

FarmTest

STÅLRAMMEKONSTRUKTIONER & BETONELEMENTER



Stålrammekonstruktioner & Betonelementer
Marts 2018

Er udgivet af

SEGES P/S
Agro Food Park 15
8200 Aarhus N

v. Byggechef Kenneth Poulsen 21222032
kepo@seges.dk
med deltagelse af

BK NORD A/S, Hobrovej 431, 9200 Aalborg SV,
v. Adm. Direktør - Konstruktionsingeniør Bente Søgaard 22232430
bsp@bk-nord.dk

T +45 8750 5000
F +45 8740 5010
W seges.dk

Forfatter

Kenneth Poulsen, SEGES
Bente Søgaard, BK NORD A/S

Review

Helge Kromann, SEGES

Layout, grafik og produktion

Mona Olin Hvidberg, Christian E. Christensen

Fotos

Bente Søgaard, BK NORD A/S og Kenneth Poulsen, SEGES

Tryk

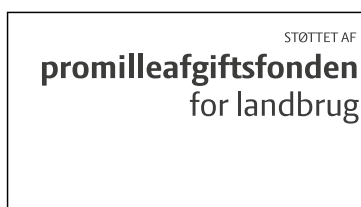
PrimaPrint

Oplag

100 stk.

ISSN: 1601-6785

T 8740 5000 | farmtest@seges.dk | farmtest.dk



INDHOLD

Forord.....	4
1. Sammen drag og konklusion	5
2. Baggrund og formål	8
3. Gennemførelse og resultater	9
4. Resultater og diskussion	10
5. Konklusion	27
6. Efterskrift	29
7. Litteraturliste	30
8. Bilag.....	31

FORORD

Baggrunden for udgivelsen af denne farmtest er, at der i de senere år har været en del tilfælde, hvor bygninger med store spændvidder er kollapsede eller fundet i fare for kollaps grundet manglende styrke og stabilitet. Omkostningerne til udbedring er meget betydelige og samtidigt har der været risiko for skader på både personer, dyr og bygninger.

Der er i denne farmtest sat fokus på hele processen fra projektering, myndighedsbehandling, indkøb og udførelse af større bygninger med stålrammer samt træspær på betonelementer, som de bærende elementer, disse er de typiske konstruktionstyper til landbruget.

Farmtesten henvender sig primært til de projekterende, producerende og udførende kræfter i en byggeproces. Dog kan den også med fordel læses af både nuværende og kommende bygningsejere.

Vi vil gerne takke de 12 bygningsejere vi har besøgt, som alle har fået opført en ny bygning i perioden 2013 til 2017 og som har stillet deres bygninger og projektmateriale til rådighed for denne farmtest.

Kenneth Poulsen, Bygningschef og Agronom, SEGES
Bente Søgaard, Adm. Direktør og Konstruktionsingeniør, BK
NORD A/S

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSION

Der er besøgt 12 landbrug med tilsammen 19 bygninger, hvor de synlige konstruktioner er gennemgået. Der er før besøgene søgt tilgængeligt projektmateriale i form af tegninger, beskrivelser, statisk dokumentation, byggetilladelser, færdigmeldinger mv. Dette er søgt tilvejebragt både hos bygherre, kommune og leverandører. Byggerierne er alle opført i totalentreprise, en enkelt dog som medbyg fra bygherres side.

Ved besøgene er der gennemført en visuel vurdering af konstruktionerne, som er sammenholdt med det forefundne projektmateriale.

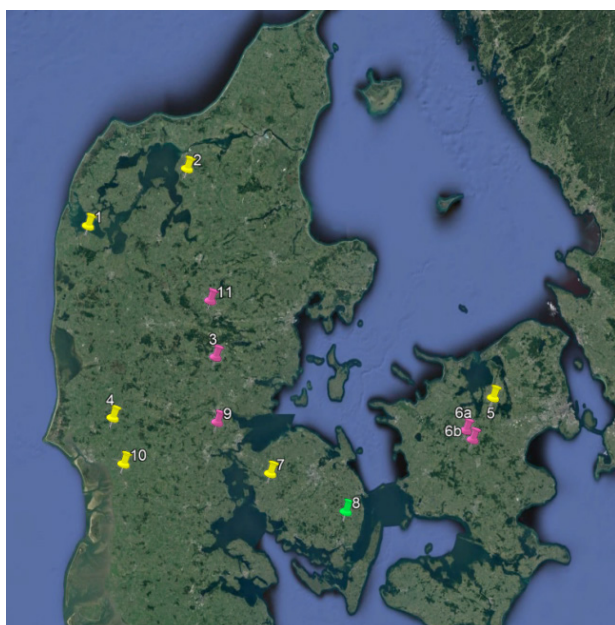
Undersøgelserne er gennemført i perioden 15. august 2017 til 15. oktober 2017 på en række bedrifter, der har indvilget i undersøgelsen, og som har fået opført en ny landbrugsbygning i perioden 2013 til 2017.

Konklusionen på undersøgelserne har opsamlet følgende:

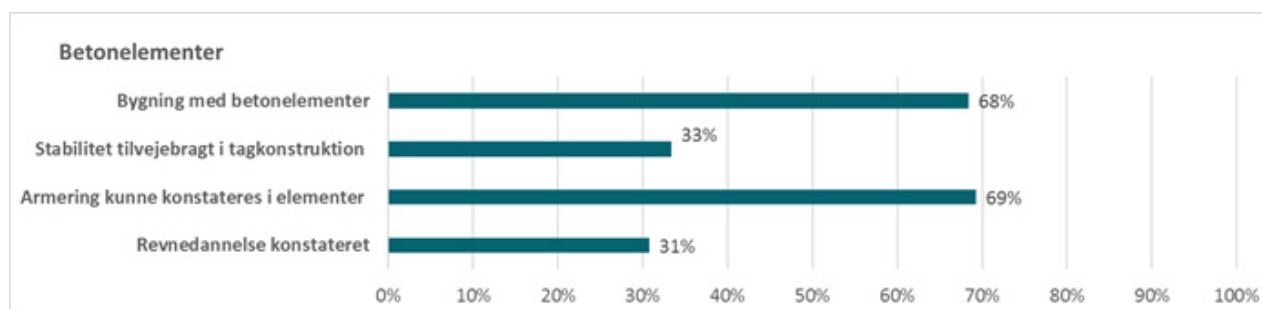
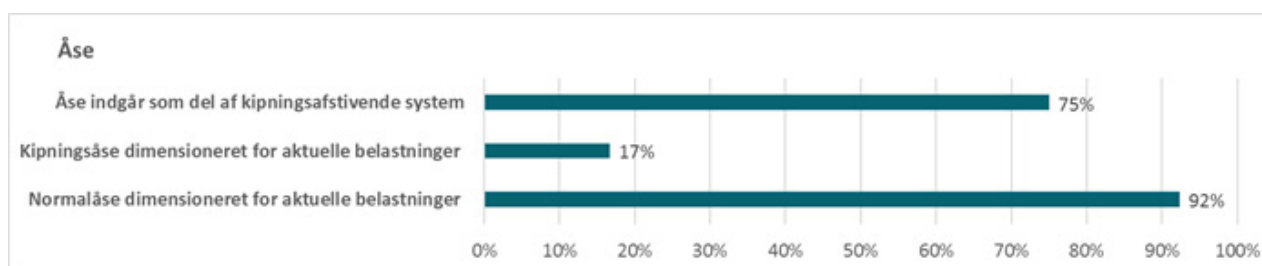
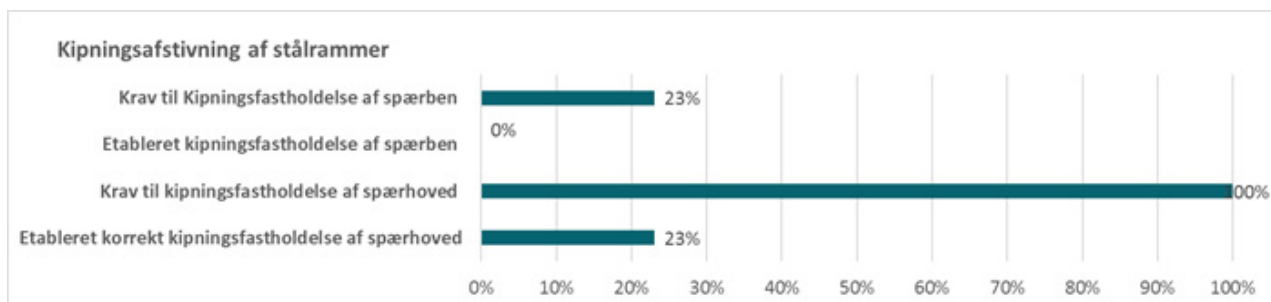
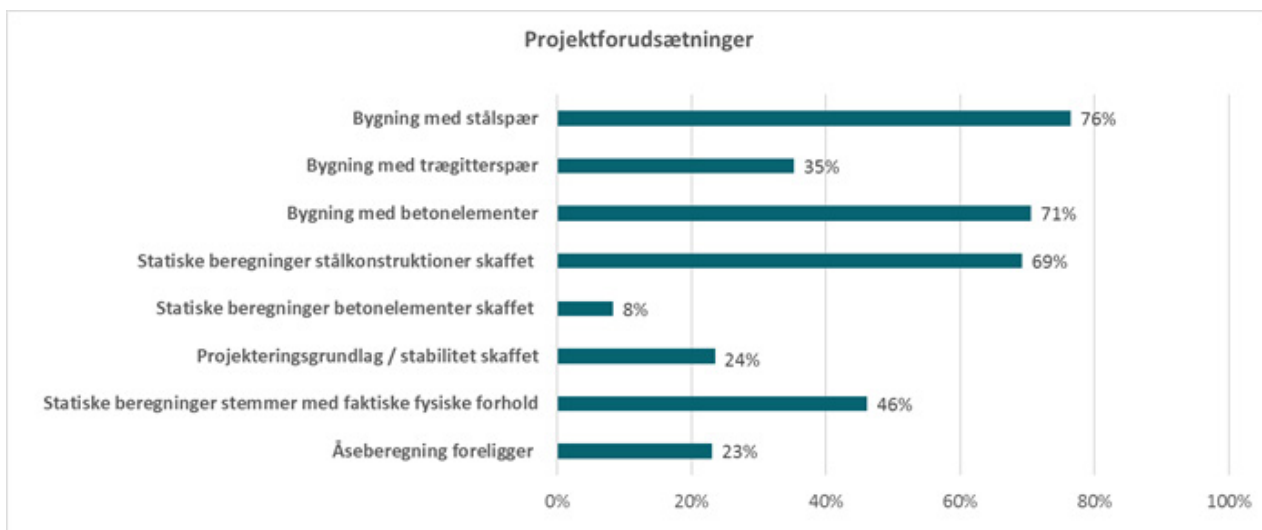
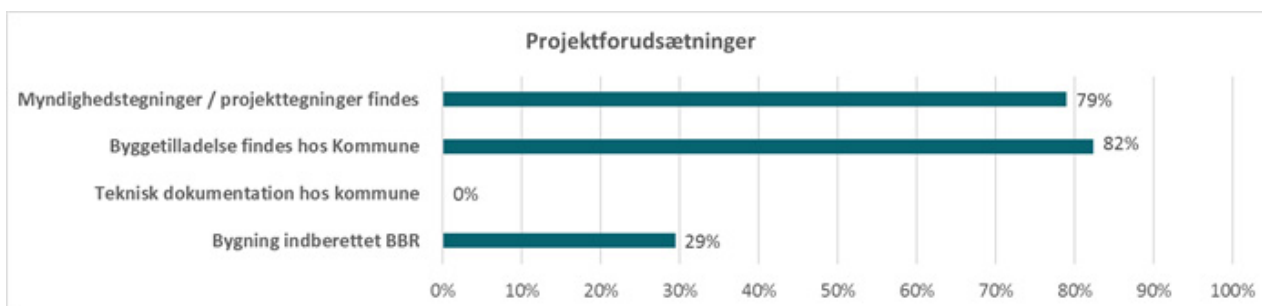
- Mange projekteringsfejl
- Mange udførelsesfejl
- Manglende eller mangelfuldt projektmateriale

