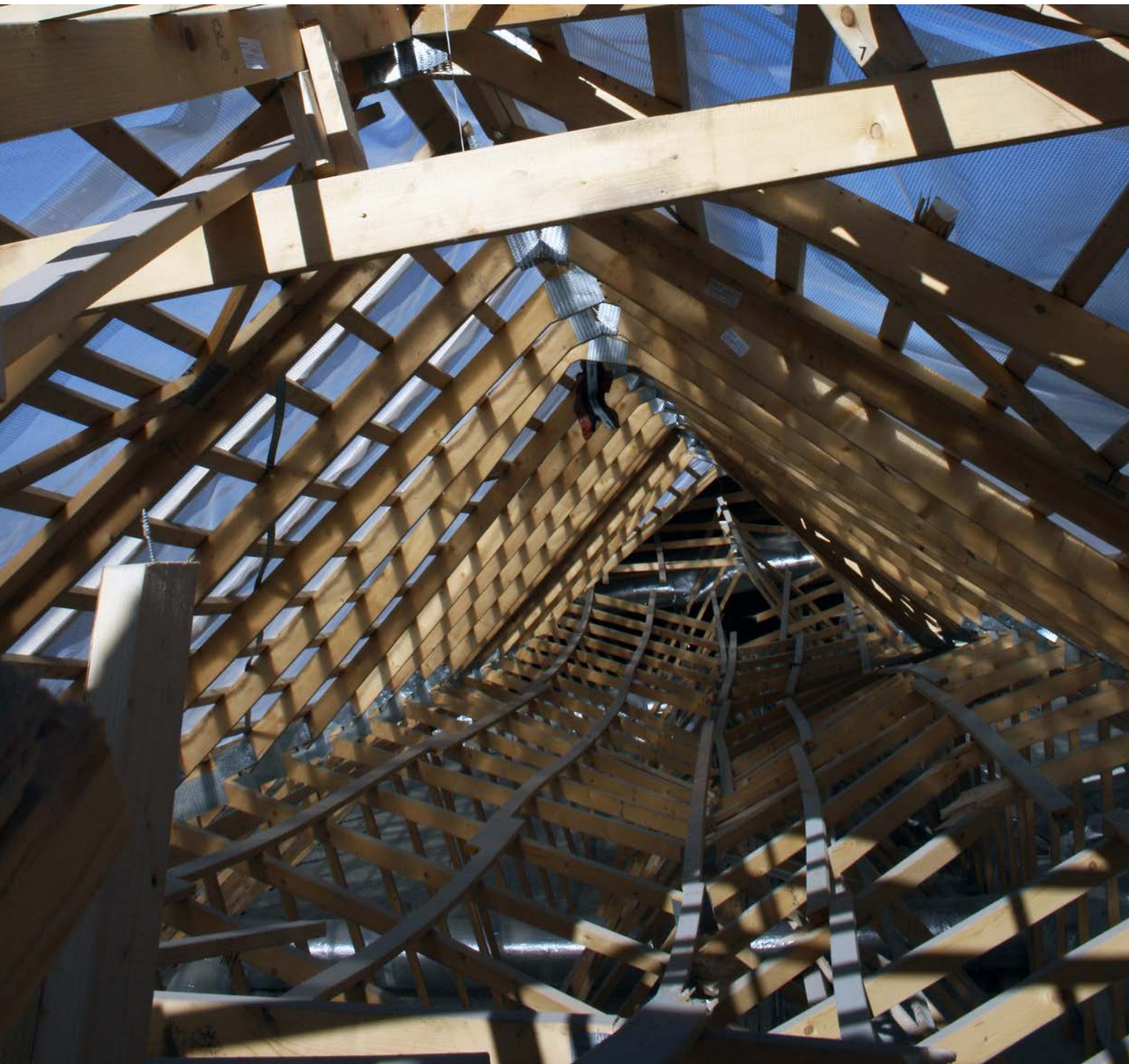


STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
AALBORG UNIVERSITET KØBENHAVN

KOLLAPS AF BUTIKSBYGNING I DRONNINGMØLLE

UNDERSØGELSESRAPPORT

SBI 2016:19



Kollaps af butiksbygning i Dronningmølle

Undersøgelsesrapport

Erik Steen Pedersen
Jørgen Nielsen

Titel	Kollaps af butiksbygning i Dronningmølle
Undertitel	Undersøgelsesrapport
Serietitel	SBi 2016:19
Udgave	1. udgave
Udgivelsesår	2016
Forfatter	Erik Steen Pedersen, Jørgen Nielsen
Sprog	Dansk
Sidetæl	30
Litteratur- henvisninger	Side 23
Emneord	Tagkollaps, trægitterspær, afstivning af hanebånd
ISBN	978-87-563-1785-6
Fotos Omslag	SBi, Privatfoto, www.eksrabladet.dk (figur 4), Google Maps Butiksbygning (Foto: SBi)
Udgiver	Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet, A.C. Meyers Vænge 15, 2450 København SV E-post sbi@sbi.aau.dk www.sbi.dk

Der gøres opmærksom på, at denne publikation er omfattet af ophavsretsloven.

Indhold

Forord	4
Bygningskonstruktionen	5
Anvendelse	5
Opbygning og materialer	5
Beliggenhed	6
Hændelsen	7
Observationer under kollapset	8
Observationer forud for kollapset	8
Observationer efter kollapset	8
Vejrsituationen	16
Projektmateriale	17
Analyse af kollapset	19
Vurdering af den aktuelle belastning på spærene	19
Konstruktionens virkemåde	19
Vurdering af konstruktionens aktuelle bæreevne	20
Vurdering af dokumentationen og den udførte konstruktion	21
Konklusion	22
Referencer	23
Bilag A, Projektmateriale	24

Forord

En butiksbygning var d. 2. april, 2016, kl. 16.51, udsat for et tagkollaps. Butiksbygningen er beliggende på Dr. Mølle Strandvej 556-558, 3120 Dronningmølle. Da tagkonstruktionen kollapsede, var der både ansatte og handlende i butikken.

Denne rapport redegør for undersøgelser af tagkonstruktionen, kollapset og dets mulige årsager.

SBi har foretaget en analyse af kollapset med henblik på at afdække årsagen hertil. Denne analyse søger så realistisk som muligt at vurdere de belastninger og modstandsevner, der har haft betydning for kollapset. Analysen må ikke forveksles med en egentlig sikkerhedsmæssig vurdering.

Rapporten er udarbejdet af Statens Byggeforskningsinstitut (SBI) efter aftale med Trafik- og Byggestyrelsen.

Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet København
Byggeri og Proces
Maj 2016

Niels Haldor Bertelsen
Konstitueret forskningschef



Figur 1. Butiksbygning, Dr. Mølle Strandvej 556-558, 3120 Dronningmølle. Foto: SBI.

