

2. semester byggepladsrapport

Bygningskonstruktøruddannelsen

Tagkonstruktioner



BH21 Gruppe 6

Jannik Ustrup (348840)

Ellen Christensen (349603)

Oliver Stitz (348762)

Via University College Horsens

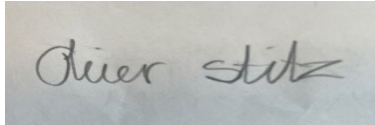
22/11-2024

Titelblad

Rapport titel:	Tagkonstruktioner
Report title:	Roof constructions
Forfatter(e) og studienummer:	Jannik Ustrup (348840) Ellen Christensen (349603) Oliver Stitz (348762)
Vejleder:	KEBR
Sideantal (a 2400 anslag):	12

Jeg (alle forfattere, hvis der er flere) bekræfter hermed, at projektet er udfærdiget uden uretmæssig hjælp (jfr. Bek. nr. 863 af 14/6- 2022 § 34)

dato og underskrift: 22/11/2024

Forord

På 2. semester har vi, som en del af vores uddannelse som bygningskonstruktør, fået til opgave at observere og kvalitetsvurdere en byggeplads, hvor deres elementer vedrører opførelse af et enfamiliehus.

Det enfamiliehus som vi har valgt, skal ligge til grund for vores observationer i forbindelse med vores opgave har til huse på adressen: Egil Fussings Vænge 11, 8700 Horsens - hvor projektering og udførelsen er opført af Hybel Huse.

Måden hvorpå vi har gjort vores observationer har været at besøge byggepladsen hver uge, så vi på den måde har kunnet følge de forskellige byggeprocesser og -stadier.

Vi har i processen valgt et fokusområde, hvorfra der er indsamlet div. dokumentationer. Fokusområdet er kraftoverførelser fra fundament til tagkonstruktionen og opbygningen af tagkonstruktionen.

Billederne som er taget på byggepladsen, har vi brugt som dokumentation for vores besøg og er taget af forfatterne til denne opgave. Vores dokumentation er blevet brugt til at sammenligne basis måde og teorien.

I forlængelse af den indsamlede dokumentation vil vi takke byggeleder Heine Andreasen fra Hybel Huse for hans hjælp med tegninger og materialer, derudover vil vi gerne takke de håndværkere, som har været på byggepladsen og som på alle måder har været behjælpelige i forhold til vores observationer og ikke mindst gode snakke omkring udførelsen af deres håndværk.

Abstract

This report explores the topic of roof constructions, and how to correctly secure them against wind, precipitation, and static movements. The focus is on roof underlayment, rafters, and the anchoring of rafters. The report is based on both theory and empirical evidence. The theories are based on law texts such as BR18, and guidelines and instructions from Træinformation and Anvisninger. The empirical evidence is collected from observations of a construction site in Horsens. Are these guidelines, as well as assembly guidelines from the manufacturer, not followed, it can have a significant impact on the final building. Wind, precipitation and static movements can cause damage or breaks to the structural materials of the roof, affecting the entire construction.

1 Indhold

2	Indledning.....	3
2.1	Problemformulering	3
2.2	Afgrænsning.....	3
2.3	Metode	3
3	Hvordan forankrer man en tagkonstruktion i et enfamiliehus?	4
3.1	Indledning:.....	4
3.2	Teori:.....	4
3.2.1	Dimensionering af trækforankring	5
3.3	Empiri fra Egil Fussings Vænge 11 8700 Horsens.	8
3.4	Analyse.....	10
3.5	Konklusion	11
4	Hvordan udføres et undertag, så tagkonstruktionen sikres mod fugtskader?.....	12
4.1	Teori	12
4.1.1	Valg af undertag.....	12
4.1.2	Projektering og udførelse af undertag af banevare.....	13
4.2	Empiri.....	14
4.3	Analyse.....	17
4.4	Delkonklusion	18
5	Hvordan løses kraftoverførende samlinger ved spærene og hvad er dens betydningen for stabiliteten?.....	19
5.1	Teori	19
5.1.1	Funktionskrav:	19
5.1.2	Gitterspær:.....	19
5.1.3	Afstivning og stabilitet:	20
5.1.4	Funktion af remmen:	21
5.2	Empiri:.....	21
5.3	Analyse:.....	24
5.4	Delkonklusion:	25
6	Konklusion	26
7	Bibliografi.....	27
8	Bilag	28

2 Indledning

Vi har valgt at skrive rapporten om tagkonstruktioner, da vi efter et besøg på byggepladsen følte, at det var det emne, der var mest at skrive om. Der er mange forskellige komponenter i en tagkonstruktion, og derfor er der mange steder, hvor det kan gå galt. For nogle i gruppen var det heller ikke noget vi havde arbejdet så meget med på første semester, og derfor var det en god mulighed for at få en stor forståelse for emnet.

2.1 Problemformulering

Hvordan kan en tagkonstruktion sikres, så den opfylder både funktionelle, sikkerhedsmæssige og klimatiske krav?

- Hvordan forankrer man en tagkonstruktion i et enfamiliehus?
- Hvordan udføres et undertag, så tagkonstruktionen sikres mod fugtskader?
- Hvordan løses kraftoverførende samlinger ved spærene og hvad er dens betydning for stabiliteten?

2.2 Afgrænsning

Afsnit 3:

Da afsnittet omhandler forankringer af tagkonstruktion, vil jeg ikke gå nærmere ind på konstruktionsmæssig korrekthed omkring stabilitet og forstærkninger i resten af bygningen.

Afsnit 4:

Jeg har i dette afsnit valgt at fokusere hovedsageligt på banevarer, og går derfor ikke i dybden med andre typer af undertage. Desuden er teorien og analysen afgrænset til kun at omhandle enfamiliehuse med taghældning.

Afsnit 5:

Jeg har i dette afsnit valgt at fokusere på gitterspær og fokusere derfor ikke på andre spærtyper. Der er sat stor fokus på vindtræksbånd deres placeringer og montering heraf.

2.3 Metode

I teoriafsnittet er der anvendt kilder, såsom lovtekster, SBI-anvisninger, og andre vejledninger og anvisninger, for at skabe grundlag for bearbejdning af problemformuleringen. Empirien er baseret på observationer foretaget på en byggeplads. Analyse er lavet ved at opholde de empiriske observationer mod det teoretiske grundlag.

Chat GPT er brugt til at formulere problemformuleringen, da vi havde svært ved selv at samle underspørgsmålene under et overordnet problem.

3 Hvordan forankrer man en tagkonstruktion i et enfamiliehus?

Forankring af tagkonstruktionen

Skrevet af Jannik Ustrup

3.1 Indledning:

I denne del af rapporten vil jeg prøve at forklare lidt om mulighederne for tagkonstruktion. Forankringer af tagkonstruktionen er et vigtigt og spændende emne, da stabilitetssvigt kan forvolde uhensigtsmæssige store skader.

Det er ofte et ikke gennemarbejdet projektgrundlag samt håndværksmæssigt mindre god udførelse, der ligger til grund for fejl i byggeriet. Derudover ses ofte i forbindelse med opførelsen af småhuse et utilstrækkeligt tilsyn på grund af begrænsede ressourcer.

Jeg vil på de følgende sider forsøge at redegøre for hvilken effekt det har at stabilisere og afstive samt, hvorfor man altid bør udføre montagevejledningen korrekt efter leverandørens anvisninger. Observationer til grund for denne opgave er lavet på Egil Fussings Vænge 11 8700 Horsens.

Byggepladsen er besøgt op til flere gange, hvor der er blevet taget billeder og blevet snakket med de forskellige håndværkere. Jeg vil i min opgave understøtte mine observationer ved at bruge billeder fra byggeplads besøg men også arbejdstegninger, som jeg har fået fremskaffet af "Hybelhuse". Mit fokusområde vil være forankringer fra fundament til tagkonstruktionen.

3.2 Teori:

Et hus er stabilt, når det kan videreføre de vandrette og opadrettede vindlaster samtidig med, at det kan optage de nedadrettede naturlaster og de laster, der stammer fra husets anvendelse og egenvægt. (Cornelius, 2015).

§344 Konstruktioner skal projekteres og udføres, så de kan modstå de normalt forekommende statiske og dynamiske påvirkninger i forhold til konstruktionens placering og anvendelse.