Som proces kan der sammenfattes følgende konklusioner:

- Manglende koordinering af projektering, indkøb og udførelse
- Manglende udførelseskontrol af sagkyndig
- Manglende teknisk dokumentation for byggeriet hos kommunerne
- Manglende færdigmelding af byggerierne
- Manglende indberetning til BBR registret



Figur 1. Besøgte ejendomme.
Gul: kvægbesætninger
Rød: Svinebesætninger
Grøn: Planteavler.



Der er ved denne farmtest konstateret mange og alvorlige problemer med bygningernes samlede stabilitet. Der er ligeledes konstateret store mangler i projektgrundlaget for byggerierne, også i det materiale, der ligger hos kommunerne. Problemerne gælder både bygninger med stålspær og bygninger med trægitterspær båret af betonelementer. De fejl og mangler, der er konstateret i både projektering og udførelse, er kritiske af flere årsager:

- Dels nedsætter det bygningernes styrke væsentligt og kollaps kan indtræde lang tid før de bliver belastet til det de skulle kunne bære.
- Dels medfører det en alvorlig risiko for både mennesker og dyr.
- Dels betyder det, at bygherren ikke har fået det færdige produkt han tror, han har købt og betaler fuld pris for.
- Dels kan det betyde store økonomiske tab både ved en evt. forsikrings sag og ved en handel af ejendommen.

Årsagerne til disse mange konstaterede fejl og mangler, vurderes at være manglende viden om det temmelig komplekse fag bygningsstatik og herunder stabilitet, som oftest går på tværs mellem stål, træ og beton.

Projekterne er generelt ikke beskrevet og koordineret som bygningsreglementet foreskriver, og grunden til dette kan være, at mange forsøger at simplificere særligt landbrugsbyggeri. Ofte høres argumenter fra entreprenører og leverandører som "det har vi gjort i så og så mange år" og "vi har leveret så og så mange bygninger på den måde" og "der er ingen af vores bygninger, der er brast sammen" osv.

Sådanne opfattelser og udtryk er og bliver aldrig en dokumentation i sig selv – de grundlæggende normer og regler skal overholdes for at både forsikringsselskaber og panthavere i ejendommene vil være med. Da sneen faldt i 2009-2010 væltede flere hundrede bygninger, mange fik for megen last, men alt for mange væltede grundet mangler i bygningernes bærende konstruktioner, med de forsikringsmæssige tvister det gav.

Det er de færreste bygherrer, der forventer at købe et fejlbehæftet produkt. Og det er de færreste entreprenører og tømrere, der forventer at købe en fejlbehæftet underleverance, som de selv har ansvaret for. Landbrugsbyggeri skal være optimeret og prismæssigt optimalt, men det betyder ikke, at man hverken kan eller må gå på kompromis med de bærende konstruktioners evne til at holde bygningen stående i den forventede levetid.

Under byggeriets ansvarsperiode er det entreprenøren, der har ansvaret, hvis virksomheden eksisterer og kan honorere ansvaret eller hvis der foreligger en garantistillelse jf. AB92/ABT93. Denne ses dog sjældent oprettet med mindre der er en uvildig rådgiver tilkøbt på landbrugsbyggeri.

I sidste ende og senest efter fem år overgår al risiko til bygningsejeren. Derfor er det vigtigt at sikre sig mod sådanne væsentlige fejl og mangler. Måden at sikre sig på er, at få udført det grundlæggende projektgrundlag som bygningsreglementet foreskriver og at få ført uvildigt tilsyn under byggeriet af en ingeniør med indsigt i netop denne type byggerier.

Resultaterne i denne farmtest har været nedslående og der er fundet mere eller mindre graverende fejl i både projektering, indkøb, udførelse og myndighedsdokumentation hos alle de 19 besigtigede ejendomme. De var alle udført i totalentreprise og uden uvildigt tilsyn i byggeprocessen.

2. BAGGRUND OG FORMÅL

Særligt de senere år, når sneen er faldet, har vi desværre set en voldsom mængde bygningskollaps. Rigtig mange bygninger med stålrammekonstruktioner, men også trægitterspærsbygninger, er faldet for sneen. I helt almindeligt vejr, har vi dog også oplevet kollaps eller nærliggende risiko herfor, særligt i bygninger med trægitterspær.

Efter alle snetryks skaderne i 2009-2010 blev der iværksat en undersøgelse, der skulle kortlægge årsagerne. Der blev på baggrund af denne undersøgelse i 2010 udarbejdet en rapport for Erhvervs- og Byggestyrelsen af Dansk Standards S-1990's Eurocode udvalg for last og sikkerhed med en følgegruppe bestående af BK NORD A/S, COWI A/S, Dansk Byggeri, Danske Træspærs-producenter, ES-Consult A/S, Forsikring & Pension, Gråkjær A/S, Rambøll og Statens Byggeforskningsinstitut.

Denne rapport konkluderede overordnet omkring de skadede bygninger, at der var:

- Mange udførelsesfejl
- Mange beregningsfejl
- Manglende vedligeholdelse

Endvidere blev der konstateret at:

- Generelt manglende materiale hos myndighederne på landbrugsbyggeri.
- "Ældre" konstruktioner ikke har samme sikkerhed som nyere.
- De registrerede snemængder, tyngder og måden sneen lå på tagene var større og værre end dagældende normer.

Det medførte bl.a. at det danske normsystem (Eurocodes med Nationale Anneks) blev ændret. Pr. 1. marts 2013 kom der således nye normer for snelast, hvor den specifikke tyngde blev øget fra 0,9 kN/m² til 1,0 kN/m², og der kom bl.a. også et nyt lasttilfælde med skæv snelast for de fleste bygninger med facader orienteret Øst Vest.

Bygninger til landbruget bygges typisk med en bærende konstruktion af stålrammer med en facadebeklædning af f.eks. betonelementer eller som trægitterspærskonstruktioner, som hviler på betonelementer.

Gennem de senere år er bygningsbredderne blevet større. Samtidigt hermed udføres stålramme konstruktionerne ofte højere og slankere af hensyn til materialeoptimeringer. Det stiller langt større krav til afstivningen (stabiliseringen) af konstruktionerne.

Erhvervs- og Byggestyrelsen udgav i 2010 på baggrund af den førnævnte undersøgelse, en pjece med titlen "Er din bygning snesikker", som giver gode råd og anvisninger til undersøgelse af stabiliteten i de eksisterende konstruktioner med både trægitterspær og stålrammekonstruktioner.

I 2002 og 2006 er der lavet farmtest på brede trægitterspærs tværafstivning fra SEGES (tidligere Dansk Landbrugsrådgivning), og begge med et nedslående resultat. I 2016 kom der igen stor fokus på emnet efter flere tagkollaps af brede trægitterspær til specielt supermarkeder. Det har udmøntet sig i en ny publikation, der netop er udkommet "TRÆ 73 Tagkonstruktioner med store spær" udgivet af Træ Information november 2017.

Derfor koncentrerer denne farmtest sig ikke om den indre afstivning og forankring af selve trægitterspærene, men derimod om bygningsstabilitet af bygninger med stålkonstruktioner og betonelementer og processen med projektering, myndighedsgodkendelse og udførelse af nyere bygninger med disse konstruktioner.

Formålet med denne farmtest er, at undersøge om de nyere bygninger til landbruget er udført med større bevågenhed på projektering, indkøb og udførelse end de resultater, der blev fundet i 2010 via undersøgelsen fra Erhvervs- og Byggestyrelsen.

Hensigten er at forebygge, at utilsigtede skader IKKE sker i fremtiden og gøre opmærksom på kritiske sammenhænge.

3. GENNEMFØRELSE OG RESULTATER

Der er besøgt 12 landbrug med tilsammen 19 bygninger, hvor de bærende konstruktioner og betonelementer er gennemgået.