Bygningskonstruktionen

Anvendelse

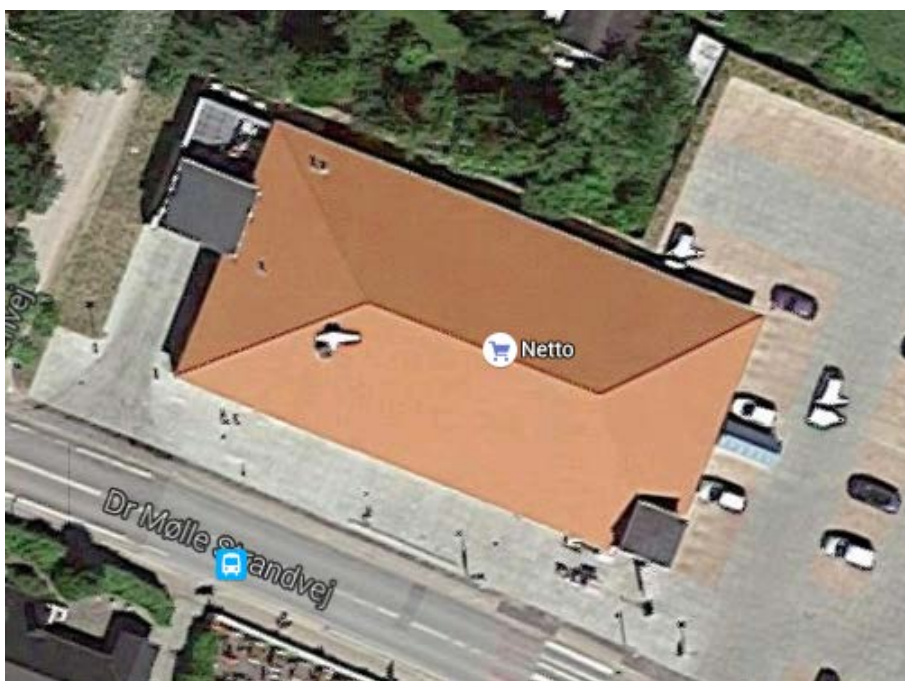
Bygningen anvendes som butik og indeholder butiksområde, lagerområder, kontor, kantine og personalefaciliteter.

Opbygning og materialer

Bygningen har et rektangulært grundareal på 43.2 m x 21.6 m. Den indvendige rumhøjde er 3,25 m, og den udvendige højde til kip er ca. 8,4 m over terræn.

I bygningens sydøstlige hjørne er etableret et indgangstårn. Ved den vestlige gavl er en separat overdækning ifm. vareindlevering.

Se bilag A for projektmateriale.



Figur 2. Tagflader. Luffoto: Google Maps.

Tagkonstruktionen består af træspær der spænder fra facade til facade med afvalmninger ved gavlene. Taghældningen er 25 grader. Alle spærdele er 45 mm tykke og spæret har en spændvidde på ca. 22 meter og spærafstanden er 1 m. Spæret er opbygget med et hanebånd som vist på figur 25. Som tagbeklædning er anvendt beton-tagsten.

På underside af spærfod er etableret en stabiliserende loftsskive af OSB-plade.

Facader og gavle er 150 mm bagvægselementer (beton eller letklinkerbeton), der skalmures. Indvendige skille vægge er udført som 120 mm vægselementer (letklinkerbeton).

Bygningen er direkte funderet på sribefundamenter under bærende vægge.

Indgangstårnet er udført i stål med træspær.

Overdækningen ved vareindleveringen er en separat stålkonstruktion.

Beliggenhed

Bygningen er beliggende 230 m fra Nordkysten i retningen SSV.

Bygningen længdeakse er orienteret i VNV-ØSØ-lig retning.

Bygningen er delvist omkranset af et parkeringsareal. De omkringliggende bygninger er lav bebyggelse med 1-2 etager.



Figur 3. Beliggenhed. Luffoto: Google Maps.

Hændelsen

Tagkonstruktionen svigter mellem de afvalmede tagflader og kommer til at hvile på varereoler, kølediske etc., se figur 1, 4 og 5.



Figur 4. Butiksinteriør umiddelbart efter kollapset. Foto: Privat foto. (Ekstra Bladet, 2016).



Figur 5. Butiksinteriør, hvor spæret ligger på køledisken, 18 dage efter kollapset. Foto:SBI.

Observationer under kollapset

En medarbejder, som stod midt i bygningen, troede at bygningen blev påkørt ved vareindleveringen. Det lød som om nogen gik på taget/loftet. Der hørtes en "længevarende buldren som efterhånden lød højere og hurtigere...". Han oplevede det som, at væggene blev suget op, da loftet faldt ned. Han stod ved de lave kølediske midt i butikken og søgte ud til facaden, hvor der var mere "ståhøjde".

Kunder har hørt en knagen, som om nogen gik på loftet, hvorefter der lød et brag og så faldt loftet ned.

Overvågningsvideoer viser, at loftet i de overvågede områder bevæger sig nedad samtidigt. Bevægelsen varer ca. 15 sekunder.

Observationer forud for kollapset

Der er ikke rapporteret nogen hændelser forud for kollapset.

Observationer efter kollapset

Besigtigelse 6. april 2016:

Af sikkerhedsmæssige årsager blev bygningen kun besigtiget udefra.

Spærene er sunket ned med brudlinier i tagfladerne til følge.

Tagstenene ligger generelt meget velordnet, hvilket indikerer, at konstruktionen er kollapset som et hele. Den største udbøjning og uorden i tagstenene, ses i et område nær den vestlige afvalmning, se figur 6 og 7.



Figur 6. Nordvendt tagflade. Foto: SBI.



Figur 7. Sydvendt tagflade. Foto: SBI.

I den østvendte tagflade ses en længdeafstivning af hanebånd gennembrudte tagfladen, se figur 8.



Figur 8. Østvendt tagflade gennembrudt af afstivning. Foto: SBI.

Facaderne er hverken skubbet ud eller trukket ind.

Besigtigelse 14. april 2016:

Tagstenene er fjernet i den sydlige tagflade mellem normalspær 3 og 7 (regnet fra vest). Det kan nu konstateres, at hanebåndene er knækket ud til samme side (øst), se figur 9. Hanebåndene er knækket ved bygningens midterlinie.



Figur 9. Udknækkede hanebånd. Foto: SBI.

Hanebåndene er afstivet med 5 lægter som vist på spæropstalten, figur 25.

Afstivningerne er stødt på samme hanebånd, se figur 10. Upræcis sømning ses på figur 11.

Tagfladerne har sat sig siden besigtigelsen d. 6. april.

Besigtigelse 18. april 2016:

Tagstenene er fjernet i den nordlige tagflade mellem normalspær 1 og 6 (regnet fra vest). Desuden er tagstenene fjernet på de to første valmspær.

Hanebåndene er afstivet med 5 lægter som vist på spæropstalten.

Lægterne vurderes at være fastgjort til valmspær, som er forbundet til stikspær. Valmspæret op til første normalspær står i en bue ud mod det kollapsede område.

