

Stalde med trækonstruktion

Torben Jensen^a og Kenneth Poulsen^b

^a SEGES Innovation P/S, ^b VKST A/S

STØTTET AF

Svineafgiftsfonden

Hovedkonklusion

Der findes ikke trækonstruktionsløsninger, der umiddelbart kan tages i anvendelse i byggeriet af grisestalde. Der skal udvikles spær (alternativer til limtræ eller opbyggede spær) og isolerede vægelementer i træ, som er konkurrencedygtige med stålspær og betonelementer. Ældre træstaldes holdbarhed vurderes at leve op til forventningerne for levetid for denne type stalde.

Sammendrag

Anvendes der træ i stedet for stålspær som bærende konstruktion i stalde til grise, kan der opnås en reduktion i klimaaftrykket fra den bærende konstruktion på 86 %. Dette giver en reduktion i staldens samlede klimaaftryk på 6,4 %.

Isoleringsværdien af træ er lavere end isoleringsværdien i isolerede betonelementer.

Isoleringsværdien er angivet ved U-værdien. U-værdien angiver, hvor meget varme, der strømmer gennem en bestemt bygningsdel, og kaldes også transmissionskoefficienten. Jo lavere U-værdi, desto bedre er bygningsdelen isoleret. For eksempel har ydervægge af 90 mm CLT/planker, som blev anvendt i de besøgte norske kostalde, en U-værdi (isoleringsværdi) på kun 1,43 W/m²K, mens et traditionelt sandwichbetonelement har en U-værdi på 0,37 W/m²K.

Erfaringerne fra norske kostalde kan ikke umiddelbart overføres til danske grisestalde. Det vurderes, at limtræs bjælker indtil videre er for dyre at anvende. Desuden er massive trævægge uden isolering ikke anvendelige til griseproduktion, da grise stiller større krav til isolering og luftsifte end malkekøer. Derfor vurderes det også, at det ikke er relevant at benytte vægelementer i krydslamineret træ til grise. I stedet bør der genudvikles vægelementer i lighed med Ø-staldskonstruktionen (staldtype udviklet i 90'erne opbygget i træ efter standardiserede mål) og den besøgte svenske træstald, opbygget i regler med isolering og med træbeklædning indvendig og udvendig. Denne type vægelementer forventes at kunne opfylde krav til isolering og til en konkurrencedygtig pris.

Erfaringsindsamlingen blev gennemført ved at besøge fire stalde i Norge, én stald i Sverige og én stald i Danmark. Staldene var udvalgt efter, at vægge og/eller tagkonstruktion skulle være fremstillet af

træ og via kontakt med Fjøsssystemer i Norge og rådgiver Sivert Johansson i Sverige. De norske stalde var endnu så nye, at det ikke var relevant at vurdere holdbarheden. De besøgte træstalde i Sverige og Danmark havde generelt en god holdbarhed og bygningerne havde indtil videre holdt i henholdsvis 17 og 25 år. Den danske Ø-stalds holdbarhed og bygningsmæssige stand tilskrives den øgede sokkelhøjde, god gnaverbekæmpelse og tætte tagrender.

Baggrund

Målet var at gøre Konceptstalden (stald udviklet i 2019 i stål og beton med fokus på pris) mere bæredygtig. Tidligere var det kun pris, som var i fokus, men det har ændret sig til, at det nu både er pris og bæredygtighed, som er på dagsordenen. Målet med Konceptstalden var at øge produktionen af slagtegrise i Danmark ved at gøre det lettere at etablere nye slagtegrisestalde via sænkede kapitalkrav og øget rentabilitet [1].

Grundlæggende er der to muligheder for at reducere klimaaftrykket og gøre staldene mere bæredygtige. Det er enten genanvendelse af delelementer i byggeriet eller ændret materialevalg eller en kombination af begge. Ved genanvendelse er det naturligvis bedst, hvis bygningen kan genbruges i sin oprindelige form. Alternativt kan større bygningsdele designes til at kunne adskilles og genanvendes i et nyt byggeri.

Derudover er der en række mindre "håndtag", der kan reducere klimaaftrykket, som at vælge materialer med lang levetid, hvilket reducerer vedligeholdelsen, vælge produkter med mindre klimaaftryk eller korte transportafstande fra producent til byggeplads og endelig vælge materialer, der er biobaserede. Endelig kan man prioritere produkter, som er certificerede bæredygtige eller miljømærkede.

Konceptstalden blev lanceret i 2019, udelukkende med det formål at reducere prisen på en stiplads til slagtegrise. Stalden var indrettet som en to-rækket stald med 6 sektioner á 700 stipladser, i alt 4.200 stipladser [1].