DE DELTAGENDE PROJEKTER ER UDVALGT PÅ BAGGRUND AF FØLGENDE KRITERIER:

Bygninger med stålrammekonstruktioner:

- ✓ Kvægstalde, svinestalde, maskinhuse eller kornlader
- ✓ Spændvidde på 25 meter eller derover
- ✓ Selvstændig bygning
- ✓ Gerne med betonelementer på facader
- ✓ Max. fem år gammel

Bygninger med trægitterspærskonstruktioner:

- ✓ Svinestalde
- ✓ Betonelementer som bærende for trægitterspærene
- ✓ Max. fem år gammel

Formålet med undersøgelsen har været at besigtige og af-dække forskellige kritiske sammenhænge og følgende elementer er undersøgt ved besigtigelserne for henholdsvis:

Stålrammer:

- ✓ Kipningsafstivning på tag og facader
- ✓ Åse og løsholte
- ✓ Vindafstivning og gavlsøjler
- ✓ Overfladebehandling

Betonelementer:

- ✓ Fastgørelser til henholdsvis spær, søjler og evt. gulv
- ✓ Optagelse af kræfter
- ✓ Revnedannelser

RESULTATERNE KAN SAMMENFATTES SOM FØLGER:

ANTAL	
Bygninger i alt besigtiget	19
Bygninger udført i Totalentreprise	19
Bygninger med byggerådgivning under byggeri (tilsyn)	0 (2 dog i forbindelse med mangelfhjælpning)
Myndighedstegninger fremskaffet	16
Byggetilladelse fremskaffet	15
Teknisk dokumentation hos kommune	0 Ikke komplet materiale i nogen af byggesagerne. Enkelte sager med indscannede beregninger på stålspær, andre alene med en statisk projekteringsrapport uden leverandørstatik.
Bygning indberettet til BBR	5
Bygninger med stålkonstruktioner	13 (ud af 19 besigtigede bygninger)
Antal hvor vi kunne skaffe statiske beregninger på stålkonstruktioner	9 (ud af 13 bygninger med stål)
Antal hvor vi kunne skaffe statiske beregninger på åse	3 (ud af 13 bygninger med stål)
Antal af de statiske beregninger, der stemmer med fysiske forhold	3 (ud af 13 bygninger med stål)
Antal hvor kipningsfastholdelser var etableret	3 (ud af 13 bygninger med stål)
Antal hvor vindafstivning var i forbindelse med gavlsøjler	0 (ud af 13 bygninger med stål)
Antal hvor der var problemer med overfladebehandlingen	2 (ud af 13 bygninger med stål)
Bygninger med betonelementer	13 (ud af 19 besigtigede bygninger)
Antal hvor der var en stabilitetsbeskrivelse på bygning med træspær på betonelementer	4 (ud af 6 bygninger med beton og træspær)
Antal hvor stabiliteten sås at være udført tilstrækkeligt	2 (ud af 6 bygninger med beton og træspær)
Antal hvor vi kunne skaffe statiske beregninger på betonelementer	1 (ud af 13 bygninger med Betonelementer)
Heraf antal, der stemmer med fysiske forhold	1 (ud af 1 fremskaffede beregninger)
Antal hvor der var revnedannelser i betonelementer	4 (ud af 13 bygninger med betonelementer)
Antal med revner i betonelementer uden konstruktivt armeringsnet i beton	4 (ud af 4 bygninger med revner i betonelementer)

4. RESULTATER OG DISKUSSION

Dette kapitel omhandler de fejl og mangler, som var gennemgående i forbindelse med vores observationer. Mængden af fejl og mangler varierer fra bygning til bygning. Nogle steder er bygningerne behæftet med meget kritiske og faretruende mange fejl og mangler. Andre steder er det begrænset til et omfang, der kan kritiseres, men som ikke er alarmerende for bygningens styrke og stabilitet.

Vi gennemgår i dette kapitel baggrunden for, hvorfor de enkelte områder er væsentlige og beskriver de fundne resultater nærmere.

4.1 Statisk dokumentation

Kun 4 af 17 bygninger havde en statisk projekt rapport, jf. BR kapitel 4, med den samlede bygningsstabilitet og ansvorsforhold beskrevet.

I henhold til Bygningsreglementets kapitel 4, skal der foreligge en dokumentation af de bærende konstruktioner, herunder en statisk projekteringsrapport, der bl.a. beskriver byggeriets art, omfang, organisering, opgavefordeling, dimensioneringsforudsætninger og kontrol i projekteringen for derigennem at sikre, at alle relevante emner bliver medtaget i konstruktionsdokumentationen og på et ensartet grundlag. En sådan statisk projekteringsrapport foreligger kun for 4 af de 19 bygninger.

I 2 af disse 4 byggerier med en statisk projekteringsrapport, kunne der dog alligevel konstateres væsentlige og meget kritiske mangler ved den faktiske udførelse i forhold til stabiliteten.

Havde der været udarbejdet et fælles projekteringsgrundlag på de 15 øvrige bygninger, så kunne mange af de konstaterede fejl i dimensioneringsforudsætninger og udførelsen måske have været undgået.

Stålrammebygninger:

Indkøbere af stålkonstruktioner skal specificere de forudsætninger leverancen skal leve op til i form af tegninger, kravsspecifikation, projektgrundlag og statisk projekteringsrapport.

Hvis IKKE de gør det, så gør spær leverandøren typisk sine egne forudsætninger af konkurrencemæssige eller andre grunde og derved kan der opstå mange af de konstaterede fejl i de statiske beregninger – se mere i følgende afsnit (4.2 og 4.3, som ikke bliver opdaget, hvis ikke indkøberen forstår at gennemskue tilbuddenes forskellige forudsætninger.

En stålrammekonstruktion er en relativ enkel konstruktions-type, hvor stålrammen bærer den lodrette og vandrette last på tværs af bygningen via rammevirkning og fører disse laster til fundament. For vind på langs af bygningen stabiliseres rammerne af vindgitre, som også er en del af spærleverancen.

Udfordringerne med en stålrammekonstruktion er, at den er meget stærk i sit eget plan, men samtidig er den meget svag på tværs af sit eget plan, grundet de høje slanke konstruktioner.

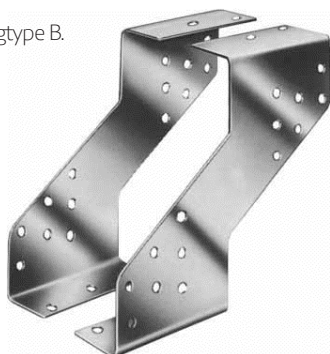
Stålrammekonstruktioner i høje slanke profiler, som langt de fleste rammekonstruktioner er i dag, kan ikke bære sine laster uden at blive stabiliseret af et afstivende system.

Disse afstivende systemer skal hindre stålrammen i:

- (1) at vælte (vindafstivende system)
- (2) at bøje ud af sit eget plan (fx løsholte og åse)
- (3) at rotere (kippe) de af spær leverandøren forudsatte fastholdte steder, jf. afsnit 4.3. (kipningsbeslag på kipningsåse og/eller kipningsløsholte, kipningsstænger o.l.)

Oftest gør spær leverandøren den forudsætning i sit tilbud, at tag og facadebeklædningen skal kunne stabilisere stålkonstruktionen.

Billede 1: Gerberbeslagtype B.
Kilde ITW BYG



Billede 2: Gerberbeslag type W.
Kilde ITW BYG



Vedrørende (1) - så betyder dette enten at vindgitre skal placeres direkte ud for gavlsøjler eller, at åsene skal kunne virke som tryk og/eller trækstænger og kunne føre lasterne fra vind på gavle og tangentiell vindlast på taget til vindafstivningsfagene.

Når vinden blæser på gavlene, så samles disse kræfter i gavlsøjlerne og de afleverer dem igen i top til tag og i bund til fundament. Her er det vigtigt at være opmærksom på, at der nemt kan være tale om store koncentrerede kræfter, som ikke uden videre lader sig optage i hverken åse eller beslag mellem søjle og ramme/ramme og ås. Ligeledes kan der være behov for gerberbeslag af type W (kan tage træk) og ikke kun type B (kan ikke tage træk) som mange anvender som standard beslag.

Vedrørende (2) – så betyder dette, at løsholte og åse skal kunne virke som tryk og trækstænger og kunne fastholde stålpærene mod at bøje vandret ud af sit plan. Sådanne fastholdelseskrafter er relativt små, og vil let kunne optages i sammenhængende løsholte og tagåse strenge. Men det betyder, at de reelt er tilstede og at de samles med gerberbeslag, type W, som kan overføre kræfterne i samlingerne.

Vedrørende (3) – så forudsætter dette, at der sker et samarbejde i både projekteringen, indkøbet og udførelsen. Det sikres ved, at indkøber, udførende tømrer og spær leverandør koordinerer i henhold til projektgrundlaget.

De skal i samarbejde sikre, at enten

- ✓ Afstivende tag og facadeelementer (åse og løsholte) både er dimensioneret til at kunne optage disse ekstralaste og at der dimensioneres, leveres og monteres de overførelsesbeslag (kipningsbeslag), der skal til for at sikre optagelsen.
- ✓ Spærleverandøren alternativt selv forestår projektering, levering og montage af kipningsstænger i stål.
- ✓ Der leveres og udføres en kombineret løsning af ovenstående to muligheder.

Her ses det, bl.a. på baggrund af undersøgelsens resultater, at der ofte sker et brist som kan være begrundet i, at der ikke foreligger et velbeskrevet projektmateriale og at det ikke er kontrolleret under projektering og udførelse.

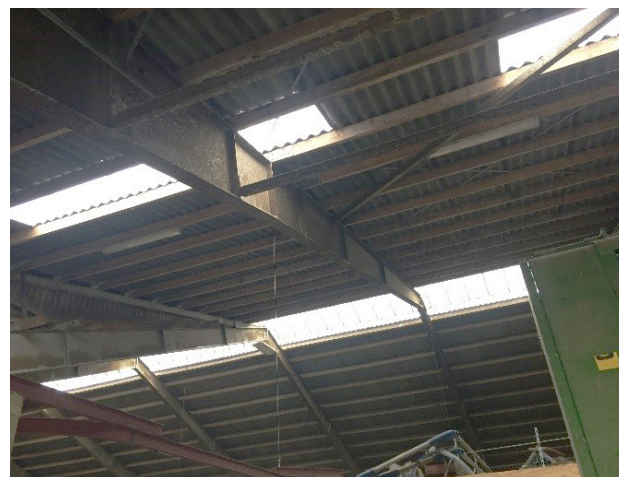
Idet der ofte er stor konkurrence på stålpærs leverancen, og idet prisen oftest er det største konkurrenceparameter, så er det ekstra vigtigt at iagttage disse kipningsmæssige forhold, da de har stor betydning for gennemførelsen af projekterne. Spær leverandører bør oplyse om deres forudsætninger for kipningsfastholdelser allerede i tilbudsfasen og angive antal og ca. størrelser til indkøberen, da det har betydning for den samlede pris på tømrer og stål.

I de besigtigede byggerier er det konstateret, at der i flere bygninger netop er lavet en kombineret løsning, hvor der er leveret kipningsstænger til nogle af fastholdelsespunkterne og bare kipningsbeslag (uden forstærkede åse) eller slet ingen rotationssikring til de resterende kipningsfastholdte forudsatte steder. Det betyder, at kipningsstabiliteten ikke er sikret for den samlede bygning, selvom der delvist er medleveret kipningsstænger fra spær leverandør.

Trægitterspærkonstruktioner:

Samme stabilitetsmæssige udfordringer gør sig gældende for trægitterspærkonstruktioner, der dog er relativt mere komplicerede konstruktioner rent afstivningsmæssigt.

Spær leverandørerne påtager sig oftest alene ansvaret for, at det enkelte gitter kan holde i sit eget plan. En tømrer skal så etablere al den langs- og tværgående afstivning, der er nødvendig for at konstruktionen er afstivet korrekt og derved kan holde til de kræfter, de er forudsat at kunne.



Billede 3. og 4. Kipningsstang ved den eller de nederste åse, mens de øvrige tre til fire kipningsfastholdelsessteder ikke er afstivet, trods indsvøjte kropsafstivninger, der er et tegn på, at spær fabrikken har forudsat en fastholdelse i sin dimensionering.