I området mellem 1. og 6. normalspær ses hanebåndene at være knækket vandret ud i østlig retning. Ved 1. normalspær er hanebåndet knækket i det nordlige fjerdedelspunkt, mens det ved de øvrige spær er knækket ved bygningens midterlinie.

Afstivningernes forbindelser til hanebåndene ses at være brudte i samlinger som er udformet som stød på samme hanebånd, figur 12 og 13 (zoom af figur 12).

Figur 14 viser sømning for tæt på kant.



Figur 10. Brud i stød i afstivning på hanebånd. Foto: SBI.



Figur 11. Sømning tæt på kant af hanebånd. Foto: SBI.



Figur 12. Brud i stød i afstivning på hanebånd. Pilene indikerer, hvor adskillelsen er sket. Foto: SBI.



Figur 13. Zoom af figur 12. Foto: SBI.



Figur 14. Sømning tæt på kant af hanebånd. Foto: SBI.

Besigtigelse d. 20. og 21. april 2016

Besigtigelse af normalspær og valmspær ved østlig ende af bygningen. På figur 15 ses det overordnede svigtbillede af området mellem de to valme. Det ses, at der er sket en samlet udknækning af hanebåndene i alle normalspær (gruppesvigt). Figur 16 viser, at spærhovederne i 1. og 2. valmspær er udsat for bøjningsbud, idet stykket mellem første og tredje længdeafstivning (regnet fra nord) er knækket ud i forbindelse med, at længdeafstivning nr. 2 er forskudt mod øst. Kræfterne fra denne afstivning er via valmspær nr. 2 forsøgt overført til en lægte, som ligger i den afvalmede tagflade, se figur 17. Langsgående afstivning nummer 1, 2 og 3 er fastgjort med 1 skrue til valmspæret, se figur 18. Den fjerde afstivning har 2 skruer. Lægterne, som ligger i den afvalmede tagflade, er fastgjort med 2 skruer til valmspæret, se figur 19.

Den større nedbøjning af den nordlige tagflade tæt ved den vestlige valm skyldes, at der her står lave kølediske, se figur 5.



Figur 15. Samlet udknækning af hanebånd. Foto: SBI.



Figur 16. Bøjningsbrud i valmspærs spærhoved. Foto: SBI.



Figur 17. Lægte i tagflade til forankring af langsgående afstivning. Foto: SBI.



Figur 18. Længdeafstivning med 1 skrue. Foto: SBI.



Figur 19. Lægte i afvalmet tagflade fastgjort med 2 skruer. Foto: SBI.

Besigtigelse d. 4. maj 2016

Tagkonstruktionen besigtiges indefra fra den vestlige valm. Det konstateres, at toppen af spæret er eftermonteret på pladsen, se figur 20 og figur 21. Hanebåndet er delt i 2 dele, men samlet på fabrik, se figur 23.

I spærfødderne er sømpladerne i stødene revet over, se figur 22.



Figur 20. Eftermontering af løs top over hanebånd. Foto: SBI.



Figur 21. Samling ved kip med fabriksmonteret sømbeslag. Foto: SBI.



Figur 22. Hanebåndet er delt ved bygningen midte. Foto: SBI.



Figur 23. Stød i spærfødder med overrevne sømplader. Foto: SBI.

Vejrsituationen

Fra DMI-målestationen på Nakkehoved Fyr (3 km fra åstedet) er i den relevante ugerapport rapporteret et maksimalt vindstød på 14.9 m/s. Der er ikke rapporteret om sne eller øvrig nedbør i usædvanlige mængder.

Under en snestorm d. 22. november 2015, oplevedes ikke meget sne og kun i kort tid, jf. beboer fra det nærliggende Gilleleje.

I uge 48 2015 måltes et maksimalt vindstød på 30.9 m/s (stormen Gorm).

Projektmateriale

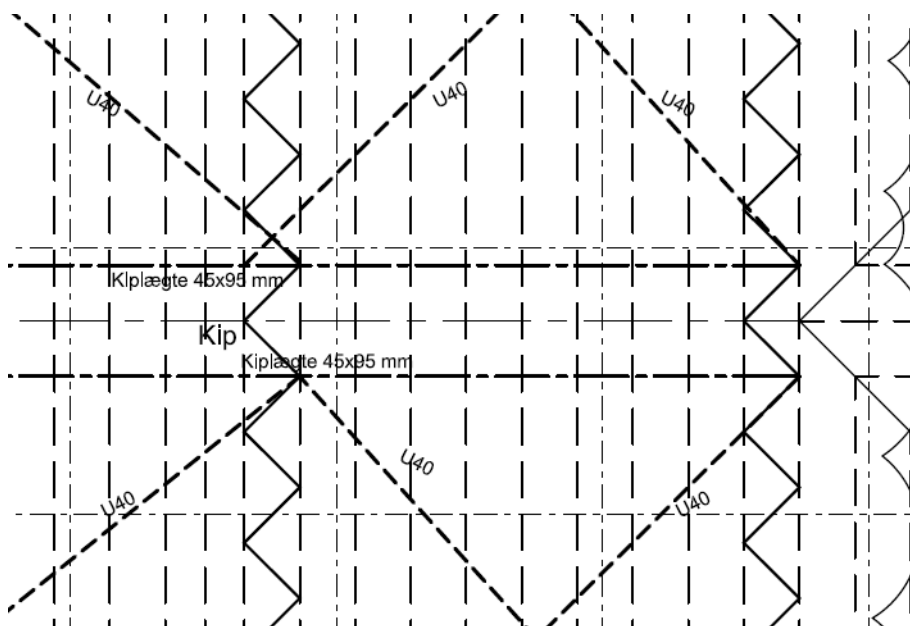
SBi har modtaget et projektmateriale fra bygherren. De dele af projektmateriale, som er vurderet relevante i forhold til det aktuelle tagkollaps, er bilagt nærværende rapport.

Der foreligger statiske beregninger for bygningen. Det rådgivende ingeniørfirma har udformet et afstivningsprojekt af tagkonstruktionen. Afstivningsprojektet er udformet svarende til et almindeligt trekantspær. Af rådgiverens tegningsmateriale fremgår at spærafstivningen foretages i henhold til Træ 58 (Træinformation, 2009). Vejledningen er dog ikke gældende for så store spændvidder som den aktuelle.