Stalden var opført med traditionel betonbund og med 25 % fast gulv, bærende konstruktion af stålspær, facader udført i PIR-skumselementer, og opbygget tag med stålplader som både indvendig og udvendig beklædning.

Konceptstaldens bærende konstruktion var som nævnt stål. Prisen på stålspær er siden 2019 steget 100 %, og samtidig har stål et højt klimaaftryk. Det vil derfor være relevant at erstatte stål med andet materiale – fx træ. Træ er CO₂-neutralt, fordi CO₂ fjernes fra luften og lagres, indtil træet rådner eller bliver brændt.

Det overordnede mål med indsamlingen af viden til dette notat var at afsøge mulighederne for at benytte præfabrikerede vægelementer og bærende konstruktioner i træ, som både var billige og bæredygtige og konkurrencedygtige med stål, for at finde alternativer til Konceptstaldens bygningskomponenter.

Materialer og metoder

Der er indhentet information til notatet fra følgende kilder:

- Viden fra tidligere undersøgelser og publicerede meddelelser vedr. materialernes pris og klimaaftryk.
- Der er gennemført en studietur til Norge og Sverige for at se træbyggerier i de andre nordiske lande.

- I Norge blev fire 2-3 år gamle kvægstalde med trækonstruktion besøgt, idet der ikke kunne findes grisestalde, som var bygget i træ. Staldene blev primært besøgt for at se eksempler på væg- og tagkonstruktioner i træ.
- I Sverige blev besøgt en 17 år gammel stald opbygget med trækonstruktion, som udvendigt var beklædt med stålplader. Stalden blev besøgt primært for at vurdere staldens holdbarhed.
- I Danmark blev besøgt en 25 år gammel Ø-stald med trækonstruktion i lighed med den svenske stald. Stalden havde udvendig træbeklædning og blev besøgt primært for at vurdere holdbarheden.

Der er afholdt møder med firmaerne norske Woodcon og danske Woodconstruction for at høre om deres idéer til stalde med trækonstruktioner.

Resultater og diskussion

Træbyggeri

Nedenfor er beskrevet forskellige bærende konstruktioner og vægelementer samt deres bidrag til reduktion af klimaaftrykket ved at ændre materialevalget fra stål til træ. En mere uddybende gennemgang ses i Meddelelse nr. 1279 ”Ændret materialevalg kan reducere konceptstaldens klimaaftryk”, som blev udarbejdet i 2022 [2].

Bærende konstruktion i stål

Stalde med loft til kip er kendetegnet ved, at den bærende konstruktion er udført i stålspær (figur 1). Til trods for, at disse stålspær er fremstillet af 78 % genbrugsstål udgør de en markant andel af staldanlæggets samlede klimaaftryk.



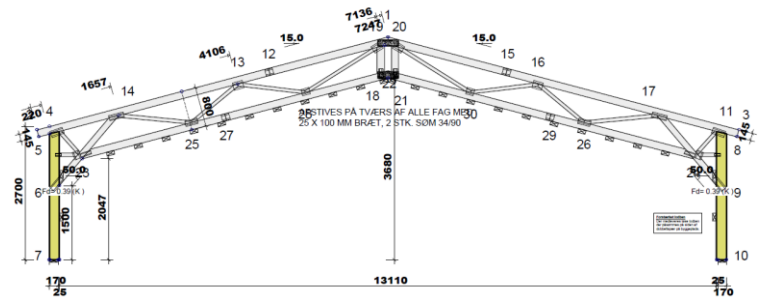
Figur 1: Stålspær som bærende konstruktion i en stald.

Bærende konstruktion i træ

Der er foretaget beregninger på bærende konstruktioner i træ, udformet både som limtræskonstruktion og som opbygget spær i konstruktionstræ. Det kan ses i henholdsvis figur 2 og illustration i figur 3, som viser spær opbygget i enten limtræ eller konstruktionstræ.



Figur 2: Eksempel på spær udført i limtræ. Foto: Flexwood.



Figur 3: Spær opbygget i konstruktionstræ. Illustration: Palsgaard spær.

For at kunne vurdere, om der var billigere alternativer til limtræ, blev en spærfabrikant (Palsgaard Træ) kontaktet, og de gav tilbud på et opbygget træspær. Prisen for en bærende konstruktion i træ var 75 % af prisen på en tilsvarende konstruktion i stål. Ulempen var, at udover de større profiler, havde de opbyggede spær en mindre bæreevne og skulle derfor placeres med en afstand på 230 cm, dvs. et spær pr. slagtegrisesti. Disse indhentede priser var "leveret på pladsen", hvorfor priser på montage ikke var med. De billigere træspær kan måske blive dyrere at montere end stålspær.