Stk. 2. Projektering og udførelse af konstruktioner skal ske i overensstemmelse med:

2) DS/EN 1991-1-1:2007 Densiteter, egenlast og nyttelast for bygninger med DS/EN 1991-1-1 DK NA.

4) DS/EN 1991-1-3:2007 Snelast med DS/EN 1991-1-3 DK NA.

5) DS/EN 1991-1-4:2007 Vindlast med DS/EN 1991-1-4 DK NA.

7) DS/EN 1991-1-6:2007 Last på konstruktioner under udførelse med DS/EN 1991-1-6 DK NA.

(Boligstyrelsen, u.d.)

En tagkonstruktion udsættes for sug og træk kræfter, og derfor er der behov for lodret forankring. Vindlaster beregnes efter terrænkategorier. Terrænkategorierne ligger fra 0- 4, hvor =0 Hav- eller kystområde, 1 =Søer eller fladt og vandret områder uden væsentlig vegetation, 2 =Områder med lav vegetationer som fx græs og enkelte forhindringer (træer, bygninger) 3 =Områder med regelmæssigt vegetation eller bebyggelse eller med enkeltvis forhindringer, 4 =Områder, hvor mindst 15 % af overfladen er dækket med bygninger, hvis gennemsnitshøjden er over 15 m. (Standard, 1991) Ud fra terrænkategorien, har jeg valgt at bruge kategori 3, da dette er et nybyg område, hvor bebyggelse samt områdenet har en meget lav vegetation. Se Figur 22.

Den lodrette forankring skal optage sugelasten på taget, men også sikre væggene mod at vælte. De lodrette forankringer skal udføres således, at der er forbindelse med randfundamentet og spærkonstruktionen. Dette gøres ved hjælp af et vindtrækbånd, som spændes på tagkonstruktionen og ned på en spænder, som er støbt i randfundamentet. Disse vindtrækbånd skal direkte monteres på spæret. Man kan komme ud for, at vinduernes eller dørenes placering kommer i karambolage med hulbånd. Derfor placer man en udveksling bjælke mellem spærene, som kan fordele kræfterne ud til spærene. figur 23

Til fastgørelse af vindtrækbånd i trækonstruktion anvender man kamsøm eller beslagskruer. Kamsøm skal have en tykkelse på 4,0 mm og beslags skruer 5,0 mm. Man anbefaler altid at bruge tilslutningsbeslag (Figur 24) for at opnå den maksimale tilslutningsstyrke i spær konstruktionen. Ved indstøbning bestemmes den nødvendige indstøbningslængde af beton kvaliteten eller kræfternes størrelse men mindst 250 mm ned i beton. (Strongtie, 2024)

Det er vigtigt, at man får placeret de lodrette forankringer på den varme side af hulmuren, for at beskytte vindtrækbåndet mod rustdannelse samt, at man anvender rundstål, som er varmforzinket. Figur 25. Et anker skal placeres i hvert hjørne af huset, og ankre langs facaden placeres med en afstand på højst 3 meter i forhold til spærenes direkte forankring eller vekselbjælke. Men andre ord skal man forankre hvert tredje spær, hvis spær afstanden er 1 meter. Figur 26.

3.2.1 Dimensionering af trækforankring

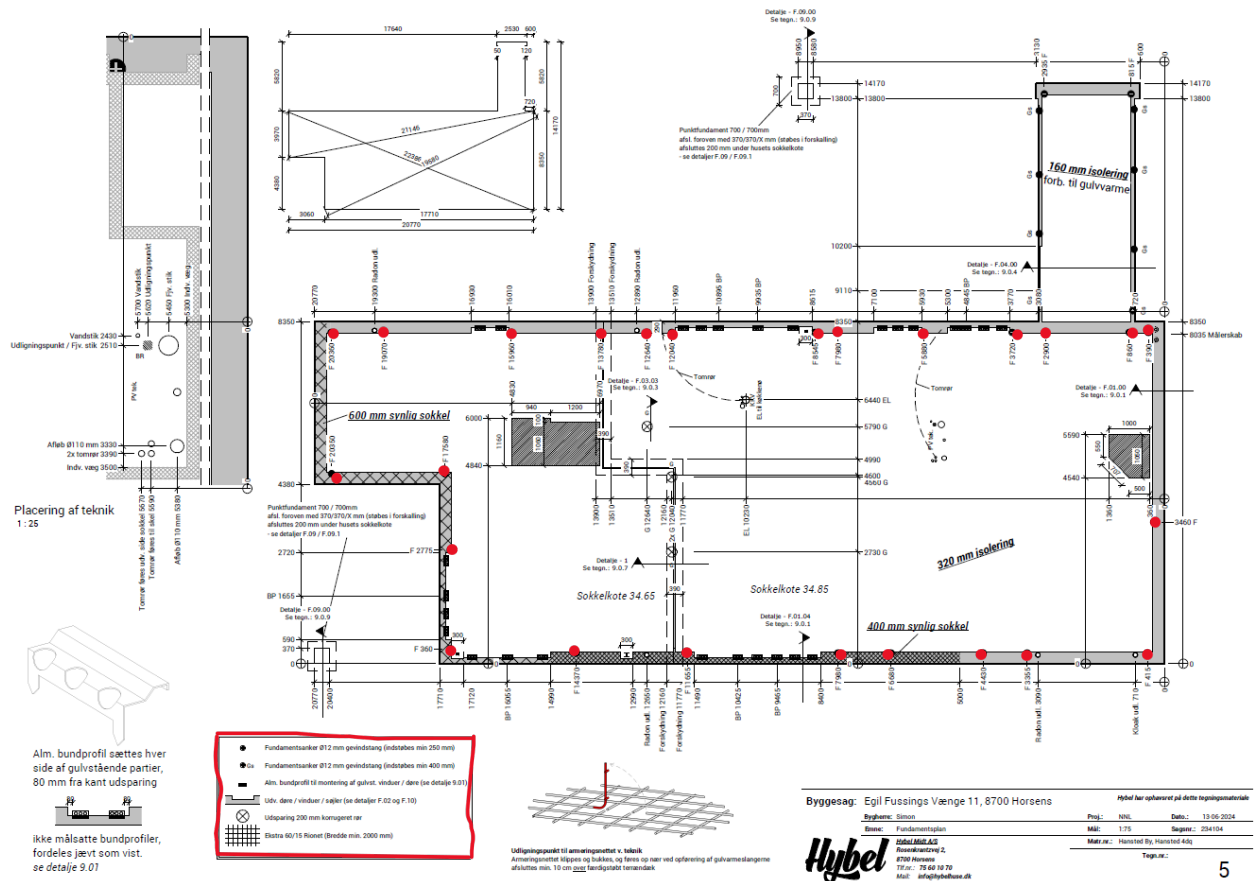
Ved et normalt småhus kan vindtrækbånd have forankringsklasse T1 med en styrke på 8,3 kN samt dim. 25x2 mm figur 27. (Cornelius, 2015) Ved hjørnekræfterne skal henholdt til

Eurocode 1 – Del 1-4 Trækbånd skal fastgøres i tagkonstruktionen med beslagsøm eller skruer på begge sider af spær hoved eller udvekslingsbjælken. Anvisning af antal beslagsøm eller skruer, som skal placeres på hver side af spær hoved eller udveksling bjælken er afhængig af forankringsklassen. Se figur 29 (Standard, 1991; Standard, DS- Fonden Danske, 2007)

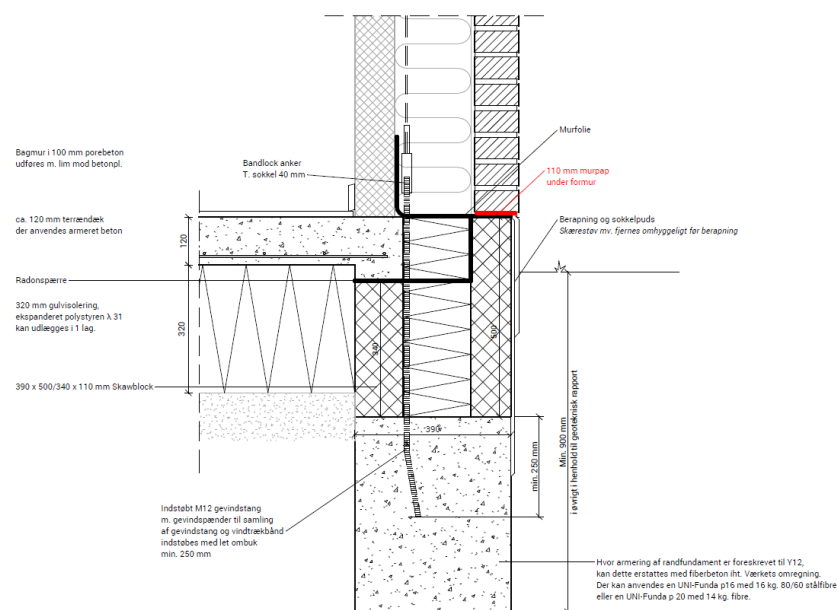
Den lodrette forankring skal være mellem 12 eller 16 mm varmforzinket rundstål samt indstøbes med min 250 mm i randfundamentet.