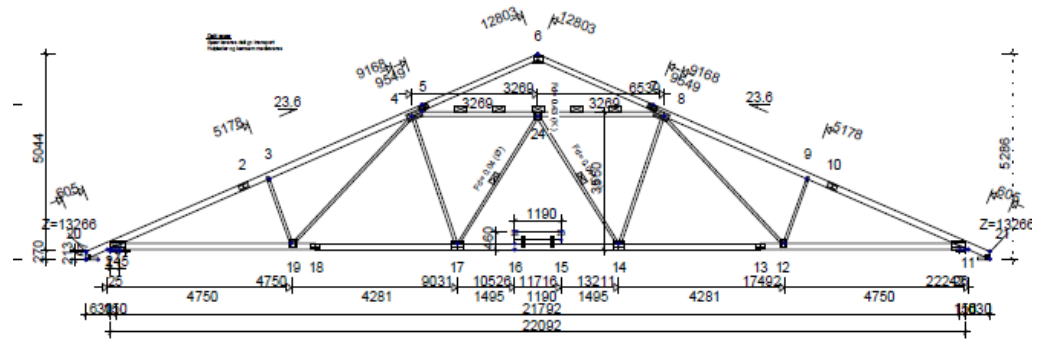
Beregningerne af spærene er udført af spærleverandøren. I beregningerne er spærene forudsat udformet med et vandret trykhoved (hanebånd) og løs top. På spærplan fra spærleverandør er vist gitterbjælker, men ingen vejledning om afstivning af hanebåndene. På spæropstalt er vist langsgående afstivninger af hanebåndene. I spærleverandørens dokumentation henvises til vejledningen Træ 58. Denne er dog ikke gældende for den aktuelle spærtype, dels pga. spændvidden og dels pga. taghældningen for hanebåndsspær.

Disse projektmaterialer er gengivet i bilag A

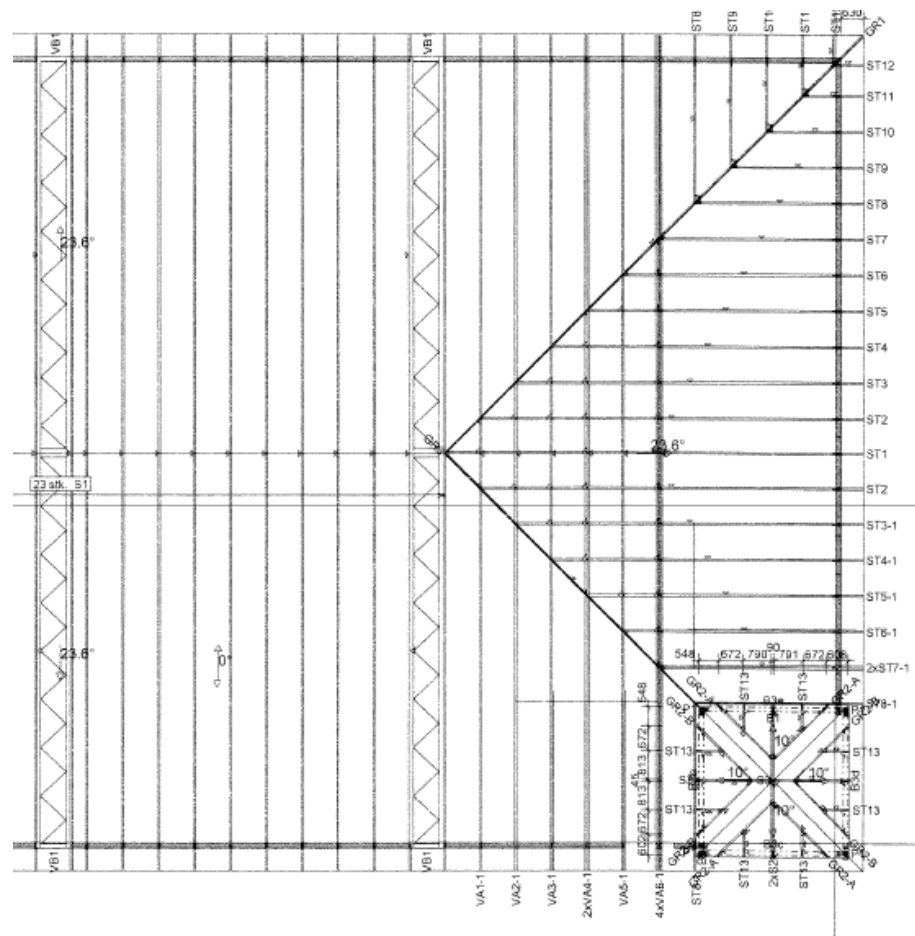
Der er altså inkonsistens i projektmateriale for så vidt angår langsgående afstivninger af trykhoveder. På spærplanen fra rådgiver, se figur 24, er vist 2 afstivninger ved kip, mens spæropstalten fra spærleverandør i figur 25, viser 5 afstivninger af hanebånd under kip. Figur 26 viser spærleverandørens spærplan. Ingen steder beskrives afstivningernes udformning herunder fastgørelser.



Figur 24. Angivelse af kun 2 kiplægter til længdefastgørelse fra rådgivers projektmateriale.



Figur 25. Spær med 5 længde-afstivninger af hanebånd fra spærleverandør.



Figur 26. Spærplan med gitterbjælker fra spærleverandør.

Analyse af kollapset

Vurdering af den aktuelle belastning på spærene

Med den observerede svigform er det kun relevant at vurdere de nedadrettede laste.

Tagkonstruktionen er vurderet til aktuelt at være udsat for en permanent last fra egenvægt af tagsten, spær, lægter, isolering og lofts konstruktion på 1.08 kN/m^2 .

Vindhastigheden målt i 10 meters højde vurderes at være repræsentativ for den aktuelle konstruktion. Med det målte maksimale vindstød har konstruktionen dermed i efteråret 2015, været udsat for ikke ubetydelige vindtryk. Disse har dog ikke været af en størrelse, som umiddelbart har ført til et kollaps.

Det målte vindstød på 30.9 m/s i november, kan for den aktuelle terræntype og tagudformning omsættes til en kortvarig belastning på 0.2 kN/m^2 . Den kortvarigt virkende vindlast er altså noget mindre end den permanente egenvægt.

Konstruktionens virkemåde

Toppen af spæret er eftermonteret på stedet af transport-mæssige hensyn. Med den valgte opbygning af spæret kommer trykhovedet til at ligge i hanebåndet.

Ud fra de givne permanente laste og spærenes geometri kan trykkraften i hanebåndet bestemmes til ca. 12 kN .

Ud fra hanebåndets tværsnitsgeometri og middel-elasticitetsmodul for den aktuelle trækvalitet kan Euler-lasten (ideel stabilitetslast) bestemmes til ca. 83 kN . Heri er forudsat at trykhovedet er fastholdt af 5 langsgående afstivninger som vist i figur 25 og at der ikke er indbyggede skævheder. Denne værdi er altså en teoretisk værdi, som er højere end den faktiske.

Det er afgørende for gitterspærrets bæreevne, at disse afstivninger er foretaget og udført med tilstrækkelig stivhed og styrke. Hvis stivheden er lav, vokser belastningen på afstivningen, og der er øget risiko for, at den svigter. Hvis én afstivning svigter, og søjlelængden derved regnes fordoblet, falder bæreevnen til ca. 21 kN , og der vil kun være en marginal bæreevnereserve til optagelse af vindbelastning eller sne. Hvis to afstivninger ved siden af hinanden svigter, reduceres bæreevnen til ca. 9 kN . Det er også afgørende for bæreevnen, at hanebåndet er tilstrækkeligt retlinet, når det fikseres af afstivningerne. Hanebånd, som ikke er tilstrækkeligt retlinede, vil øge belastningen på afstivningerne, hvilket medfører øget risiko for svigt i afstivningerne og dermed svigt i hanebåndet.