Afstivning af den samlede bygning er kompliceret, særligt når der er tale om landbrugsbygninger med både stor bredde og længde. Stabiliteten kan nemlig etableres på mange forskellige måder i en trægitterspærbygning, og det er langt fra nok at tænke på selve spærenes afstivning. Det er den samlede bygning, der er kritisk. Hvis den valgte metode ikke er veldefineret, så ved tømreren og elementleverandøren ikke, hvad de skal levere og montere efter, og så kan der ske dimensionerings- og udførelsesfejl.



Billede 5. En trægitterspærkonstruktion, hvor der ikke ses sammenhæng mellem den udførte gavtrekant og den indlagte stabilitet i loftet.

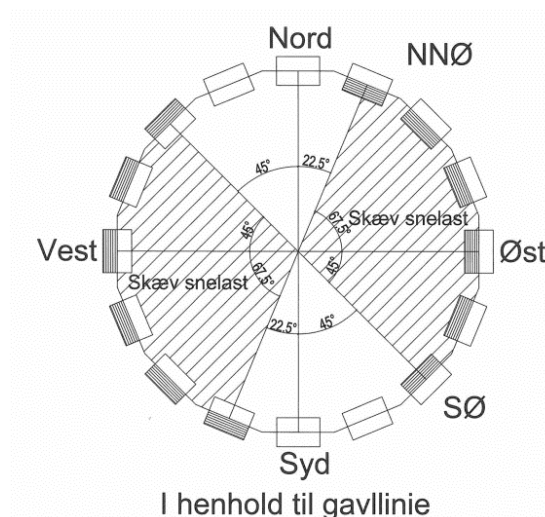
4.2 Statiske beregninger på de bærende konstruktioner

Kun fire af de ni forelagte statiske beregninger på de bærende konstruktioner stemte overens med de faktiske forhold.

Spær leverandørerne skal kunne dokumentere, at de leverede konstruktioner lever op til de faktiske forhold. Det forudsætter dog, at de har tilgængeligt projektmateriale og et projektgrundlag i forbindelse med egen projektering. Problematikkerne i de forelagte statiske beregninger var forskellige som fx:

- Bygning var ikke dimensioneret for skæv snelast, selvom den var orienteret med facader i retningen øst/vest
- Bygning var ikke dimensioneret for korrekt afstand til Vesterhav
- Forudsat vandret fastholdelse af rammeben i bygning uden beklædning
- Forudsat kipningsfastholdelse af rammeben ved porte til begge sider
- Statikkens stålgeometri stemte ikke overens med udført geometri

Konsekvensen er, at bygningens bærende konstruktioner ikke er dokumenteret værende tilstrækkelige som udført og derfor ikke kan bruges som dokumentation overfor myndigheder, forsikringsselskaber og evt. andre interesserede.



Figur 1. Bygningsorientering, der medfører dimensionering for skæv snelast. Kilde: DS/EN 1991-1-3 DK NA:2015 afsnit 5.3.3(4).



Billede 6. Rammeben med to indsvøjede kropsafstivninger, der fortæller, at spær leverandøren har forudsat to kipningsfastholdelser, hvilket ikke kan lade sig gøre på rammeben placeret mellem to porte.

4.3 Kipningsfastholdelser af stålrammer

Kun i tre af 13 bygninger med stålrammer, var de i statikken forudsatte kipningsfastholdelser etableret korrekt.

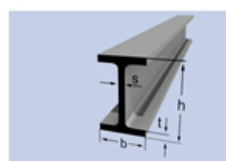
Høje slanke konstruktioner skal kipningsafstives flere steder end lavere og mere kompakte konstruktioner. Effekten af at øge højden er stor for styrke og nedbøjninger, mens stabiliteten ikke øges.

Herunder vises et eksempel, hvor en IPE300 øges fra 300 mm i højden til 600 mm.

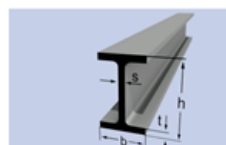
Det giver en væsentlig forøgelse på både styrken (brud), der øges 2,58 gange og stivheden (nedbøjninger), der øges 4,92 gange, mens slankheden (stabiliteten fx kipning) ikke øges.

Det viser, at man kan bruge opsvejste (høje slanke profiler) til meget større kræfter og spændvidder, men slankheden bliver mere kritisk, idet den ikke øges. Derfor kræver det væsentlig flere fastholdelsessteder at anvende de høje slanke opsvejste profiler rent stabilitetsmæssigt.

Høje slanke profiler / konstruktioners muligheder og udfordringer



IPE300 - opsvejst
 $W = 572 \cdot 10^3$ (100%)
 $I_x = 75.9 \cdot 10^6$ (100%)
 $I_y = 5.63 \cdot 10^6$ (100%)



Samme profil med H = 600
 $W = 1473 \cdot 10^3$ (258%) - styrke
 $I_x = 374 \cdot 10^6$ (492%) - nedbøjninger
 $I_y = 5.64 \cdot 10^6$ (100 %) - stabilitet

Billede 7. (Kilde BK NORD A/S)

For at sikre stabiliteten af en stålrammekonstruktion skal den indvendige (trykkede) flange fastholdes mod at bøje ud et vist antal steder. Disse steder findes ved de statiske beregninger, som spær leverandøren selv foretager forud for sin produktion.

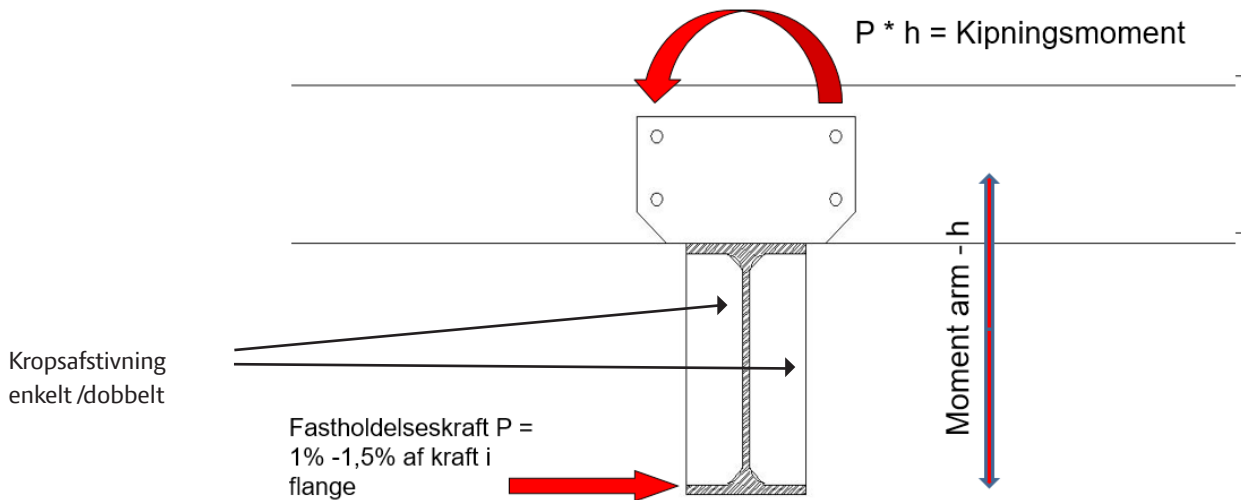
Det er derfor spær leverandøren, der kan oplyse antal, placering og kræfter til den, der indkøber og koordinerer projektet, således de kipningsafstivende elementer kan dimensioneres herfor.

Jo flere kipningsafstivninger en spær leverandør forudsætter optaget af tag og facader jo flere steder skal tømreren etablere sådanne, og det har indvirkning på den samlede pris, selv om stålprisen måske er lav.

- Der er derfor stor forskel på om den ene spær leverandør kommer med spær, der forudsætter fx tre kipningsfastholdelser pr. tagflade og en anden forudsætter fx ni pr. tagflade eller om spær leverandøren selv har et kipningsafstivende system med i sin leverance.
- Ligeledes er det meget væsentligt at få oplyst, om der er forudsat kipningsafstivning af rammebenene, særligt idet mange facadebeklædninger kan have svært ved at optage disse. Et alternativ hertil er at levere stålrammer med kipningsfrie rammeben, hvilket betyder noget for staldimensionen og dermed prisen.

Ligeledes er der også stor forskel på størrelsen af kipningsmomenterne, og derved på kapaciteten, der skal være af det kipningsafstivende system det pågældende sted. Jo højere en stålramme er jo større bliver momentarmen og derved kipningsmomentet, hvilket er illustreret på følgende principskitse:

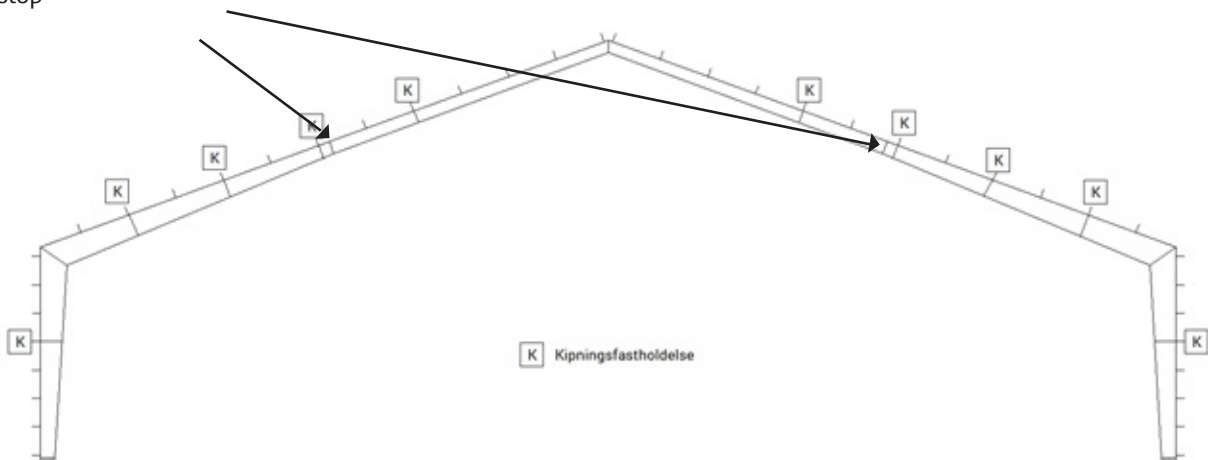
Kipningsmoment



FAKTA: Er der indsvejt en kropsafstivning, er der behov for kipningsafstivning

Figur. Illustration af kipningsmoment (Kilde BK NORD A/S)

Kropsafstivning ved kilestop



Figur 3. Eksempel på rammeopstalt med angivne kipningsafstivninger (K) samt kropsafstivninger ved kilestop. Kilestop angiver ikke kipningsafstivning. (Kilde BK NORD A/S)

Kipningsafstivningen skal altid tilvejebringes det sted på rammen, hvor det er forudsat af spær leverandøren. En stålrammekonstruktion skal kipningsafstives, det af spær fabrikken forudsatte antal steder, for at stabiliteten er sikret. De pågældende steder skal fremgå af en tegningsopstalt og være sammenfaldende med de statiske beregninger.