Udvekslingsbjælken skal dimensioneres efter vindafstivnings katalog således, at de overholder kravet for montering og sømning der monteres. Hvis det ikke er muligt at overholde sømningen eller skruer, kan man med fordel montere en fordelingshulsplade. Hulpladen monteres så tæt på spæret så huldbåndet kan boltes på. Da der er min. Kantafstandskrav for sømning af hulplader, hvor hulbånd kun har en størrelse af 2x40 mm, er man nødsat til at montere den på en skotplanke af min 45x94. figur 30.

I Figur 1 kan du se en oversigt fra huset på Egil Fussings Vænge 11 8700 Horsens, hvor placeringer af forankringerne skal støbes. I tekst boksen, som er mærket med rød, står der hvor stort gevindstangen min. skal være samt indstøbningens længde. På plantegning kan du finde deres placeringer, samt i hvilken dybde de skal indstøbes. På det næste billede i figur 2 er der flere detaljer omkring ombukning ved forankrings støbning. Ombukning gør, at forankringen sidder mere fast i rande fundamentet og det umuliggør vindsuget at trække forankringen fra rande fundamentet. Samtidigt er der beskrevet, hvor forankringen skal placeres i forhold til den varmeside i hulmuren, som beskytter mod rustdannelse. I detaljer viser de, at man skal bruge en Band Lock til sokkel modul 40, som skal holde vindtrækbåndet fast i forankring og tagkonstruktionen.



Figur 1



Figur 2

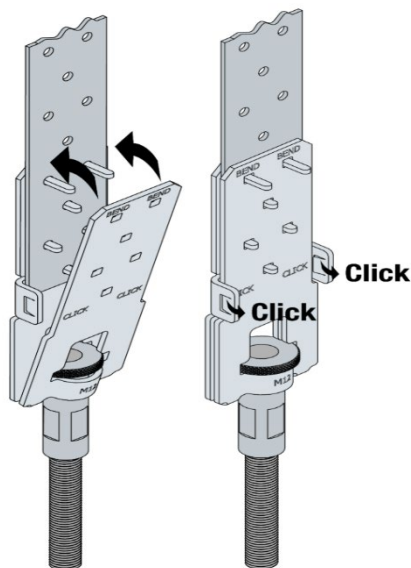
3.3 Empiri fra Egil Fussings Vænge 11 8700 Horsens.

I dette afsnit vil jeg fremvise dokumenter samt billeder fra byggepladsen, hvor man både kan se udførelsen og metoder. De forskellige metoder henviser til leverandørens anvisninger.



Her ser man et gevind som er indstøbt randfundament hvor der er påmonteres et band Lock sokkelanker på en gevindstang af M12 Band Lock er et klikssystem som gør vindtrækbåndet nemt at montere

Figur 3



Her vises en montage af Band Lock fra Strong Tie hvor vindtrækbåndet lægges i, hvorfra man klikker fronten fast

Figur 4



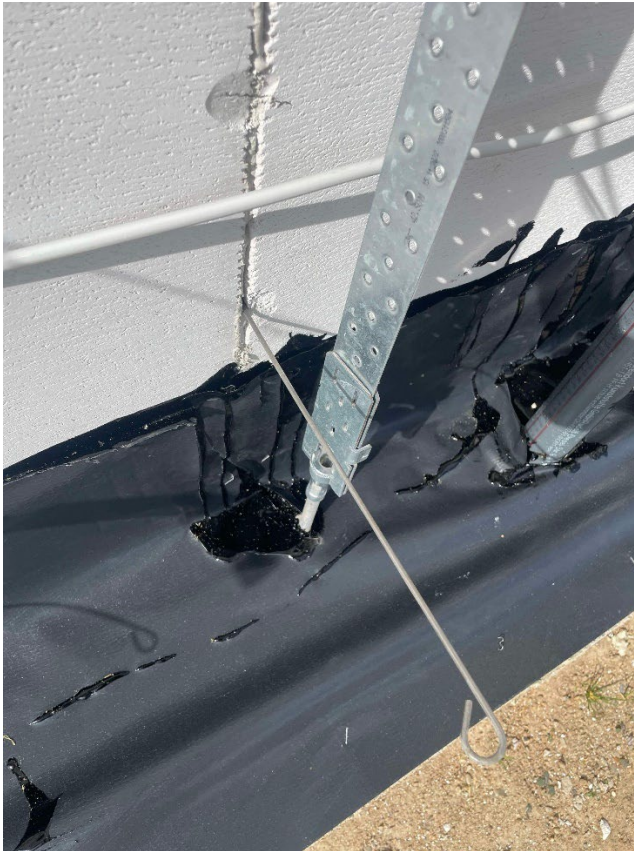
Figur 5

På dette billede kan man se, at det har placeret vindtrækbånd på hver side af vindue eller dør parti.



Figur 6

Vindtrækbåndet står vinkel ret med muren, dette gør, at isolering ikke kan ligge helt op ad inder muren



Vindtrækbånd står vinkelret med muren, dette gør, at isolering ikke kan ligge helt op ad inder muren, samtidig er band Lock ikke monteret ordentligt på gevindstangen.

Figur 7

3.4 Analyse

I dette afsnit vil jeg kigge på de forskellige løsninger, som jeg har observeret på Egil Fussings Vænge 11 8700 Horsens og sammenholde dem med den teori jeg har fået fra mine undersøgelser inden for forankringer. Er reglerne eksempelvis overholdt i henholdt til leverandørens anvisninger samt BR 18 regler. Jeg stiller spørgsmål ved div løsninger og søger at svare på baggrund af de ting, som jeg har iagttaget på Egil Fussings Vænge 9 8700 Horsens under vores byggeplads besøg.

Som man kan se i figur 7 er gevindstangen $\varnothing 12$ min støb ned i randfundamentet. Tæt på inder væggen. I bunden af murer folie er der tætnet, så fugt ikke kan trænge ned i sokkel. På toppen af gevindstangen er der påmonteret i Band Lock Pro Sokkel ankel fra Simpson Strong-Tie figur 4. Hvor efter montering af vindtrækbånd er monteret ind i Bandlock. Vindtrækbåndet er en BAN09 som betyder 9 mm i tykkelse af højstyrkestål S550GD.

På figur 5 ser man 2 stk gevindstænger med Band Lock samt vindtrækbånd. Vindtrækbåndet ligger parallel med indervæggen samt de ekstra vindtrækbånd, som der anbefales ved dør og vindues åbninger figur 6. Dette gør, at vindtrækbåndet er stramt i sådan en grad, at tagkonstruktionen holdes på plads ved fx kraftige vind.

På figur 7 kan man se vindtrækbånd stå vinkelret på inder muren. Dette er ikke monteret korrekt. Vindtrækbånd køre vinkelret på muren hele vejen op til tagkonstruktionen. Dette gør, at isolering ikke kan ligge tæt op af inder muren og det bliver svære at overholde luftspalten mellem isolering og formur, hvilket gør, at der kan dannes luftspalter bagved isolering, som kan danne kondens. Håndværkere skal montere vindtrækbåndet korrekt inden lukning af formur/isolering. Dette er en lille operation, hvor håndværkere bare skal dreje vindtrækbåndet 90 grader. Henvisninger til (Standard, 1991)er montering ikke korrekt og skal derfor udbedres inden isolering og formur monteres.