Vurdering af konstruktionens aktuelle bæreevne

Vurderingen omfatter kun forhold, som er relevante for kollapset.

I de langsgående afstivninger er der konstateret flere samlinger med meget lav bæreevne og mangel på stivhed. Endvidere er konstateret, at de langsgående forankringer til valmkonstruktionen i den østlige ende, ligeledes er svage og slappe.

Kræfterne i de 5 langsgående afstivninger afhænger af de skævheder, som er indbygget i spærene og i oplægningen af disse. Det har ikke været muligt efter kollapset at observere, hvor store skævheder, der har været indbygget i hanebåndene. Summen af kræfterne i afstivningerne skal overføres til den øvrige konstruktion gennem valmkonstruktionerne ved enderne af bygningen. Når afstivningerne er fastgjort i begge ender af bygningen, kan konstruktionen "overleve", at én samling er inaktiv (lav styrke/lav stivhed), men fastholdelseskraften i den anden ende øges. Hvis der optræder to svage led i samme afstivnings-"streng", bliver spærene derimellem ustabile selv ved lav belastning. Når den første forbindelse brydes, øges kræfterne andre steder, og flere forbindelser brydes, indtil en mekanisme er skabt (gruppesvigt).

Kombinationen af de skævheder, der har været indbygget i denne konstruktion og afstivningernes stivhed og styrke, har resulteret i, at der er sket trækbrud i vestlige langsgående afstivninger og bøjningsbrud i østlige valmspær forårsaget af tryk i langsgående afstivninger. Bøjningsbruddet er sket, fordi kræfterne i afstivningen ikke er ført videre til stikspærene pga. mangelfuld afstivning/fastgørelse. Det kan ikke afgøres, om der først er sket et trækbrud i de mangelfuldt udførte samlinger i afstivningsstrengene, eller om der først er sket et bøjningsbrud i et valmspær pga. ringe forbindelser til stikspærene, men i begge tilfælde bliver alle de mellemliggende spærs trykhoveder (hanebånd) ustabile og knækker ud i samme retning (gruppesvigtet)

Når hanebåndene bliver ustabile flytter trykhovedet op i spærhovedet, som udgøres af den eftermonterede top og umiddelbart efter fås brud i de samlinger, hvor toppen er monteret og ved kip, se figur 20 og 21. Dette fremgår af brudlinierne i tagfladen som vist på figur 1. Efter brud i spærhovedet kan lasten kun optages ved bøjning i spærfoden, og i dennes stød sker umiddelbart derefter bøjningsbrud (figur 23), som bevirker at spærene synker ned på varereolerne. Trækbrud i stødene i spærfødderne bevirker, at facaderne ikke vælter ind i bygningen.

Den her beskrevne brudform stemmer med observationer under kollapset. Oplevelsen af den forudgående "...længerevarende buldren.." og "... knagen, som om nogen gik på loftet..." tolkes som brud i forbindelser i tværafstivningerne og udknækning af hanebånd. Umiddelbart derefter falder spærene ned på grund af brud i spærtoppens samlingsmidler.

Tagkollapset sker først knap et år efter bygningen er taget i brug. Dette kan forklares ved, at der er en marginal bæreevne-reserve til optagelse af andet end permanent last. Ved snefaldet og stormen i november 2015, kan vindtryk/sne have fået et mangelfuldt afstivet hanebånd til at bøje ud, uden der er udviklet en egentligt svigtmekanisme. Ved udbøjningen introduceres bøjningsspændinger i hanebåndet. Dette øger spændingsniveauet betragteligt, og den permanente belastning bevirker, at træmaterialet kryber. Over tid vil udbøjningen vokse og øge belastningen på afstivningerne og til sidst overskrides træets eller samlingsmidlernes brudstyrke. Den permanente last på konstruktionen anses således for at have været så høj i forhold til langtidsstyrken, at det kun har været et spørgsmål om tid, før end en marginal eks-

tralast har udløst kollapse. På dagen for kollapse kan den latente kollapssituation være udløst af et tilfældigt, og i selv harmløst, vindstød.

Vurdering af dokumentationen og den udførte konstruktion

Vurderingen er baseret på de dele af projekteringsmaterialet, som er gengivet i Bilag A. I følge bygherren foreligger der ikke yderligere projekteringsmateriale vedr. dokumentation og udformning af tagkonstruktionen.

Rådgivers tegninger beskriver en afstivningsform, som knytter sig til et spær, hvor trykhovedet ligger i tagfladen.

Spærleverandøren har leveret et spær med løs top, hvor trykhovedet ligger i hanebåndet.

Når trykhovedet ligger i spærhovedet afstives dette af lægterne i tagfladen og af kipbjælker. Både lægter og kipbjælker forankres i gitterbjælker, som ligger på tværs af bygningen mellem spærhovederne.

Trykhovedet i den leverede spærtype er beliggende i hanebåndene og er dermed ikke fastholdt af lægter i tagfladen og af kipbjælker. Det er derfor essentielt, at der etableres en separat afstivning af hanebåndet. Dette forhold, som omfatter bæreevne og stivhed af afstivningen af trykhovedet, og dens lastoverførsel til den øvrige konstruktion, er ikke dokumenteret, hverken i beregninger eller tegninger.

Både rådgiver og spærleverandør henviser i projektmaterialet til brug af Træ 58 (Træinformation, 2009). Hverken den spærtype som rådgiver har forudsat eller den spærtype som er blevet leveret er omfattet af Træ 58.

Der burde etableres hanebåndsgitre ved gitterbjælkerne, som via hanebåndsplanker og langsgående afstivninger kunne hindre hanebåndene mod udknækning.

Ved opstilling af hanebåndsspær skal, i lighed med spær-hoved og -fod, sikres at hanebåndet står tilstrækkeligt retlinet. Det forhold, at hanebåndet er i to dele, giver mulighed for store skævheder.

Den udførende har udført 5 langsgående afstivnings-strenger mellem den østlige og vestlige valmkonstruktion. Afstivnings-strengene forbindes ikke til gitterbjælkerne, da disse ligger i tagfladernes planer, som ikke er sammenfaldende med hanebåndenes plan. Både stød, befæstigelse til hanebånd og forankringer ved valmkonstruktionerne er af tvivlsom styrke og stivhed, og lever ikke op til de krav, der stilles til en sådan type afstivning, se figur 10-14 og 18-19.

Konklusion

Kollapset er sket under en lastpåvirkning, som er væsentlig mindre end den, som konstruktionen skulle være dimensioneret for.

Kollapset vurderes at være forårsaget af udknækning af et trykpåvirket hanebånd, som var utilstrækkeligt tværafstivet. På grund af imperfektion (skævheder) i kombination med slappe afstivninger har konstruktionen i en periode været i en latent svigttilstand, hvor krybning og den tidsafhængige styrkereduktion har gjort det til et spørgsmål om tid, hvornår kollapset ville indtræde. Svigtet er formentlig udløst af et, i normale sammenhænge, harmløst vindstød.