Kropsafstivninger:

Er der indsvejt kropsafstivninger i stålrammens ben eller spærhoved, så er det et sikkert tegn på, at der pågældende steder er forudsat en kipningsafstivning. Dog skal der også indsvejes kropsafstivninger, hvor flangen ændrer retning, fx ved kilestop på rigel og evt. rammeben. Sådanne kropsafstivninger ved "kilestop" indikerer ikke krav til kipningsafstivning.

Kipningsafstivninger

Kipningsfastholdelser er en vridningssikring af underflangen (inderflangen) mod at rotere ved stor belastning. Er disse kipningsfastholdelser ikke etableret, vil den samlede konstruktion ikke kunne optage nær den belastning, den er forudsat til at kunne. Kipning vil kunne indtræde lang tid før rammen får den belastning den reelt set er dimensioneret til at kunne bære. Manglende etablerede kipningsafstivninger nedbringer sikkerhedsniveauet væsentligt for den bærende konstruktion.

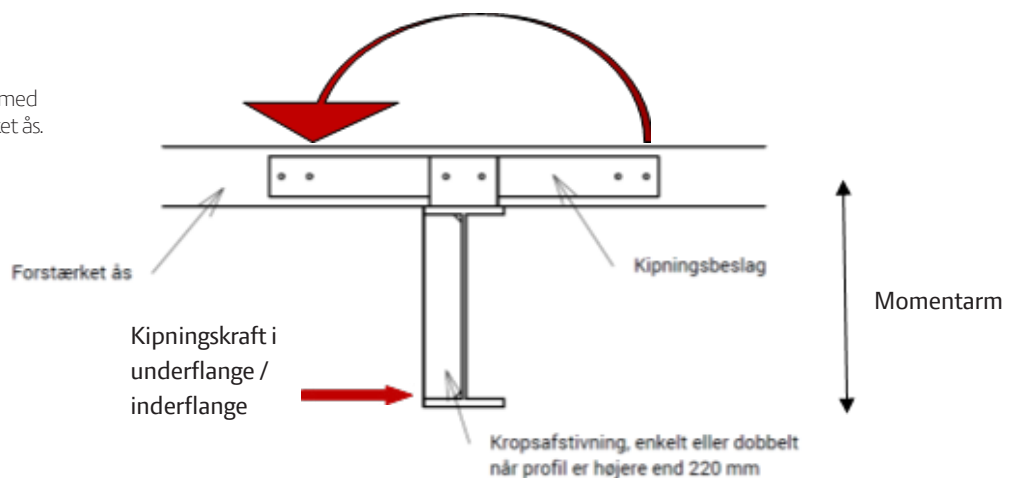
Kipningsafstivninger kan etableres på flere forskellige måder, bl.a. som vist på følgende tre figurer. Den grundlæggende forudsætning er i alle løsninger, at underflangen/inderflangen skal hindres i at rotere.

Afstivningen skal udføres alle de steder, der på tegningen fra spær leverandøren, er vist behov for en fiksering af underflangen/inderflangen (K). Man kan godt kombinere forskellige løsninger på rammen, afhængigt af kipningsmomenternes størrelse, men det kræver, at indkøber og tømreren er klar over dette forhold og at det sikres i et samarbejde, hvorledes afstivningen etableres forsvarligt på alle de af spær leverandøren forudsatte steder.

Eksempel 1:

Et langt stålbeslag, der sidder mellem åselappen og åsen samt en åsedimension, der kan optage tillægsmomentet.

Figur 4. Kipningsafstivning med kipningsbeslag og forstærket ås.
(Kilde BK NORD A/S)



Eksempelberegning:

Stålramme med c/c afstand på 4,5 meter midt og 3,9 m gavlfag.

Orientering facader øst/vest (skæv sne), uisoleret eternittag, vind 24 m/s og CC2.

Kipningsmoment pågældende sted oplyst af spær leverandør: $K_{kip} = 1,2 \text{ kNm}$

Beregning af kipningsbeslagslængde ved M12 franske skruer i ender af beslag:

$1,2 \text{ kNm} < X * 2 * 2,6 \text{ kN}$ (Kapacitet for franske skrue i C18 træ)

Resultat $X = 230 \text{ mm}$ mellem center boltegrupper v. 2M12 i begge ender

Ved 2M12 franske skruer i begge ender af kipningsbeslag:

Boltene placeres med minimumafstand, her $5 * d$ (uden forboring) = 60 mm

Afstand til kant beslag sættes til $20 \text{ mm} > 1,5 * d = 18 \text{ mm}$

Samlet mindste beslaglængde $> (230 + 60 + 20 + 20) \text{ mm} = 330 \text{ mm}$

Ved 1M12 fransk skrue i begge ender af kipningsbeslag)

Her bliver mindste længde på beslag $460 + 20 + 20 = 500 \text{ mm}$

Beregning af nødvendig åsedimension til kipningsåse:

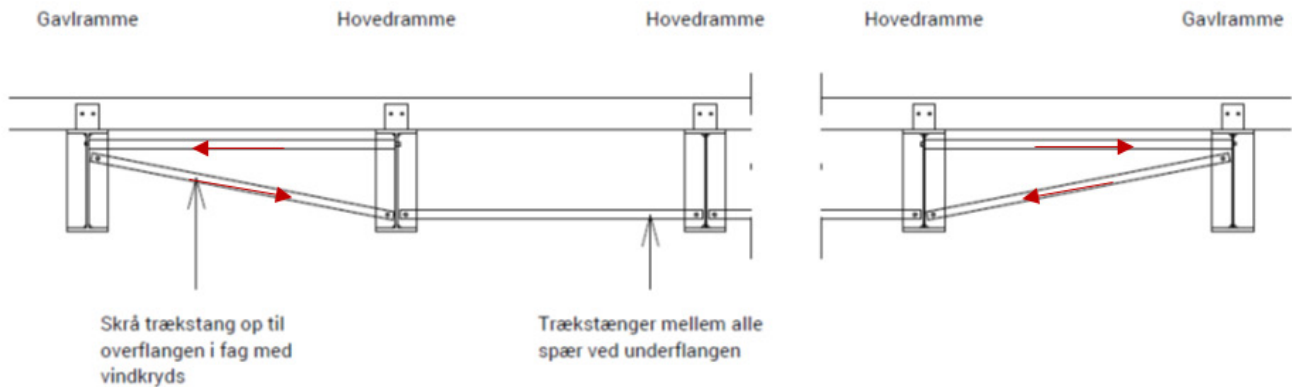
Åsedimension jf. ÅSEDIM fra Træinformation:

Standard ås: 75 * 150 mm C18 på Østside / 88*150 C18 på Vestside

Kipningsås (v. $K_{kip} = 1,2 \text{ kNm}$): 88* 150 mm C18 på Østside / 113*150 C18 på Vestside

Eksempel 2:

Kipningsstænger, der optager kipningskraften nær underflange og fører disse skråt op til vindkrydsfag, hvor de afleveres og optages.



Figur 5. Kipningsafstivning med gennemgående trækstænger ved underflange ført op til overside stålrammer ved vindkrydsfag (Kilde BK NORD A/S)

Eksempelberegning:

Kipningsmomentet divideres med armen mellem C/C ås og kipningsstang, hvorved fastholdelseskraften fås:

$M_{kip} = 1,2 \text{ kNm}$ Antaget momentarm = 700 mm

$P_{kip} = 1,2 \text{ kNm} / 700 \text{ mm} = 1,7 \text{ kN}$

For et samlet system kan denne trækraft reduceres i forhold til antallet (metoden er beskrevet i nu udgået DS412, 2. udgave 1983 pkt. 6.2.6)

Ved fx 10 hovedrammer, der skal fastholdes i et samlet system:

$P_{kip, \text{ resulterende}} = (0,015 * 1,7 + 0,01 * 1,7 + 8 * 0,005 * 1,7) / 0,015 = 7,3 \text{ kN}$

Denne kraft skal optages som træk i et stang- eller wiresystem placeret ved underflangen af spærerne og føres op til vindkrydsfagene som vist på skitse.

Dette er relativt små kræfter, som de fleste stålprofiler og bolte kan overføre. Regneeksempel er udeladt.

Eksempel 3>

Kipningsstænger - der monteres momentstift i hvert andet fag og derved danner en rammevirkning til optagelse af kipningskraften. Kræfterne afleveres dermed som vandrette reaktioner til åsene i stedet for momenter.



Figur 6. Kipningsafstivning med momentstænger i hvert andet fag (Kilde BK NORD A/S).

Eksempelberegning:

Kipningsmomentet divideres med armen det pågældende sted, hvorved fastholdelseskraften fås:

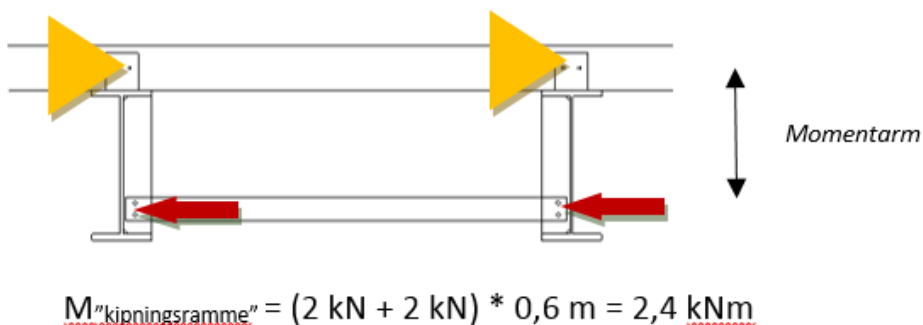
$$M_{\text{kip}} = 1,2 \text{ kNm}$$

Momentarm (bør være så stor som muligt og tæt på underflange)

= Afstand mellem bolte i ås og center kipningsstang ~ 600 mm (antaget værdi)

$$P_{\text{kip}} = 1,2 \text{ kNm} / 600 \text{ mm} = 2 \text{ kN}$$

Der etableres ovenfor viste momentstive rammesystem mellem to og to rammer.



Figur 7. Kraftforløb i kipningsmomentstænger (Kilde BK NORD A/S)

Boltesamlingen (1), kipningsstangen (2), beslaget på kipningsstangen (3) og kropsafstivningens bredde (4) skal som alle fire delelementer kunne optage dette moment.