3.5 Konklusion

Efter besigtigelse af de lodrette forankringer på Egil Fussings Vænge 11 8700 Horsens, vurderer jeg, at udførelsen er korrekt med enkel små fejl. De har udført traditionelt med gevindstang, som er indstøbt med en sokkelanker, vindtrækbånd. De afstandskrav der er inde for forankringer på max 3 meter er blevet overholdt, samt hjørne. Vindtrækbånd skal have en dim. På 2x20 mm, men der er blevet brugt 0,9x40 mm i Højstyrkestål som har samme styrkeklasse som 2x20 mm.

De enkle fejl er ikke katastrofale i de lodrette forankringer. Da overdimensionering både i tykkelsen og sømning. Udover de 2 stk. forankring som er vinkelret på bagmuren har de stadig en effekt i lodret forankring samt styrke.

4 Hvordan udføres et undertag, så tagkonstruktionen sikres mod fugtskader?

Af Ellen Christensen (349603)

4.1 Teori

I en tagkonstruktion anvendes undertage af to årsager: dels for at aflede nedbør, der trænger igennem tagdækningen, og dels for at tillade fugt og kondens at passere, så der ikke ophobes fugt i tagkonstruktionen. (Brandt, Bunch-Nielsen, & Morelli, 2019)

4.1.1 Valg af undertag

De fleste tagdækninger er ikke helt tætte overfor nedbør, og derfor er det vigtigt, at der er et undertag til at opsamle og aflede det vand, der skulle slippe igennem. Dette undertag kan bestå af forskellige materialer. Der findes tre typer undertage:

1. Faste undertage, bestående af brædder, krydsfiner eller OSB plader, der er så stærkt, at det tåler at man går på det. Disse typer er diffusionstætte og skal altid ventileres. (Træinformation, 2020)
2. Undertage af diffusionsåbne træfiberplader, der ikke er stærke nok til at man kan gå på dem.
3. Undertage af banevarer, der er frithængende membraner, der monteres på tværs af spærerne. Disse fås både som diffusionsåbne og diffusionstætte.

Valg af undertag afhænger af flere faktorer. En faktor er åbenheden af tagdækningen. En meget åben tagdækning vil lade mere nedbør passere end en lukket tagdækning. En anden faktor er taghældningen. Et tag med en lav hældning vil aflede vandet langsommere, og dermed være mere belastet. En tredje faktor er klimaet, altså hvor meget regn, sne og vind undertaget bliver udsat for. (Træinformation, 2020)

En fjerde faktor der påvirker valget af undertag, er om der er tale om et ventileret eller uventileret undertag. I en åben tagkonstruktion vil der være en spalteåbning ved tagfoden, som fører luften op bag undertaget. I en konstruktion med paralleltag, anbefales det at have en ventilationsspalte på minimum 45 mm ved fast undertag, og 75 mm ved banevare, mellem isolering og undertag. (Træinformation, 2020) Grunden til, at der er forskel på bredden af luftspalten er, at banevare buer nedad i stykket mellem spærerne. Har man pladsmangel, kan det derfor nogle gange være en fordel at anvende fast undertag.

Er der derimod tale om et uventileret undertag, kræver det at man har et diffusionsåbent undertag, så fugt fra den indvendige luft, kan passere igennem undertaget og ikke danne kondens på indersiden. Dette ville risikere fugtskader i konstruktionen. Ved et uventileret undertag kan man anvende diffusionsåben banevare eller diffusionsåbne træplader, men det anbefales stadig at man har 20 mm luftspalte mellem isolering og undertag, selvom spalten

vil være uventileret fra tagfod til kip. Dette gøres for at skåne materialerne mod eventuel kondens.

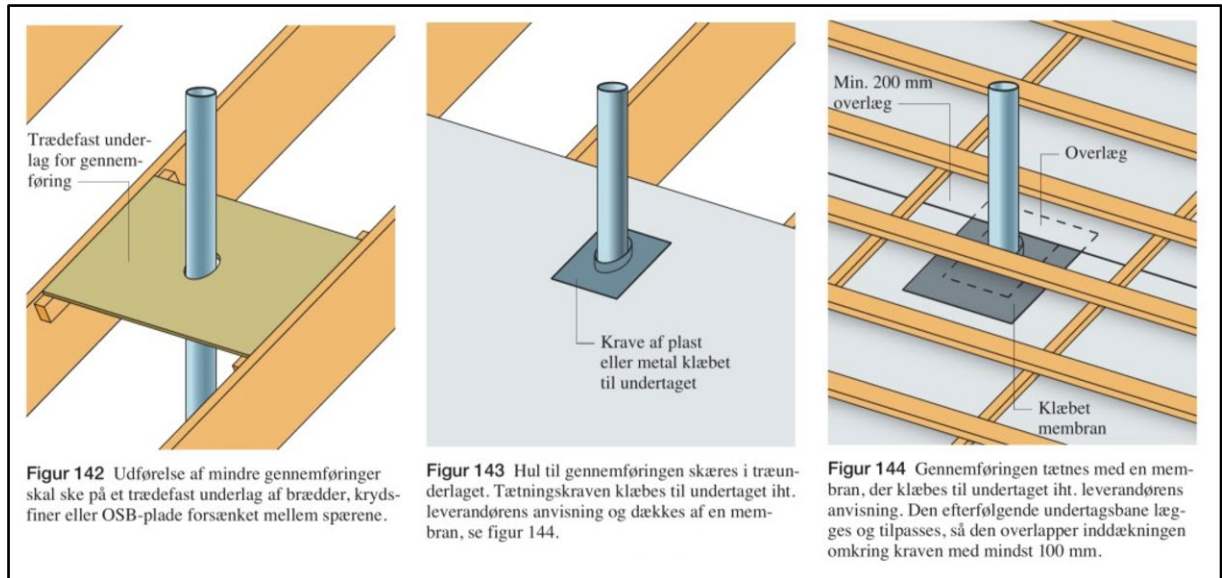
4.1.2 Projektering og udførelse af undertag af banevare

For at mindske risikoen for fugtskader og andre komplikationer, der kan medføre at konstruktionen ikke opnår den optimale levetid, er det vigtigt at konstruktionen bliver projekteret således at alle materialer er godkendte til det givne formål og at de forskellige materialer er godkendt sammensat med hinanden. Det kan f.eks. være en banevare og en klæber, der skal passe sammen. Samtidig er det vigtigt at udførelsen sker i overensstemmelse med projekteringen.

Under projekteringen er det vigtigt at være opmærksom på forskellige knudepunkter i konstruktionen, hvor der kan opstå problemer. Dette gælder især ved samlinger hvor konstruktioner mødes, som f.eks. tagfoden, eller ved gennemføringer af f.eks. ventilationsrør.

Montering af banevaren starter som regel i tagfoden, hvor undertaget først og fremmest klæbes til fodbrættet, for at holde overgangen tæt, og sørge for at vand ikke løber under fodpladen og ned i den underliggende konstruktion. Banevaren udlægges med et overlæg på vindbrættet med minimum 200 mm, eller efter leverandørens anvisninger. Derefter fastgøres undertaget til spæret ved hjælp af afstandslister. Næste bane udlægges med et overlæg på 200 mm eller efter leverandørens anvisninger, og sådan fortsætter det til man når kip.

Ved både store og små gennemføringer i tagkonstruktionen skal undertaget inddækkes. Inddækningerne skal ske på et trædefast undertag, ligesom ved tagfoden. Med udgangspunkt i en mindre gennemføring, som f.eks. et ventilationsrør, der føres igennem tagkonstruktionen, udskæres der hul i det faste undertag, som f.eks. kan være af krydsfiner. Der skæres et lignende hul i banevaren, og ovenpå banevaren monteres en krave omkring røret, som fører vandet udenom hullet. På denne måde behøver banevaren ikke være sluttet helt tæt omkring røret, da det er nok at vandet blot bliver ledt udenom. Kraven sikres med en membran der fastklæbes til undertaget, og næste rulle banevare kan udlægges med inddækning over membranen. Se nedenstående figur 8.



Figur 8. (Træinformation, 2020)

4.2 Empiri

Til indsamling af empiri til opgaven, er der forelagt besøg på byggepladsen ved Egil Fussings Vænge 11 8700 Horsens, hvor der er ved at blive opført et enfamiliehus. Undertaget er udført med banevare på gitterspær.



Figur 9

På figur 9 ses undertaget fra indersiden af tagkonstruktionen. Banevaren er monteret på tværs af spærrene, og i bunden af konstruktionen ses vindpladen, der hjælper med at lede vinden over isoleringen, i stedet for under/igennem den.