Ved tagkollapset er der sket svigt i alle normalspær (gruppesvigt). Det skyldes, at spærerne er forbundne gennem afstivninger på langs af bygningen. Som en konsekvens heraf svigter alle spær, når forankringen af tværafstivningen svigter.

Rådgiveren har i sin beskrivelse af afstivningsforhold forudsat, at der er tale om et spær med trykhovedet beliggende i spærhovedet.

Det af spærproducenten leverede spær er udformet, så trykhovedet ligger i hanebåndet. Herved bliver der behov et andet afstivningssystem end det der er udarbejdet af rådgiveren.

I projektmaterialet refererer både rådgiveren og spærleverandøren til Træ 58 (Træinformation, 2009), men denne behandler ikke afstivningsforhold for den anvendte spærtypes hanebånd.

For det anvendte spær, hvor hanebåndet virker som trykhoved, er dermed ikke dokumenteret, hvordan afstivningen skal indrettes, herunder hvordan kræfterne optages af den øvrige konstruktion.

Der har dermed heller ikke foreligget et konsistent projektmateriale som arbejdsgrundlag for udførelse af tagkonstruktionen.

Referencer

Ekstra Bladet. (2016). Foto fra artikel: *Tag styrtet sammen i Netto: - Folk væltede ud af butikken*. Lokaliseret 2. april 2016 på:
<http://ekstrabladet.dk/112/tag-styrtet-sammen-i-netto-folk-vaeltede-ud-af-butikken/6020056>.

Træinformation. (2009). *Træspær 2* (Træ 58). Kgs. Lyngby.

Bilag A. Projektmateriale

Spærplan fra rådgiver

Spæropstalt fra spærleverandør

Vejledning og spærplan fra spærleverandør

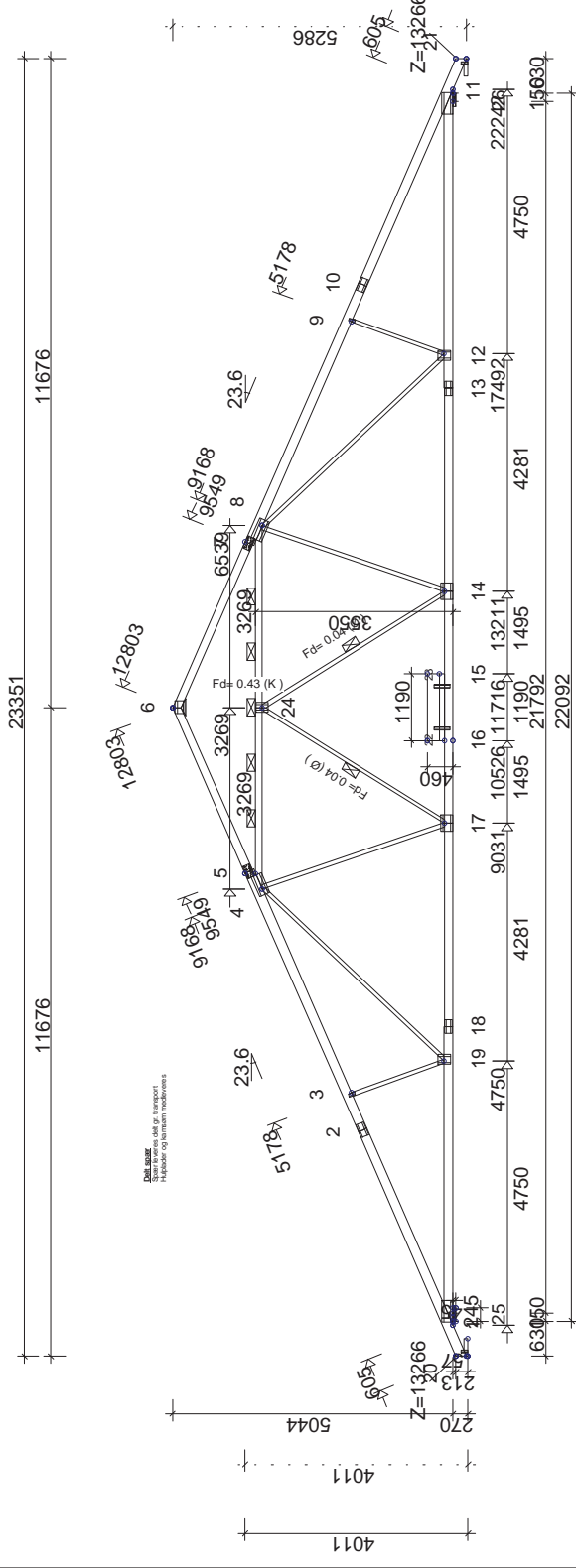
S1 - 23 stk.

- OBS! PILHØJDE MELLEMLER KNUDEPUNKT 1-11: 22.1 MM
- MARKERER AFSTIVET DIAGONAL
- Fd.[knj] = REGNINGSMÆSSIGE STABILISERENDE KRAFT

Vægt: 230 kg/stk

GENERELLE OPLYSNINGER

SPÆRET ER KONSTRUERET OG BEREGNET MED EDB-PROGRAMMET "TRUSSCON". LIC.NR.: 8296
 SNITKRÆFTER ER BEREGNET SVARENDE TIL 1.ORDENS DEFORMATIONSTEORI.
 TRÆNORM: EN 1995-1-1 + DS-NA + DS/INF 175:2009
 BEREGNINGSMETODE 2 iht. EN14250 pkt. 5.1
 TANDPLADER: EN-GODKENDELSE



MAX. LÆGTEAFSTAND 400 mm.

BEREGNINGSFORUDSÆTNINGER:

TRÆTYKKELSER: (mm) 45
 SPÆRAFSTAND c/c (mm): 1000
 ANVENDELSESKLASSE (1=I, 2=IU, 3=U): 2
 KONSEKVENSKLASSE (1=CC1, 2=CC2, 3=CC3): 2
 BRAND - KLASSE: D-s2, d0 (Ikke brandimprægneret)
 SPÆRFABRIKKEN OVERVÅGES AF
 PRODUKTCERTIFIKAT 0527-CPD-2309

BELASTNINGER (N/m²):

SNELAST (GRUNDVÆRDI): 1000
 VINDLAST UD / INDV (GRUNDVÆRDI): 860 / 860
 NYTTE LAST: NR 1 500

EGENLASTE: SE TRÆTABEL.

ØVRIGE LASTE: SE BEREGNINGSDOKUMENTATION.