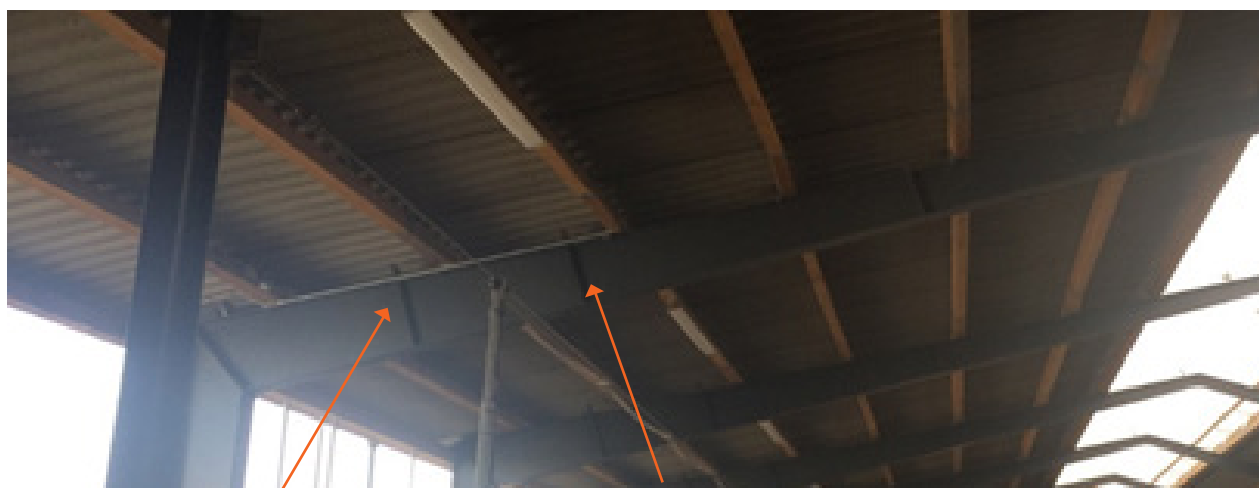
- (1) Fx 2 M 16 bolte med c/c 60 mm => 40 kN
M16 (8.8) Kapacitet = 55,8 kN OK (snit i gevind)
- (2) Ø 88,9 * 3,2 mm (S235):
 $M_{kap} = 17.800 * 215 \text{ MPa} = 3,82 \text{ kNm} > 2,4 \text{ kNm OK}$
- (3) Plade 8 mm og M16 mm hulrandstryk = 48 kN > 40 kN OK
- (4) Samt (3) Plade 8 mm i 100 mm højde
 $M_{kap} = 13.333 * 215 \text{ MPa} = 2,87 \text{ kNm} > 2,4 \text{ kNm OK}$



Billede 8. Intet kipningsbeslag monteret over kropsafstivning



Billede 9. Kipningsbeslag monteret, men ås er ikke forstærket.



Billede 10. Åselapper flyttet og ingen kipningsafstivning er etableret



Billede 11. Kipningsbeslag monteret på forkert ås og kipningsbeslag mangler, således de rigtige steder ligesom åse ikke er forstærket.



Billede 12 og 13. Kipningsstang kun monteret ved nederste afstivning, øvrige kipningsfastholdelser er ikke etableret.

Billede 14. Kipningsfastholdelser forudsat på endefag - ved hævet tagflade – både på tag og facader.





Billede 15. Kipningsfastholdelser forudsat ved porte.



Billede 16. Godt eksempel: Kipningsstænger i både tag og facade.



Billede 17. Godt eksempel: Forstærkede kipningsåse ved kipningsbeslag og kropsafstivninger.

4.4 Vindafstivning af stålrammekonstruktioner

Ingen af de besøgtede bygninger med stålrammer havde vindgitre med direkte sammenhæng til gavlsøjler.

Der er en tradition for at placere vindgitrene i andet fag fra gavl, da det giver en simplere stålmonter, da montørerne kan etablere et fast fag mellem to hovedrammer før man monterer den ofte væsentlige slappere gavlramme, der jo understøttes af gavlsøjler.

Vindlast på gavle og dermed på langs af en stålrammebygning optages af de vindafstivende systemer i tagladen og facader. Vindlast på gavl optages i gavlsøjlerne og kræfterne fra toppen af disse, (halvdelen af gavlsøjlels højde * afstanden mellem gavlsøjlerne), skal føres til trykstængerne ved et X-kryds og tryk/trækstængerne ved et V-kryds.

Det er ofte relativt koncentrerede kræfter gavlsøjlerne afleverer i toppen til taget. I større bygninger kan de nemt komme op på 20 til 30 kN pr. samling.

Så store kræfter kan ikke optages ved kontaktryk til træ i de typiske 6 stk. M12 franske skrue, der oftest forbinder gavlrammen med åsene gennem åselappen. Forbindelsen her kan opgraderes, hvilket dog ikke er det vi har set ved besigtigelserne.

Også åsene skal være dimensioneret til at kunne optage kræfterne og derudover skal de være samlet med gerberbeslag type W for at kunne overføre trækkræfter fra åsefag til åsefag. Endeligt skal forbindelsen igen forstærkes mellem ås og ramme med vindkryds for at kunne aflevere kræfterne til vindgitterfaget, hvis det er placeret inde i bygningen.

Landbrugsbygninger mellem 20 og 40 meter i spændvidde placeres efter DS/INF 1990:2012 i CC2 (Konsekvensklasse 2). Ved CC2 skal der foretages en vurdering af robustheden af konstruktionen, hvilket medfører, at der bør være sammenhæng mellem kræfterne og deres optagelsesvilkår.



Billede 18 og 19. Typisk placering af vindkryds i andet fag og ikke i direkte kontakt med gavlsøjlerne.



Billede 20. Typisk samling mellem gavlsøjle, gavlramme og ås.

(4) En konstruktions robusthed skal stå i forhold til konsekvenserne af et svigt af konstruktionen. Der stilles kun krav til dokumentation af robusthed for konstruktioner i konsekvensklasse CC3. For konstruktioner i konsekvensklasse CC2 skal der dog foreligge en vurdering af robustheden. Detaljeringen af vurderingen skal øges i tilfælde af større spændvidder, store koncentrerede laster, få understøtninger og specielle (sjældne eller nye) konstruktionstyper.

(5) En robust konstruktion opnås ved et hensigtsmæssigt valg af materialer, overordnet statisk princip og konstruktionsopbygning samt ved hensigtsmæssig udformning af nøgleelementer. Et nøgleelement er en begrænset del af konstruktionen, der trods sin begrænsning i omfang har en central betydning for konstruktionens robusthed, således at et eventuelt svigt af dette bevirker, at hele konstruktionen eller betydende dele af konstruktionen

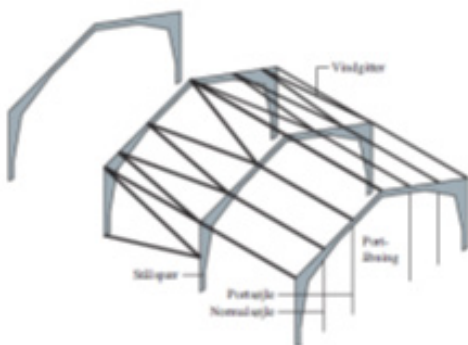
Uddrag af DS/EN 1990 DK NA:2013 vedrørende krav til robusthed af en konstruktion.

Den bedste og enkleste måde at sikre denne sammenhæng er at placere vindafstivningsfelterne i gavlfagene og med trykstængerne umiddelbart ud for gavlsøjlerne. Alternativet er at føre tryk-/trækstænger i stål fra gavlrammen til faget med vindgitter.



Billede 21. Eksempel på korrekt placeret vindafstivning i et V-kryds og direkte ud for gavlsøjler.

I alle de besigtigede bygninger var vindafstivningerne placeret i inderfag og der var ikke lavet forstærkende tiltag. Konsekvensen ved dette er ikke så kritisk som ved manglende stabilitet af stålrammerne, men der vil kunne komme både bevægelser, deformationer og mulighed for kollaps af gavlramme, som bestemt ikke er tilsigtet. Ligeledes er den samlede bygningsstatik og stabilitet af bygningen ikke komplet.



Figur 8. Princip af bygning med stålstænger til overførelse fra gavlsøjler til vindafstivning, der er placeret i andet fag.

4.5 Overfladebehandling af stålkonstruktioner

2 ud af 13 bygninger med stålrammer havde problemer med overfladebehandlingen.

Stålrammer overfladebehandles for at sikre mod rust og gennemtæring. En overfladebehandling består af en afrensning til rent stål og derefter malerbehandling alternativt en varmgalvanisering.

En stålkonstruktion kan godt fremstå ubehandlet, men skal i så fald være overdimensioneret, således den kan tåle at miste godstykkelse lidt efter lidt. Dette praktiseres meget sjældent for bygningskonstruktioner.

Et andet aspekt af overfladebehandling er det æstetiske, hvor mange forventer at modtage en malet konstruktion, der beholder sit udseende i mange år, såfremt der foretages det nødvendige vedligehold.

Forventningerne til levetiden af en overfladebehandling fastsættes efter det miljø en stålkonstruktion udsættes for og af den tid, man skal forvente inden der skal foretages større efterbehandling.

Overfladebehandling skal leve op til kravene for korrosionskategorierne C1 til C5 og holdbarhedsintervaller lav, middel og høj og defineres af det givne overfladebehandlingssystem.

Den aftalte korrosionskategori og holdbarhedsinterval skal fremgå af aftalegrundlaget.

2 ud af 13 bygninger med stålrammer havde problemer med overfladebehandlingen. Det er et relativt begrænset omfang og indikerer ikke et generelt problem.

Dog er der al mulig grund til at undgå disse rustproblemer på stålkonstruktionerne, idet det kan være overordentligt svært at udbedre til fuld forskriftsmæssig udførelse.

Dette er særligt problematisk når omfanget er generelt og grundlæggende for hele konstruktionen, som det ses på følgende billede.



Billede 22. Konstruktion med problemer med malingstype og/eller den grundlæggende afrensning før malerbehandling.



Billede 23. Rustskader, formodentligt på baggrund af manglende afrensning af svejseslagge før maling.

På billede 23 ses en rustskade på en samling. Skaderne her kommer formodentligt på grund af manglende afrensning efter svejsning af fodplade på øvre rammeben. Sådant svejseslagge er altid kritisk for holdbarhed af ovenfor liggende maling uanset lagtykkelse.

4.6 Stabilitet af bygninger med trægitterspær, båret af betonelementer

Kun i to ud af seks besigtigede bygninger med trægitterspær båret af betonelementer, vurderes bygningens samlede stabilitet udført korrekt.

Stabiliseringen af en bygning med trægitterspær, med facader af betonelementer, kan udføres på flere måder.