Figur 10

Figur 10 viser kippen i tagkonstruktionen. Undertaget er trukket hen over kippen, og der ses flere huller i banevaren.



Figur 11

Figur 11 er et billede af undertaget, der viser at der er kommet et hul i undertaget. Hullet er efterfølgende lappet med tape.



Figur 12

Figur 12 viser en rørgennemføring gennem undertaget. Der er skåret et cirkulært hul i banevaren, og et ventilationsrør er ført igennem, holdt fast med et par strips. Der er ingen yderligere afskærmning fra vind og vejr på ydersiden.



Figur 13

Figur 13 viser noget af tagfoden. En midlertidig tagrende er monteret på et fodbræt. Banevaren, der på dette billede er trukket tilbage for at vise konstruktionen, er lagt med stort overlæg på fodbrættet, helt ud til tagrenden, så vandet ledes til afløbet og ikke ned i konstruktionen.

4.3 Analyse

Holdes teorien op mod det, der er observeret på byggepladsen, er der nogle ting der er værd at være opmærksomme på. Det er blevet fastlagt, at et undertags funktion først og fremmest er at skærme tagkonstruktionen for den nedbør, der slipper igennem tagdækningen. Ser man nærmere, er der nogle steder rundt på undertaget, hvor banevaren er utæt.

På figur 9 og 10 er der opstået huller i banevaren. Disse huller kan, på en regnvejrsdag, være skyld i, at der drypper vand igennem tag og ned på spærkonstruktionen. På det ene billede ses det, at der er gjort noget for at rette op på skaden. Der er sat et stykke tape hen over hullet for at forsegle det, og forhindre vand at trænge igennem.

På figur 12 ses et ventilationsrør ført igennem undertaget. Denne gennemføring lever ikke op til Træinfo's vejledninger om gennemføringer. Der burde være et fast undertag omkring

udskæringen, monteret mellem/på spærene, og altså under banevaren. Der burde også være monteret en krave, der hjælper med at lede vandet på undertaget rundt om røret, og ikke ned i det udskårne hul. Ved ikke at have gjort dette, er der en stor åbning, hvor nedbør kan trænge ind i tagkonstruktionen. Dette kan medføre fugtskader og skimmel i materialerne.

Der er dog også den mulighed, at ventilationsrøret er en midlertidig foranstaltning. Måske er det tilsluttet et ventilationsanlæg der er opsat udelukkende for at affugte under byggeperioden. Er dette tilfældet, kunne man forestille sig at hullet efterfølgende blev lappet med et ekstra lag banevare. Dette ændrer dog stadig ikke på, at der under byggeperioden når at slippe en del nedbør ind, skulle der falde regn.

Ser man nærmere på tagfoden, på figur 13, er undertaget ført ud over fodbrættet. Dette sikrer at vandet bliver ledt ud i den midlertidige tagrende. Var dette ikke tilfældet, ville vandet løbe ned i det mellemrum der er mellem tagrende og fodbræt. Når den rigtige tagrendes sættes op, kan man ifølge tegningsmaterialet (figur 31) se, at der bliver monteret fodblik ovenpå fodbrættet, og undertaget bliver lagt med overlæg på dette. Bliver dette udført korrekt, vil vandet løbe direkte ned i ad undertaget og ud i tagrenden.

4.4 Delkonklusion

Under udførelsen af et undertag, er det vigtigt ikke blot at følge de projekterede tegninger eller anvisninger, men også anvisningerne fra producenten af de gældende materialer. Da undertagets primære funktion er at være sidste led i beskyttelse af tagrummet mod nedbør, er det kritisk at der undgås at lave huller i materialet. Er hullerne opstået, er det vigtigt at lappe dem eller på anden måde lede vandet uden om åbningerne. Konsekvensen af utilsigtet vand i tagkonstruktionen kan medføre fugtskader og/eller skimmelvækst på materialerne.

5 Hvordan løses kraftoverførende samlinger ved spærene og hvad er dens betydningen for stabiliteten?

5.1 Teori

I dette afsnit redegøres der for teorien vedrørende stabiliteten i spærene, og hvor kræfterne bliver samlet.

5.1.1 Funktionskrav:

Husets stabilitet skal være sikret så den samlede påvirkning fra vindlasterne på taget kan føres videre til de bygningsdele, der bærer eller understøtter dem. Den enkelte bygningsdel skal være stabil, så de vandrette og lodrette kræfter kan overføres mellem de forskellige bygningsdele. Tagkonstruktionen består af spær og skal være stabil, sammenhængende og stiv. Spærene må ikke lægge sig ned når det stormer og skal kunne overføre og fordele vandrette kræfter til de stabiliserende vægge. (Cornelius, 2015).

5.1.2 Gitterspær:

Gitterspær er selvbærende, hvilket er en stor fordel, da de kun hviler på ydermuren.

Gitterspær opføres normalt med en taghældning fra 7-50° og kan anvendes i store fri spændvidder på op til ca. 28 meter. Spændvidden kan yderligere øges, hvis den mellem understøttes, dog afhænger det af taglasten og hældningen.

Dimensionering af spærene afhænger både af, spændvidden og om det er en let eller tungt tag.

Spæret giver gode muligheder for tekniske installationer samt rørgennemføringer i loftrummet, samt udføre en god varmeisolering og samtidig have ventileret loftrum, så der ikke opstår skimmel. (Spær, 2024).

For at rejse et spær, er det vigtigt at have et sikkert og stabilt udgangspunkt. Derfor samles spærene nede på jorden og tilsammen danner ét element. For at sikre en sikker arbejdsgang, anvendes der stillads udvendigt langs ydersiden af huset og rullestillads indvendigt. (Tømmerbogen, 2014).

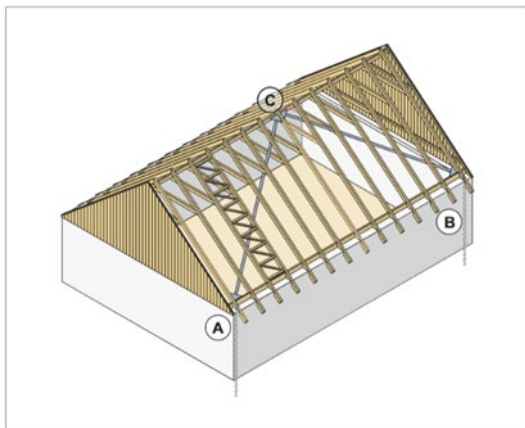
Tagkonstruktioner består i de største tilfælde af mange spær. Spærerne placeres som regel med en centerafstand på 1 meter, da taget skal kunne modtage store kræfter fra spærernes egenvægt, vindpåvirkning samt snelast og videreføre det ned husets ydervægge. Kræfterne fra spær hovedet vil blive ført ned i ydervægge og vil forsøge at presse væggene udad. (Tømmerbogen, 2014).

5.1.3 Afstivning og stabilitet:

For at sikre at spærerne ikke vælter, skal de altid afstives. Denne afstivning kan foregå på forskellige måder f.eks. pladebeklædning eller med trækbånd. For at sikre den mest stabile kraftfordeling, anbefales det at benytte pladebeklædning, da dette er bedst til at fordele kræfterne. (Cornelius, 2015).

For at pladerne virker som én skive, skal de monteres i forbandt. Pladerne monteres med søm eller skrue.

Alternativt kan taget afstives ved brug af trækbånd som placeres diagonalt i tagfladen. Trækbåndet er fremstillet af en varmforzinket stålplade og er forsynet med tætsiddende huller. Normalt når trækbånd anvendes som forankring til småhuse, er de dimensioneret med en bredde på 25 eller 40 mm. Ved afstivning og forankring i boliger benyttes trækbånd med et tværsnit på minimum 25 x 2 mm. Disse monteres på spærernes underside på begge tagflader. Illustration af placeringen ved trækbåndet kan ses i nedenstående figur. (Cornelius, 2015).



Figur 14

Under kraftig vindpåvirkning overføres de langsgående kræfter til trækbåndet, når denne er i funktion. Trækbåndet opsamler disse kræfter, jo længere man kommer fra punkt C ned mod punkterne A og B, bliver trækraften større og større. Vist i ovenstående figur. (Cornelius, 2015). Den langsgående afstivende lægte gennem hele taglængden, er med til at sikre at alle

kræfterne optages i samlingspunktet, hvorefter de føres ned gennem skråafstiverne. (Cornelius, 2015).