VEDERLAGSREAKTIONER BRUDGR. (N):

NR	RETN.	LKP MAX	LKM MAX	LKK MAX	LKØ MAX	LKØ MIN	V-BR MM
1	Horiz	0	0	0	4735	0	
1	Vert	17704	15200	28996	22054	613	116 #
11	Vert	17704	15200	28996	22054	613	116 #

#) OBS! VEDERLAGSAREAL FORSTÆRKT MED PLADE

MAX DEFORMATION FOR KARR. LAST (mm):

KNUDE NR	VERT.	HORIZ.	LK NR.
15-16	48.5	6.2	27
17-18	47.3	3.8	27
26	-2.2	16.4	27

FOR DEFORMATION I FLERE PUNKTER: SE BER. UDSKRIFT

Netto
 Dr. Mølle Strandvej 556
 3120 Dronningmølle
 Sagsbe: JHA



TEGNET KONSTR. AF
JHA-30214394
 GODK
 ORDRE NR.
 21785-1

VERSION: 2015 SR1
 TID: 12.53
 den 20.02.2015

TYPE
 TEGNINGS NR.
 SKALA 1:135 (A4)
 REG.

TOLERANCE FOR FORBINDELSEMIDLET: 10 mm

TANDPLADER - STØDSAMLING:			
KNUDE NR	PLADE-TYPE	BREDE LÆNGDE mm	UDN %
2	MITOPW	144 250	87
5	BMF1.5	140 240	49
7	BMF1.5	140 240	48
10	MITOPW	144 250	87
13	MITOPW	144 250	66
18	MITOPW	144 250	66

TANDPLADER: EXCL. STØDSAMLING

KNUDE NR	PLADE-TYPE	BREDE LÆNGDE mm	UDN %
1	GNT150S	202 392	97
3	GNT100S	55 119	76
4	GNT150S	202 392	78
6	GNT100S	178 218	66
8	GNT150S	202 392	78
9	GNT100S	55 119	76
11	GNT150S	202 392	97
12	GNT100S	178 218	69
14	GNT100S	206 298	90
17	GNT100S	206 298	89
19	GNT100S	178 218	68
20	GNT100S	55 119	73
21	GNT100S	55 119	73
22	GNT100S	178 218	278
24	GNT100S	55 278	92
23	GNT100S	55 278	

TRÆ:

TRÆ-DEL	TYKKELSE 45 mm	HØJDE mm	KVAL.	AFSTIVN. mm/stk.	LAST N/m²	UDN %
2-20	170	450	C24	400	450	100
2-5	170	450	C24	400	450	98
5-9	145	450	C24	400	450	67
6-7	170	450	C24	400	450	100
7-10	170	450	C24	400	450	100
10-21	170	690	C24	600	690	93
11-13	145	690	C24	600	690	97
13-14	145	690	C24	600	690	93
14-17	120	690	C24	600	690	92
16-18	120	690	C24	600	690	92
18-24	120	690	C24	1000	690	92
8-24	120	690	C24	1000	690	92
20-25	70	150	C24	300	150	92
21-26	70	150	C24	300	150	92
4-17	70	Nej	C24	Nej	20	20
8-14	70	Nej	C24	Nej	20	20
14-24	70	1 sik	C24	1 sik	53	53
17-24	70	1 sik	C24	1 sik	53	53
3-19	70	Nej	C24	Nej	64	64
6-12	70	Nej	C24	Nej	64	64
4-16	70	Nej	C24	Nej	36	36
8-12	70	Nej	C24	Nej	36	36
Kile 6	95		C24			
16-13	220		C24			
22-23	220		C24			



Tillykke, du har netop modtaget spær fra WoodCon A/S. Skulle leverancen mod forventning ikke leve op til dine forventninger er du velkommen til at kontakte **Jan Haughuus**, der er teknisk ansvarlig for netop din leverance.

Jan kan træffes på:

Tlf: 3021 4394

Mail: jha@woodcon.dk

Har du spørgsmål er du ligeledes velkommen til at kontakte os.

For håndtering, oplagring, opstilling mv. henviser vi til medleverede brugervejledning "Spær på byggepladsen", de medleverede spærtegninger samt TRÆ 58/TRÆSPÆR 2.

God fornøjelse.

Spær på byggepladsen

Ansvarsfordeling:

Den projekterende har ansvaret for:

- At fastlægge lasterne på spærkonstruktionerne til brug for spærproducentens dimensionering af træspærene
- At gennemse spærproducentens tegninger og beregningsforudsætninger for at opfange evt. misforståelser
- At beskrive spærenes og/eller spærtræets fastgørelse til den øvrige bygning
- At projekttere afstivninger, forankringer og stabilitet af tagkonstruktionen.

WoodCon A/S har ansvaret for:

- At spærenes dimensionering, fremstilling og produktionskontrol, herunder det nødvendige omfang af understøtninger, tværafstivninger af gittertænger og eventuelt hanebånd samt CE-mærkning
- WoodCon baserer dimensioneringen på lastoplysninger fra den projekterende.

Den udførende entreprenør har ansvaret for:

- At spærene opbevares forsvarligt på byggepladsen
- At spærene transporteres, hejses og monteres korrekt på bygningen.
- At spærkonstruktionen udføres som foreskrevet af den projekterende samt WoodCon, herunder at spærene er opstillet korrekt samt at forankringer og afstivninger er udført forsvarligt.

Modtagekontrol:

Modtageren af spærene bør straks kontrollere, at ordrenummeret på følgesedlen stemmer overens med spærenes mærkning, og at mængder og mål ligeledes stemmer. Ved modtagelsen skal det også kontrolleres, at spærene er fri for transportskader.

Oplagring af spær:

Er der behov for opbevaring af spærene i en periode på byggepladsen før rejsning på bygningen, skal spærene placeres på et ryddet og plant areal. Spærene skal placeres på solide strøer med max 2 meters afstand. Opklodset så spærene hæves min. 100 mm over jorden. Sammenbundtningens spændebånd skal straks herefter løsnes for at undgå skader ved eventuel opfugtning af spærene. Ved opbevaring udover 1 uge på byggepladsen, bør oplagring ske under tag eller ventileret presenning. Det forebygger risiko for skimmeldannelse og minimerer fugtbetingede deformationer.

Transport:

Tandpladespær er slanke og har ringe egenvægt. De er derfor lette at transportere og opstille manuelt. På grund af slankheden og samlingsmetoden, skal spærene altid transporteres på højkant for at undgå beskadigelser ved tværuddøjning.