Den lodrette bæreevne etableres via

- bærende facadeelementer og
- ved større spændvidder, hvor spærerne mellemunderstøttes af
 - indvendige skillevægselementer
 - lodrette gitterbjælker, der bæres af søjler
 - limtræsbjælker, der bæres af vægge og lignende

Den vandrette bæreevne etableres typisk via

- skivevirkning i tag og loft (vindgitre, gitterbjælker, krydsfinérskiver og lignende). Herfra føres lasterne til facader, gavle og evt. indvendige skillevægge, som skal kunne optage disse laster (væltning og glidning).
- indspændte facadesøjler som systemet kan også opbygges med. Her indgår betonelementerne nogle gange som bjælker mellem de indspændte facadesøjler, alternativt etableres skivevirkning i loft.

Den vandrette bæreevne kan også opbygges på andre måder. I alle tilfælde skal systemet beskrives i den statiske dokumentation.

Det kritiske i sådanne konstruktionsopbygninger er, foruden et entydigt system, alle samlingsdetaljerne mellem elementerne, der indgår i stabiliteten. Er de ikke opbygget forsvarligt ER der ingen skivevirkning og stabiliteten er IKKE tilvejebragt.

I fire af de seks besigtigede bygninger af denne type, var den vandrette stabilitet ikke udført som forventet, særligt grundet samlingsdetaljerne.

Det var problemer som fx, at de langsgående gitterdragere, der skulle etablere loftsskive (bjælke) ikke var forankret forsvarligt til de forudsatte vandrette understøtninger i skillevægge og gavle. Dvs. der reelt set ikke var etableret vandret stabilitet af bygningerne, selvom konstruktionselementerne var at finde i bygningen.



Billede 24 og 25. Langsgående parallelgitterdrager er ikke fastgjorte til skillevægge som forudsat.



Billede 26. Ingen forankring af det tværgående gitter i loft til langsgående mellemunderstøtning, hvor det er delt.

Bygningen ovenfor er med facader og skillevægge af betonelementer og med en tagkonstruktion bestående af trægitter-spær. Stabiliteten var i den statiske dokumentation forudsat etableret via indlagte vandrette gitterdragere i loftet på langs og på tværs af bygningen. Gitterdragerne skulle så fastgøres til facader og skillevægge for at kunne aflevere deres kræfter hertil. Der var ingen indspændte facadesøjler i projektet.

Sådanne udførelsesproblemer kunne måske være undgået ved et detaljeret udførelsesprojekt samt tilsyn under udførelsen. Konsekvensen er, at den forudsatte stabilitet i den samlede bygning IKKE er tilvejebragt og at bygningen reelt set er i risiko for at kollapse.

4.7 Fastgørelse af betonelementer til stålrammer

I tre ud af seks bygninger med betonelementer, der spænder fra stålramme til stålramme, er elementerne fastgjort med egentlige beslag.

I landbrugsbranchen har det tidligere været alment brugt at montere betonelementer alene med et svejsebeslag (montagebeslag) i de øvre hjørner til stålet. Dette ses ikke anvendt i den øvrige industri, idet sådanne beslag meget sjældent kan eftervises til at kunne holde til de kræfter, de reelt set skal overføre til stålet.

Området mellem stål og betonelementer er ofte udstøbt med beton/lecabeton eller andet, der danner mur herimellem. Men idet samlingen ikke er konstruktiv stabil og materialerne bevæger sig forskelligt, ses der oftest store revnedannelser i sådanne samlinger.



Billede 27. Uden fastgørelsesbeslag
Revnedannelse mellem beton, udstøbning og stål.



Billede 28. Med fastgørelsesbeslag

4.8 Statiske beregninger på betonelementer

I kun 1 ud af 11 bygninger med betonelementer har vi kunnet skaffe statiske beregninger på betonelementerne.

Betonelementer skal være dimensioneret til at kunne optage vindbelastning på facade og egen flade, evt. last fra løsvare, evt. lodret og vandret belastning fra en spærkonstruktion samt evt. skivelast fra stabilitet. Alt i henhold til den statiske dokumentation, som specificerer opbygningen, sammenhængen og dermed kravene.

Betonelementers statiske system bestemmes af de samlingsdetaljer, der er lavet for at de kan aflevere deres kræfter til deres understøttende system. Det betyder, at betonelementer kan være både to-, tre- og firesidet understøttet, afhængigt af deres statiske system.

Derfor er det ikke entydigt, hvorledes et betonelement virker. Og derfor skal der også udføres specifikke statiske beregninger på disse ligesom på øvrige konstruktionselementer.

4.9 Revnedannelser i facade elementer

I 4 ud af 13 bygninger med betonelementer er der konstateret væsentlige revnedannelser i facadeelementer.

Beton har en meget lav trækstyrke, og letbeton er endnu svagere. Derfor er konstruktiv armering oftest nødvendigt for at elementerne kan optage de påvirkninger, de skal kunne modstå. Betonelementets tykkelse har også stor betydning for bæreevnen ligesom understøtningsforholdene og beton kvalitet.

Når betonelementer revner, er der udover, at det ikke ser ud som forventet, mulighed for at:

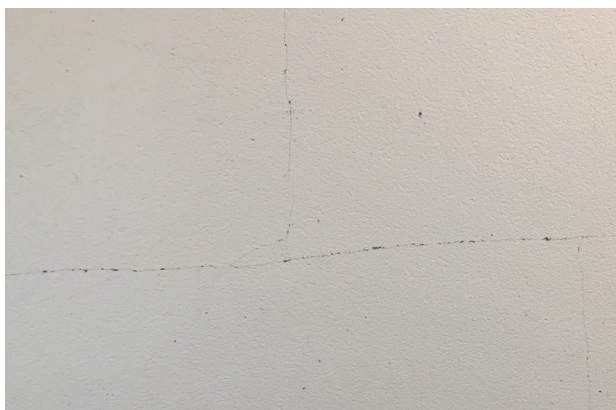
- evt. konstruktiv armering rustner, udvider sig med udfældninger og evt. gennemtæring til følge.
- elementet ikke har den forventede bæreevne.
- snavs og bakterier samler sig i revnerne.

I 4 ud af 13 bygninger, er der konstateret elementer uden konstruktiv armering, udover løftearmering og lidt omkring vinduer og døre.

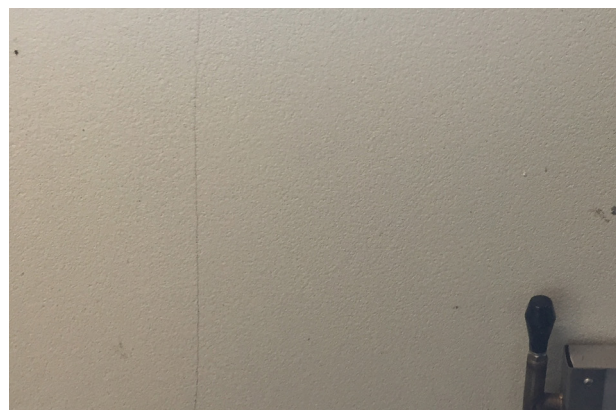
I disse fire bygninger kunne der konstateres revnedannelser i større eller mindre grad.



Billede 29. Hilti PS38, som er anvendt til registreringerne af armering i betonelementer



Billede 30 og 31. Revnedannelser i facadeelementer.



4.10 Åseberegninger/løsholteberegninger

I 3 ud af 13 bygninger med stålrammekonstruktioner er der fremskaffet beregninger på åse/løsholte.

Træåse kan dimensioneres ved hjælp af Landbrugets Byggeblad for træåse oplagt som gerberåse, ved 60 cm mindre gavlfag end hovedfag, se: https://www.landbrugsinfo.dk/byggeri/byggeblade/sider/bb_102_09_18.pdf

Heri indgår også en mulighed for dimensionering af åse for skæv snelast samt kipningsafstivende åse.

Det vil dog på større bygninger oftest være mere optimalt at dimensionere åsene specifikt til det pågældende projekt.

I de tre bygninger, der er set beregninger på åse, er den ene beregning inkluderet en beregning af kipningsåse, hvor de andre alene er en statisk beregning på de anvendte stålåse uden hensyntagen til kipning.

4.11 Fundamentsberegninger

I 2 ud af 19 bygninger er der fremskaffet beregninger på fundamenter.

Fundamenter kan ikke mere dimensioneres ved hjælp af Landbrugets Byggeblad for fundamenter, idet dette dokument er udgået grundet indtrådte normændringer siden sidste revision.

Der skal være sammenhæng mellem fundamenter og de kræfter, der afleveres hertil fra stålrammerne, vindafstivningsfelterne, bærende og stabiliserende søjler og vægge osv. Fundamenternes bæreevne afhænger af de specifikke jordbundsforhold, grundvandsspejl osv.

Det er derfor nødvendigt at foretage en specifik statisk beregning på de enkelte fundamenter.

Kun i 2 ud af de 19 bygninger har der kunnet fremskaffes statiske beregninger på fundamenterne. Fundamenterne er ikke besigtiget, idet de er dækket af jord og betondækket.

5. KONKLUSION

På baggrund af undersøgelsestater er det igen konstateret, at der er meget, der skal koordineres, og meget der kan gå galt i en byggeproces.

De fejl og mangler, der er fundet, kunne måske være undgået, hvis der forud for bygningernes opførelse var udarbejdet en klar oversigt over de fælles forudsætninger for byggeriet. Det er fx tegninger, projekteringsgrundlag, statisk dokumentation og dermed et entydigt aftalegrundlag, der har været mangelfuldt. Generelt mangler der en klar ansvarsfordeling mellem de enkelte aktører i byggeprocessen.

I landbrugsbyggeri har det hidtil været normal praksis, at den tekniske dokumentation indleveres i en "lukket kuvert" til kommunen. Vi har i denne undersøgelse set, at dokumentationen alene har indeholdt en kvittering for arbejdet fra entreprenøren, i nogle tilfælde bilagt en spærberegning fra en leverandør. Men det dokumenterer og beskriver ikke det samlede byggeri og slet ikke byggeriet "som udført", hvilket er intensionen med den tekniske dokumentation.

Ansaret for et byggeri er altid i sidste ende bygherrens. Han kan overdrage dette ansvar helt eller delvist til en rådgiver eller en entreprenør der jf. entreprisekontrakten påtager sig projekteringsansvaret. Et overdraget projekteringsansvar er dog aldrig ubetinget og livslangt, det er tidsmæssigt og ofte også beløbsmæssigt afgrænset.

Hvis bygherren alene ønsker at udnytte entreprenørens sagskundskab til projekteringen (Fx totalentreprise), er det derfor væsentligt at sikre sig, at totalentreprenøren har de rette kompetencer hertil eller køber disse ydelser hos eksterne leverancere, OG at de ansvarsmæssige forhold mellem Bygherre og Totalentreprenør er velbeskrevet i aftalegrundlaget inkl. forsikring og garantier herfor.