5.1.4 Funktion af remmen:

Remmen også kendt som en murrem, er det stykke tømmer som er vandretliggende og udgør bunden i en tagkonstruktion. Den resterende tagkonstruktion hviler og fastgøres til remmen. Remmen fastgøres med lodret forankring, det vil sige at der trækkes et trækbånd/vindtrækbånd fra remmen og ned i fundamentet. Dens funktion er at videreføre både vandrette og lodrette kræfter fra taget ned i muren og herefter videre ned i fundamentet. (Tømmerbogen, 2014).

5.2 Empiri:

Empirien som er indsamlet til opgaven, er indhentet via besøg på byggepladsen ved Egil Fussings Vænge 11, 8700 Horsens, hvor der er blevet taget billeder af enfamiliehuset. Yderligere er der blevet udleveret tegninger af huset.

Figur 15 Viser et billede af trækbåndet som er monteret på undersiden af spærfoden i hushjørnet.



Figur 15

Figur 16 Viser et billede af, at trækbåndet er blevet monteret på undersiden spærhovedlængden af spæret.



Figur 16

Figur 17 Viser et billede af spærenes afstand mellem hinanden, målt til 1 meter C-C afstand.



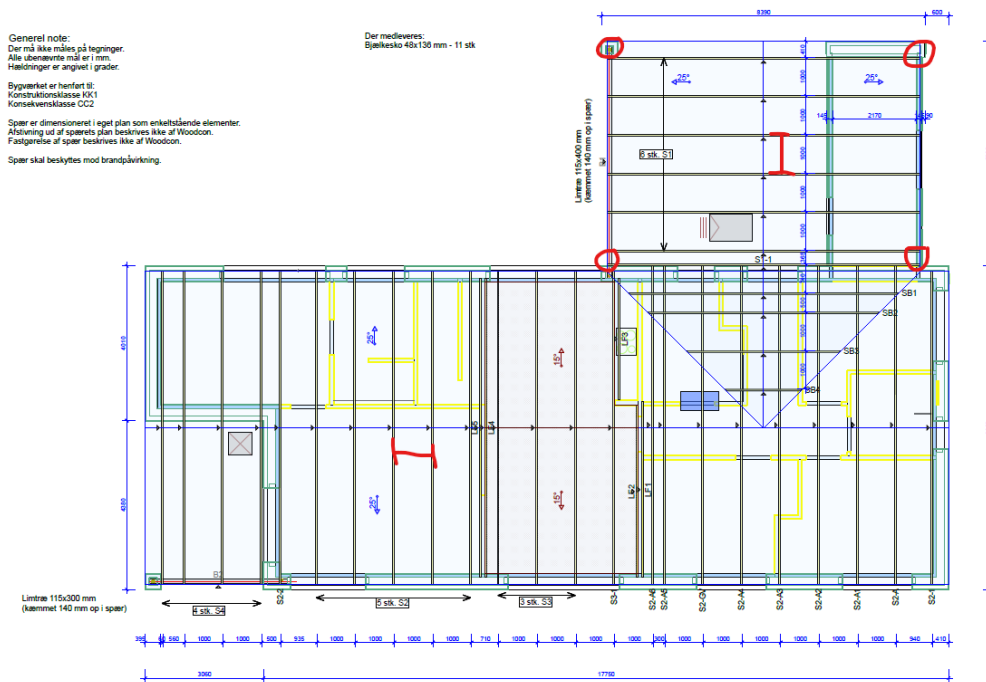
Figur 17

Figur 18 Viser et billede af afstanden mellem spærfoden målt til 1 meter fra C-C afstand.



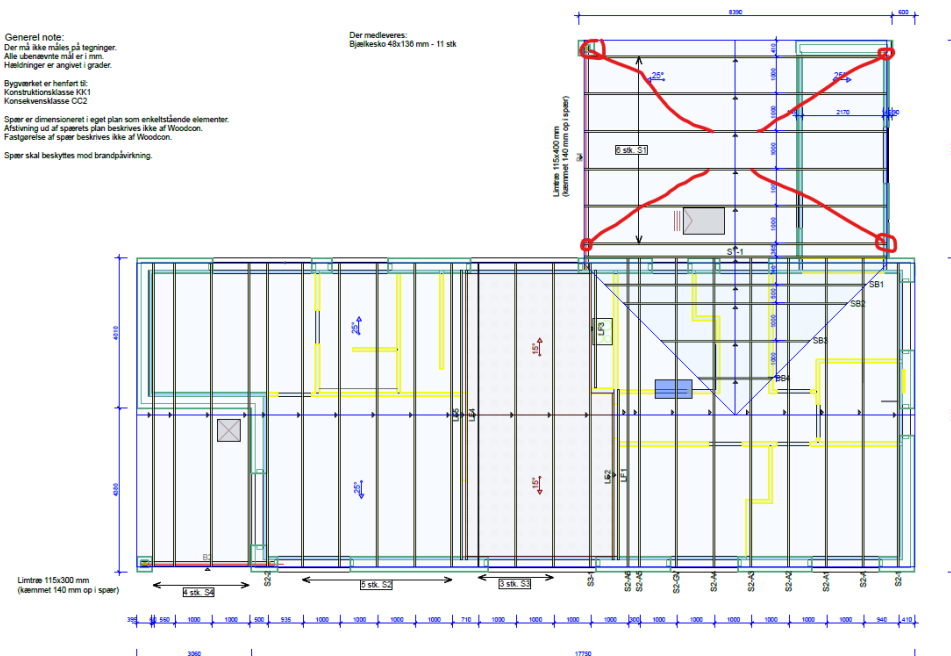
Figur 18

Figur 19 Viser en spærplan af enfamiliehuset, som er udleveret af Hybel vedrørende Egil Fussings Vænge 11 og hvor billederne er taget.



Figur 19

Figur 20 Viser spærplanen hvor der er observeret trækbåndet fra hjørnerne, som er monteret på to forskellige spær.



Figur 20

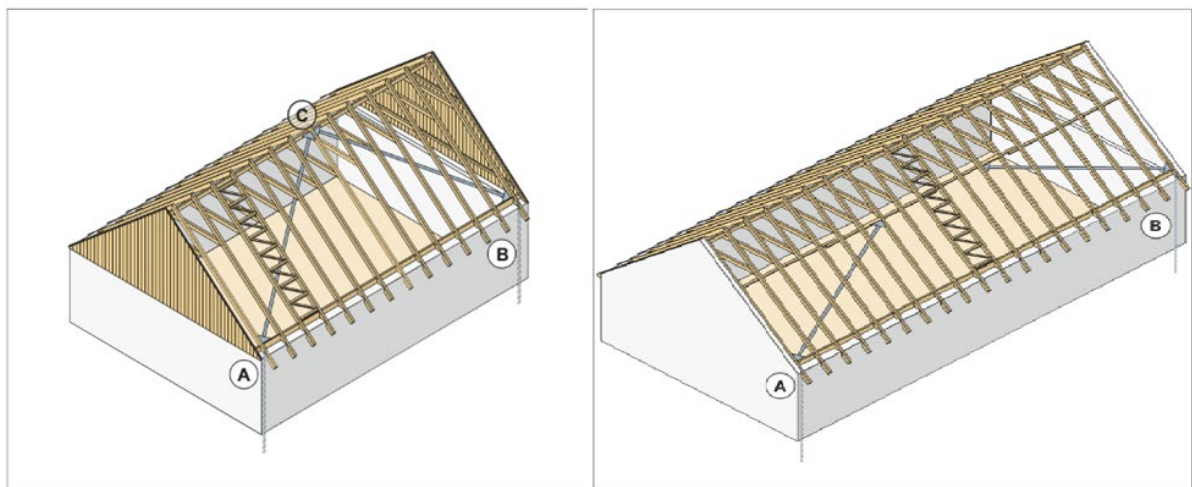
5.3 Analyse:

Observationerne der er foretaget ude på byggepladsen, holdes de op imod teorien som, er blevet undersøgt i rapporten og er der nogle ting man skal være ekstra opmærksomme på vedrørende dette. Rapporten fastlægger at den primære funktion for spærene, er at skabe en stærk tagkonstruktion, som kan optage vindpåvirkninger og laster, derefter at videreføre kræfterne i huset. Vindpåvirkningens kræfter optages og bliver fordelt med trækbåndende, som bliver monteret fra hushjørnets underside af spærfoden og op til tagkippen.