Rejsning:

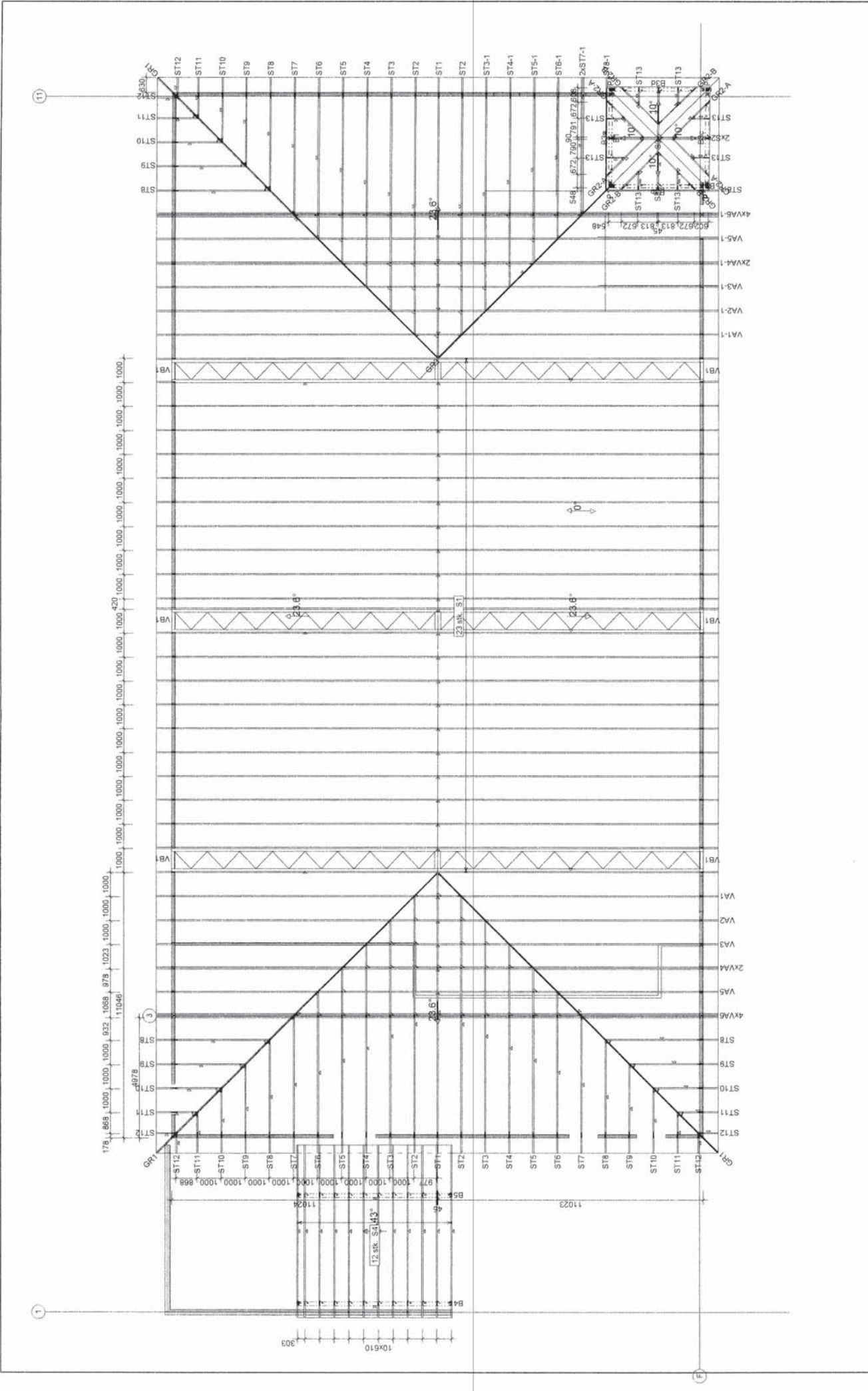
Ved ophejsning på bygningen med kran, skal fastgøres til spærhoveder. Ved mindre spær anvendes normalt én strop placeret i kip. Ved større spær anvendes normalt 2 stropper anbragt ved knudepunkter, symmetrisk om midten. Løftegrejet skal være udformet, så spærene kan hejses på plads uden beskadigelser på træ og tandplader. Spærene opstilles, så fabriksmærker sidder i samme side (undgå at endevende spær).


Placering:

Spærene understøttes inden for de "REM" markerede områder og evt. mellemunderstøtninger skal være etableret før rejsning. Da "REM"-markeringen ofte er bredere end den aktuelle rem kan markeringen ikke benyttes til nøddagtig placering af spærene så kip- og sternlinjer bliver rette. Første spær opstilles som regel i gavl. Inden spær slippes fra kran, skal spæret være sikret med tværafstivning så det er sikret mod kippe eller vælte. Fra spærets stern/spærhovedhjørne trækkes en snor til den anden gavllende, hvor snoren eller vælte. Fra spærets stern/spærhovedhjørne trækkes en snor til den anden gavllende, hvor snoren eller vælte. Fra spærets stern/spærhovedhjørne trækkes en snor til den anden gavllende, hvor snoren eller vælte. Fra spærets stern/spærhovedhjørne trækkes en snor til den anden gavllende, hvor snoren eller vælte. De fastgøres til en planke, som er opsat, så snoren sidder i et tilsvarende punkt eller til et andet gavlspær. De andre spær kan da opstilles nøjagtigt efter den udspændte snor. Spærenes placering i husets længderetning afmærkes på forhånd på remmene og og på en midlertidig styrelægte, som anbringes så højt oppe som muligt på spærenes overside. Inden afstivning udføres, skal spærene stå lodret (men må stå "højde/100 dog max 45 mm ude af lod). Spærhoved/spærfod må have en udbøjning på længde/500 dog max 45 mm. De skal derfor styres af en lægte ved kippen og mindst en lægte mellem rem og kip. Hvor gitterstænger og hanebånd er markeret "tværafstivet" skal de afstives jf. TRÆ 58. Hvis gitterstænger f.eks på grund af udtørring er blevet lidt krumme skal de rettes inden tværafstivning sømmes på.

Midlertidig samt endelig forankring og afstivning:

Spærene skal sikres, så de ikke vælter i opførelsesperioden. Se TRÆ58/TRÆSPÆR 2 vedr. afstivning eller kontakt den projekterende for beskrivelse af afstivningssystemet. Den midlertidige afstivning må først fjernes, når permanente forbindelser i bygningen, eller evt. i et bygningsafsnit er udført. Den endelige beregning og beskrivelse af afstivningen påhviler den projekterende ingeniør/tekniker. Se endvidere TRÆ58/TRÆSPÆR 2 for yderligere oplysninger.




 Netto:
 Dr. Mølle Strandvej 566
 3120 Dronningmølle
 Sagsbe: JHA

TEGNET: KONSTR. AF
 JHA-30214394
 GODK.:
 21785

11.05.2015
 TYPE

TEGNINGNR.:
 SKALA: 1:100
 REG.

Lørdag d. 2. april, 2016, kl. 16.51, kollapsede tagkonstruktionen på en butiksbygning i den nord-sjællandske by Dronningmølle, mens der var både ansatte og handlende i butikken.

I denne rapport har SBI foretaget en analyse af kollapset med henblik på at afdække årsagen. Analysen søger så realistisk som muligt at vurdere de belastninger og modstandsevner, der har haft betydning for kollapset.

Kollapset vurderes at være forårsaget af udknækning af et trykpåvirket hanebånd, som var utilstrækkeligt tværafstivet.

Rapporten er udarbejdet af Statens Byggeforskningsinstitut (SBI) efter aftale med Trafik- og Byggestyrelsen.

1. udgave, 2016
ISBN 978-87-563-1785-6