Totalentreprenører har som udførende, typisk ikke forsikringsdækning for egen projektering, hvilket kan betyde en risiko for bygherren. Såfremt der konstateres projekteringsfejl og entreprenøren ikke kan honorere dette af egen lomme og hvis der ikke er stillet garanti jf. AB92 / ABT93, kan det betyde, at bygherren ingen garanti har for sit byggeri i den periode, han havde forventet.

Kun i fem af de undersøgte bygninger, har der været en ekstern rådgiver med byggeteknisk indsigt tilknyttet byggeprojektet i projekteringsfasen, mens der kun i to af byggerierne har været foretaget byggeteknisk tilsyn med byggeriernes udførelse, og dette alene i forbindelse med en konkret mangelafhjælpning i forbindelse med aflevering.

Der er i dette projekt set store alvorlige problemer med den samlede stabilitet af både stålskærkonstruktioner og træbjælkekonstruktioner på betonelementer og det er kritisk af flere årsager:

- Dels nedsætter den bæreevnen af stålkonstruktionerne væsentligt og kollaps kan indtræde lang tid før den forudsatte bæreevne er nået, medførende den alvorlige risiko det kan give for mennesker, dyr og økonomi.
- Dels betyder det også, at bygherren i sidste ende ikke får det færdige produkt han mener, og oftest berettiget tror, han har købt.

Vores erfaring med årsagerne til disse mange konstaterede fejl og mangler er, at det sjældent er på grund af manglende vilje til at gøre tingene ordentligt. Det er snarere, fordi der ikke er viden nok herom hos aktørerne, og fordi mange forsøger at simplificere særligt landbrugsbyggeri.

Ofte høres argumenter som "det har vi gjort i så og så mange år" og "vi har leveret så og så mange bygninger på den måde" og "der er ingen af vores bygninger, der er brast sammen" osv. Sådanne opfattelser og udtryk er og bliver aldrig en dokumentation i sig selv. De grundlæggende normer og regler skal overholdes for at både forsikringsselskaber og panthavere i ejendommene vil være med. Da sneen faldt i 2009-2010 væltede flere hundrede bygninger, mange fik for megen last, men alt for mange væltede grundet mangler i bygningernes bærende konstruktioner med de forsikringsmæssige tvister det gav.

Det er de færreste bygherrer, der forventer at købe et fejlbehæftet produkt. Og det er de færreste entreprenører og tømrere, der forventer at købe en fejlbehæftet underleverance, som de selv har ansvaret for.

Under byggeriets ansvarsperiode er det entreprenøren, der har ansvaret, hvis han eksisterer og kan honorere ansvaret eller der foreligger en garantistillelse, der kan.

I sidste ende og senest efter fem år overgår al risiko til bygningsejeren. Derfor er det vigtigt at sikre sig mod sådanne væsentlige fejl og mangler.

Resultaterne har været nedslående og der er fundet mere eller mindre graverende fejl i både projektering, indkøb, udførelse og myndighedsdokumentation hos alle de 19 besøgtede ejendomme.

Vi mener disse resultater er så alvorlige, at det bør give anledning til en generel debat om emnet:

- Der bør sættes fokus på byggeprocessen og ansvarsforholdene.
- Der bør gennemføres efteruddannelsesforløb for både entreprenører, håndværkere, producenter og interesserede bygherrer.
- Der bør komme et langt større fokus på landbrugsbyggeriernes projektering og udførelse i fremtiden, således der skabes værdi for pengene.

6. EFTERSKRIFT

Konklusionen på denne farmtest er desværre, at alt for mange af de besigtigede byggeprojekter, er behæftet med væsentlige fejl og mangler.

Det er fejl og mangler som ikke umiddelbart er synlige for lægmænd, og de forskellige bygherrer gav da alle også udtryk for en forventning om, at alt var som det skulle være.

Vi takker alle 12 bygningsejere for deltagelsen i denne farmtest og de entreprenører og myndigheder, der har hjulpet med at tilvejebringe projektmateriale.

Fremtidige byggerier

For at forbygge fejl og mangler i fremtidige byggerier, er det vigtigt at alle implicerede parter i en sådan proces, er klar over ansvarsfordelingerne og opgavernes vigtighed og betydning.

Det kan der fokuseres på gennem information som denne farmtest samt efteruddannelse. Der lægges op til en gennemførelse af sådanne for entreprenører, håndværkere, leverandører, forsikringsfolk, kommunale byggesagsmedarbejdere samt rådgivere m.fl., men også kommende bygherrer kan være relevante til sådanne kurser.

I januar 2018 udkom der et nyt bygningsreglement BR18, som sætter væsentligt større fokus på denne koordinering og kontrol med både projektering og udførelse for bygninger i Brand og konstruktionsklasse II - IV med den nye "Certificeringsordning".

Certificeringsordningen træder i kraft 1. januar 2018, men der er pt. en overgangsperiode på to år før denne del af byggesagsbehandlingen endelig overgår til certificerede rådgivere, i disse klasser.

Eksisterende bygninger

Har man en eksisterende bygning, som man er i tvivl om, hvorvidt den er udført og dokumenteret korrekt, kan man enten tage kontakt til en uvildig byggerådgiver/ingeniør. En visuel gennemgang kan udføres på et par timer, hvor man forholdsvis hurtigt kan få et indtryk af det udførte arbejde, mens en nærmere undersøgelse af beregningsforudsætninger naturligvis kræver længere tid, især hvis bygherre ikke ligger inde med beregninger og tilhørende tegninger.

Er bygningen mindre end fem år gammel, har leverandøren oftest stadig en garantiforpligtigelse, såfremt AB92 eller ABT93 er gjort gældende i kontrakten/aftalen. Det vil sige, at leverandøren har både ret og pligt til, med mindre andet er aftalt, at bringe bygningens stabilitet i orden i forhold til de krav, der var gældende på opførelstidspunktet.

Forsikringsmæssig konsekvens

Med hensyn til forsikring af bygninger er det som hovedregel et krav, at bygningens konstruktion følger gældende regler og normer/lovgivning på opførelstidspunktet.

Også derfor er der en stor opfordring til at sikre sig, at ens bygning er som den skal være, idet der såfremt, der opstår en forsikringsskade, kan være risiko for afvisning af et evt. erstatningskrav, som følge af mangelfuld dimensionering og afstivning.

7. LITTERATURLISTE

Undersøgelse af årsager til tagkollaps i forbindelse med snefald 2010

[http://admin.forsikringogpension.dk/virksomheder/fpsikring/andre_skader/Documents/tagkollaps\[1\].pdf](http://admin.forsikringogpension.dk/virksomheder/fpsikring/andre_skader/Documents/tagkollaps[1].pdf)

DS/EN 1990 DK NA:2013

http://webshop.ds.dk/Files/Files/Products/M265286_attachPV.pdf

BR15, kapitel 4, bilag 4 vedrørende dokumentation af bærende konstruktioner

http://byggningsreglementet.dk/br15_00_id9/0/42

TRÆ73 Tagkonstruktioner med store spær

<http://www.traeinfo.dk/produkt/trae-73-tagkonstruktioner-med-store-spaer/>

DS412, 2. udgave 1983

Teknisk Ståbi 23. udgave 2015

ÅSEdim fra TRÆinformation

<http://www.traeinfo.dk/produkt-kategori/aasedim/>

Landbrugets byggeblad – dimensionering af træåse

www.landbrugets.dk/Byggeri/Byggeblade/Sider/Oversigt_over_Landbrugets_Byggeblade.aspx#Konstruktioner

8. BILAG

Bilag 1: Skema med opsamlede resultater fra de 17 bygninger (procentark – KEPO)

Bygning nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
Projektforudsætninger																					
Myndighedstegninger / projekttegninger findes																				15	79%
Byggetilladelse findes hos Kommune																				14	82%
Teknisk dokumentation hos kommune																				0	0%
Bygning indberettet BBR																				5	29%
Bygning med stålspær																				13	76%
Bygning med trægitterspær																				6	35%
Bygning med betonelementer																				12	71%
Statistiske beregninger stålkonstruktioner skaffet																				9	69%
Statistiske beregninger betonelementer skaffet																				1	8%
Projekteringsgrundlag / stabilitet skaffet																				4	24%
Statistiske beregninger stemmer med faktiske fysiske forhold																				6	46%
Åseberegning foreligger																				3	23%
Entreprisens gennemførelse																					
Entrepriseform - Totalentreprise																				18	95%
Byggerådgivning før byggeri																				5	26%
Byggerådgivning under byggeri																				1	5%
Kipningsafstivning af stålrammer																					
Krav til Kipningsfastholdelse af spærben																				3	23%
Etableret kipningsfastholdelse af spærben																				0	0%
Krav til kipningsfastholdelse af spærhoved																				13	100%
Etableret korrekt kipningsfastholdelse af spærhoved																				3	23%
Åse																					
Åse indgår som del af kipningsafstivende system																				9	75%
Kipningsåse dimensioneret for aktuelle belastninger																				2	17%
Normalåse dimensioneret for aktuelle belastninger																				12	92%
Vindafstivning																					
Vindafstivning udført med direkte forbindelse til gavlsøjler																				0	0%
Forstærkede beslag mellem gavlsøjle - spær - åse (el. stang)																				0	0%
Overfladebehandling																					
Overfladebehandling af stålkonstruktioner intakt																				2	15%
Betonelementer																					
Bygning med betonelementer																				13	68%
Elementer spænder fra stålramme til stålramme (Vandret spænd)																				5	
Selvstændige fastholdelser til stålkonstruktioner etableret																				3	
Omstøbt til stålkonstruktioner og svejseplade i top																				3	
Elementer alene fastgjort til trægitterspær (spænder top-bund)																				7	
Stabilitet skal optages af afstivning i tagkonstruktion og føres til tværvægge/søjler																				6	
Stabilitet tilvejebragt i tagkonstruktion																				2	33%
Armering kunne konstateres i elementer																				9	69%
Revnedannelse konstateret																				4	31%
Betonelementer																					
Bygning med betonelementer																				13	68%
Stabilitet tilvejebragt i tagkonstruktion																				2	33%
Armering kunne konstateres i elementer																				9	69%
Revnedannelse konstateret																				4	31%

SEGES P/S skaber løsninger til fremtidens landbrugs- og fødevareerhverv. Vi udvikler forretningsmuligheder og serviceydelser i tæt samarbejde med vores kunder, forskningsinstitutioner og virksomheder over hele verden.

SEGES P/S
Agro Food Park 15
DK 8200 Aarhus N

T +45 8740 5000
E info@seges.dk
W seges.dk