Ser man nærmere på undersøgelsen ude på byggepladsen, kan det ses at trækbåndende ikke er monteret korrekt ved tagkippen, da de ikke opfylder kravene om monteringen ved tagkippen. Dette kan ses på figur 16, hvor der ikke er monteret to trækbånd på det samme spær.

Ifølge SBI anvisningerne 254 om styrke og stabilitet, skal de monteres ved samme spær, hvis ikke dette er gjort, vil spærene trækkes skæve og med tiden eventuelt kunne vælte spærene.

For at opfylde kravene ved at montere trækbåndende på forskellige spær, skal der etableres et trækbåndsbeslag, som kan videreføre kræfterne i den langsgående lægte til trækbåndet.



Figur 21

På figur 15 kan det dog ses, at trækbåndet er monteret korrekt på undersiden af spæret i hjørnet af huset, som det fremgår af ovenstående figur og SBI anvisningerne. Dog vil dette ikke opnå den ønskede afstivning, da undersøgelse tidligere viste at, trækbåndet ikke er monteret korrekt ved tagkippen.

Hvis man kigger på spærplanen ved figur 19 og holder den op imod billederne 17 og 18, hvor billederne er taget, kan man se, at spærplanen er projekteret til at have en afstand på spærene fra center til center på 1000 mm. Dette understøttes at billederne som er blevet taget og målt til 1000 mm. Dermed er det udført korrekt, i forhold til hvad der er projekteret

med og overholder derfor spærenes bæreevne over for de belastninger, tagkonstruktionen bliver udsat for såsom egenvægt, snelast og vindlast.

5.4 Delkonklusion:

Efter undersøgelserne af spærene og monteringen af vindtræksbåndende, på byggepladsen ude ved Egil Fussings Vænge 11, 8700 Horsens, vil jeg vurdere, at udførelsen ikke lever op til kravene om en stabil tagkonstruktion som er spærenes primære funktion. Det vurderer jeg på baggrund af, at vindtræksbåndende ikke følger normen indenfor montering af disse. Dette kan have store konsekvenser for tagkonstruktionen over tid, da spærene kan trækkes fra hinanden og eventuelt kollapse.

Spærenes projekteret afstande er overholdt og kan derfor have en god bæreevne, overfor de forskellige belastninger, som bliver udsat for, i form af egenvægt og snelast.

6 Konklusion

Af Oliver Stitz

Med udgangspunkt i hovedafsnittet vil vores problemformulering blive besvaret i konklusionen.

Hvordan kan en tagkonstruktion sikres, så den opfylder både funktionelle, sikkerhedsmæssige og klimatiske krav?

Rapporten har undersøgt at stabiliteten i et enfamiliehus, er en essentiel del af den udførendes arbejde, hvorfor det er vigtigt at overholde den projekterendes tegninger, anvisninger og de gældende krav, for at opnå den ønskede styrke og stabilitet i huset og afskærme tagkonstruktionen for nedbør. Rapporten ligger stor fokus på tagkonstruktions funktion, dens evne til at overføre kræfterne i taget og videre ned i fundamentet, samt at afskærme tagkonstruktionen for sne og nedbør og udførelsen herom.

For at tagkonstruktionen fastholdes, er det vigtigt at den lodrette forankring er monteret korrekt og afstandene bliver overholdt mellem forankringerne. Fastgørelsen er overdimensioneret både i tykkelsen og sømningen. Afstivningen af tagkonstruktionen er udført med vindtræksbånd og derfor skaber en skivefunktion, som fordeler kræfterne i spærene. Vigtigheden i at afskærme tagkonstruktion for nedbør, er kritisk for at tagrummet ikke danner fugtskader og/eller skimmelvækst i materialerne.

Sammenhængen mellem stabilitet i tagkonstruktionen, fundamentet og afskærmningen heraf er tydelige, hvis ikke de bliver udført korrekt kan de gå ind og ødelægge hinandens funktion. Derfor er det vigtigt at huset er projekteret og udført korrekt, for at byggeriet stadig er muligt at bo i om 100 år.

7 Bibliografi

Boligstyrelsen, S. o. (u.d.). *bygningsreglementet*. Hentet fra BR18:
www.bygningsreglementet.dk

Brandt, E., Bunch-Nielsen, T., & Morelli, M. (Januar 2019). *Tage*. Statens
Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet.
doi:<https://edu.anvisninger.dk/anvisninger/p-anv273-tage>

Cornelius, T. (2015). *Småhuse - styrke og stabilitet*. Aalborg: Statens Byggeforskningsinstitut.

Spær, P. (2024). <https://palsgaardspaer.dk>. Hentet fra <https://palsgaardspaer.dk/gitterspaer/>:
<https://palsgaardspaer.dk/gitterspaer/>

Standard, D. -F. (1. 4 1991). *DS - Standard Distribute*. Hentet fra www.sd.ds.dk: www.sd.ds.dk

Standard, DS- Fonden Danske. (2007). *DS - Standard Distribute Eurocode 1: Last på bærende konstruktioner Del 1-4*. Dansk Standard.

Strongtie. (2024). *Strongtie*. Hentet fra Simpson Strong-Tie: www.strongtie.dk

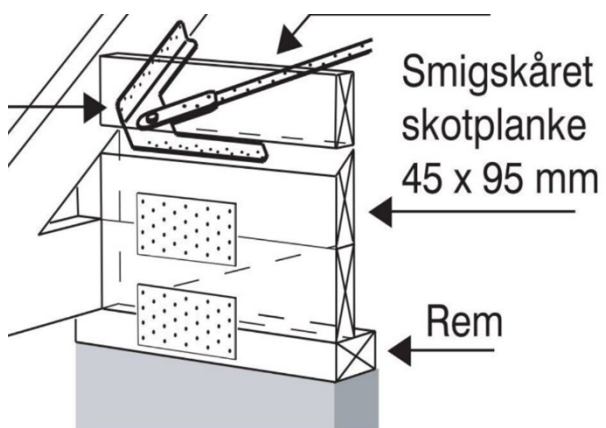
Træinformation. (Marts 2020). *Undertage - Træ 67*. doi:<https://www.e-pages.dk/traepub/117/>

Tømmerbogen. (2014). *Tømrebogen*.

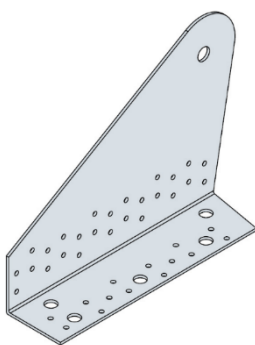
8 Bilag



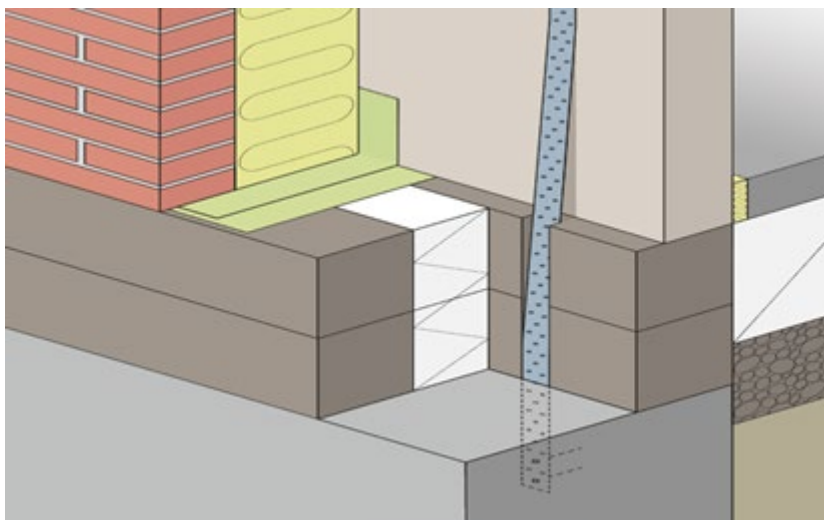
Figur 22



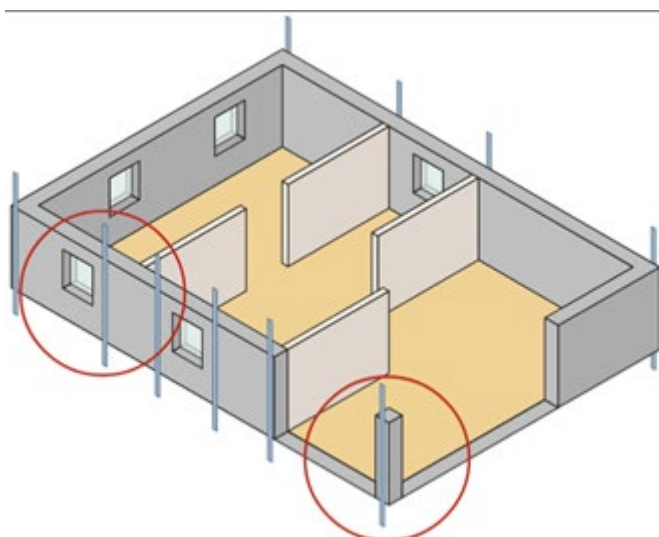
Figur 23



Figur 24



Figur 25



Figur 26

Tabel 41. Forankringsklasser for vætning, regningsmæssige styrker.

Forankringsklasse	Styrke [kN]	Trækbånd	Rundjern
T1	8,3	25 × 2	Ø 8
T2	13	40 × 2	Ø 10
T3	19	40 × 3	Ø 12

Trækbånd stålvallet S350. Rundjern stålvallet S235.

Figur 27

Tagkonstruktion	Terrænkategori					
	Forstad		Land		Hede	
	Langs facade	Ved hjørne	Langs facade	Ved hjørne	Langs facade	Ved hjørne
Løst tag						
Bjælkespær, 15°, 2 etager	T3 (14)	T3 (17)	2 × T2 (21)	2 × T3 (26)	2 × T3 (26)	2 × T3 (31)
Giltenspær, 30°, 2 etager	T2 (9)	T2 (11)	T3 (15)	T3 (16)	T3 (19)	2 × T2 (20)
Bjælkespær, 15°, 1 etage	T2 (11)	T2 (11)	T3 (18)	T3 (16)	2 × T2 (22)	2 × T2 (20)
Giltenspær, 30°, 1 etage	T1 (8)	T1 (7)	T3 (13)	T2 (11)	T3 (16)	T3 (13)
Hænbåndsspær, 45°, 1½ etage	T2 (9)	T2 (9)	T3 (15)	T3 (14)	2 × T2 (19)	T3 (18)
Tungt tag						
Bjælkespær, 15°, 2 etager	T1 (8)	T3 (14)	T3 (15)	2 × T2 (22)	2 × T2 (20)	2 × T3 (28)
Giltenspær, 30°, 2 etager	T1 (3)	T1 (7)	T2 (9)	T3 (13)	T3 (13)	T3 (17)
Bjælkespær, 15°, 1 etage	T1 (6)	T2 (9)	T2 (12)	T3 (14)	T3 (16)	T3 (17)
Giltenspær, 30°, 1 etage	T1 (2)	T1 (5)	T1 (7)	T2 (8)	T2 (11)	T2 (11)
Hænbåndsspær, 45°, 1½ etage	T1 (3)	T1 (6)	T2 (9)	T2 (11)	T3 (14)	T3 (15)

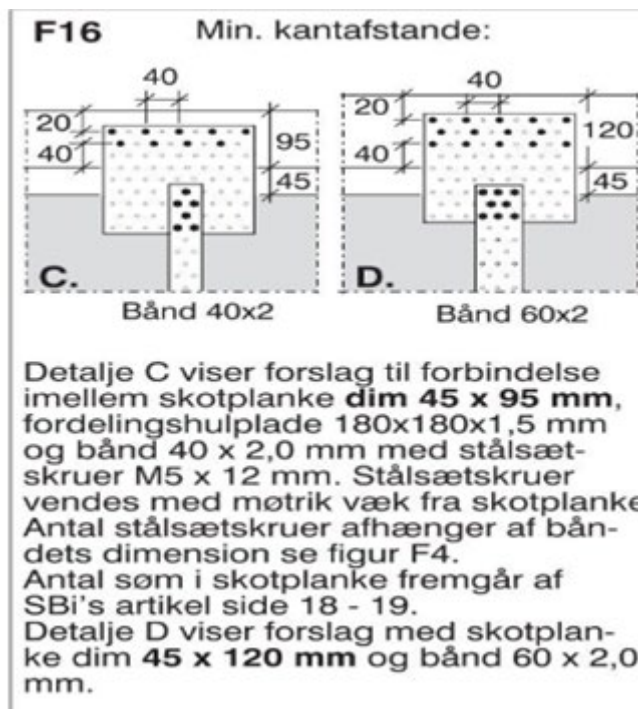
Tabeloplysningerne er udarbejdet på basis af laster som angivet i afsnit 2.2, Vindlast, tabel 3, og afsnit 2.3, Lodrette laster, lasttilfælde G1, lodret last til gunst. Forankringer ved hjørne virker ca. 1,5 meter fra tagende. Hvor der er angivet 2 forankringsklasser, kan den ene forankring placeres ved hjørnet og den næste ved næste spær, ca. 1 m fra hushjørnet. Forankringer langs facaden placeres med en afstand på ca. 3,0 meter.

Figur 28

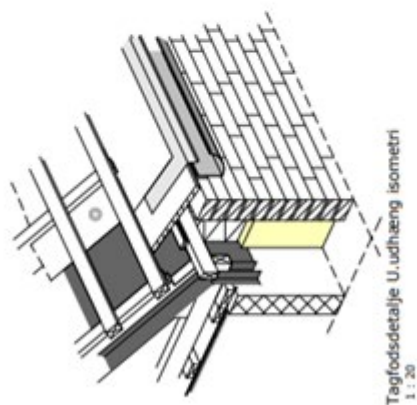
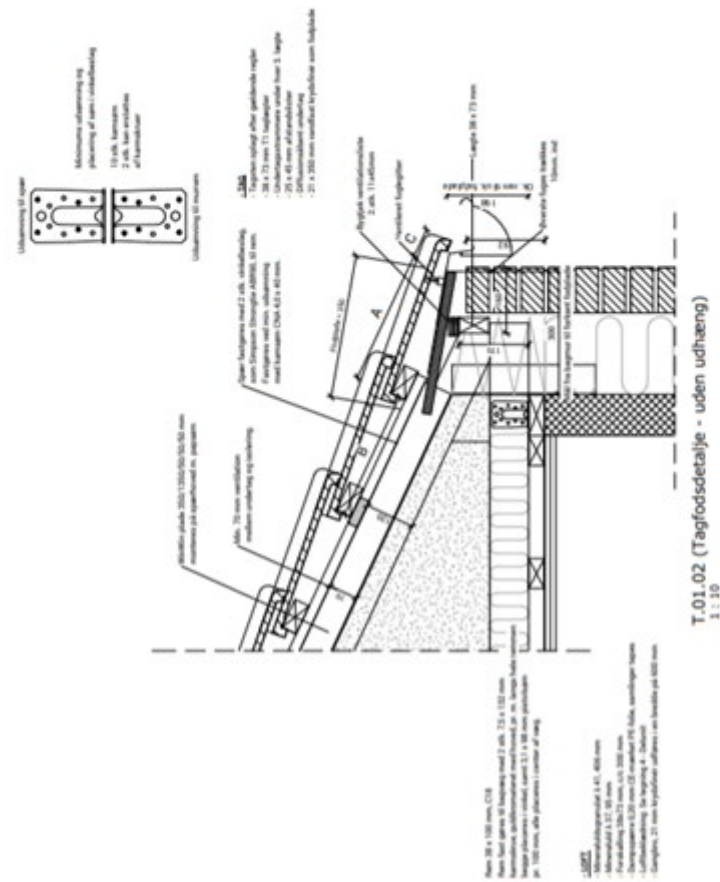
Tabel 43. Nødvendigt antal søm/skruer på hver side til fastgørelse af trækband ombukket omkring spær.

Forankringsningsklasse	Styrke [kN]	Kamsøm 40/40 skruer 5 × 30	Kamsøm 50/50 skruer 6 × 40
T1	8,3	5	4
T2	13	7	6
T3	19	11	8

Figur 29



Figur 30



Figur 31

[illegible][illegible]