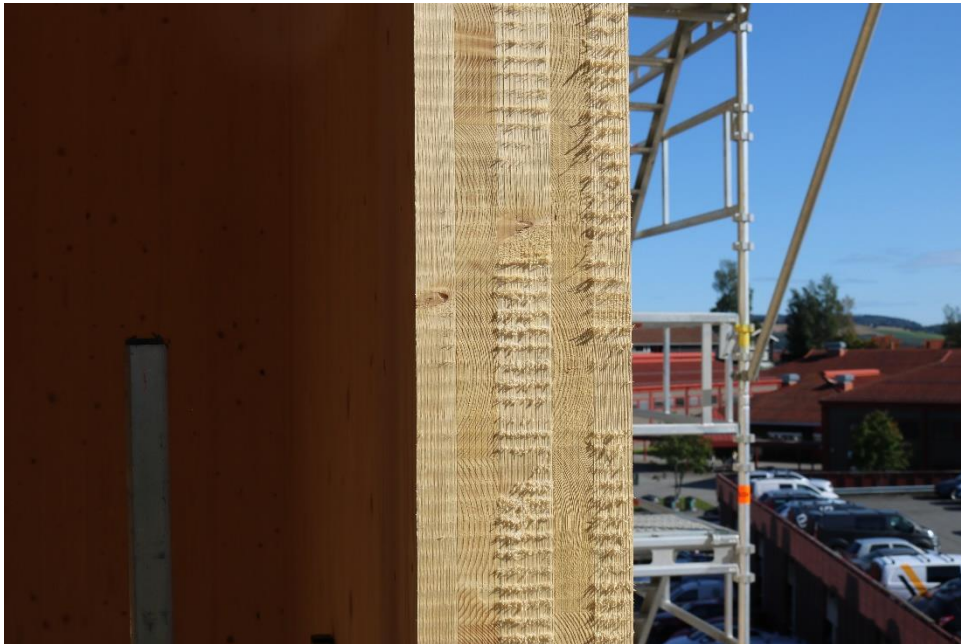
Ændring til en bærende konstruktion med træspær er bedst egnet i stalde med loft til kip, som fx i Konzeptstalden. Det vil dog også være muligt i fladloftede stalde, dvs. traditionelle stalde, ved at nedstroppe loftet fra spær. Dette er dog en dyrere konstruktion, men til gengæld er bygninger med nedstropet loft mere fleksible, idet loftet kan fjernes efter endt levetid eller ændring af produktionen, hvorefter man har en bygning med loft til kip til rådighed. Dette taler ind i den cirkulære økonomi, hvor en sådan bygning vil være mere bæredygtig, idet hele bygningen eller klimaskærmen kan genbruges.

Facadeelementer af træ

Facadeelementer af PIR-skumspaneler, som anvendes i Konzeptstalden, har et forholdsvis højt klimaaftryk, fordi stål og isolering med PIR-skum indgår. PIR-skumselementer blev valgt i udviklingen af Konzeptstalden, fordi prisen er cirka en tredjedel af prisen på et traditionelt sandwichbetonelement som normalt benyttes som vægelement i en grisestald. Sandwichelementer med beton som for- og bagplade og med 100 mm isolering derimellem er den mest anvendte facadebeklædning.

Siden midt i 1990'erne har der været forsøgt med facadeelementer i træ, bedre kendt som Ø-stalden. Ø-stalden blev opført med bærende konstruktion i træ, og hvor den udvendige facade var beklædt med træ eller stål og med en indvendig beklædning af cementbundne spånplader.

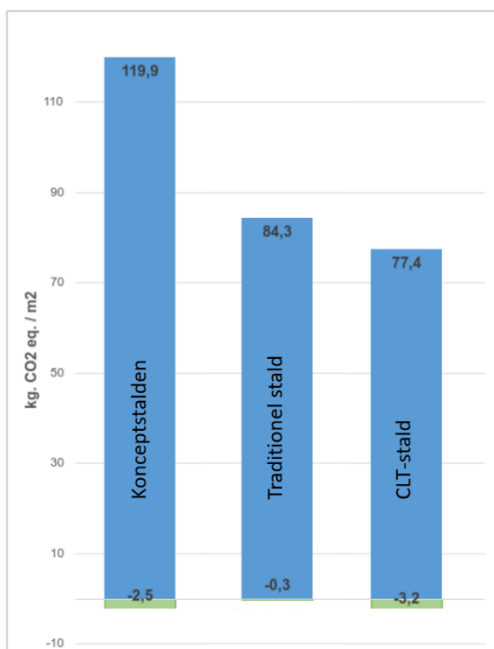
Efter årtusindeskiftet er til stadighed flere bygningstyper konstrueret i CLT-træ (cross laminated timber). CLT er ligesom limtræ, hvor et element fremstilles af flere lag brædder, der typisk samles med en 90 graders vinkel mellem lagene (figur 4).



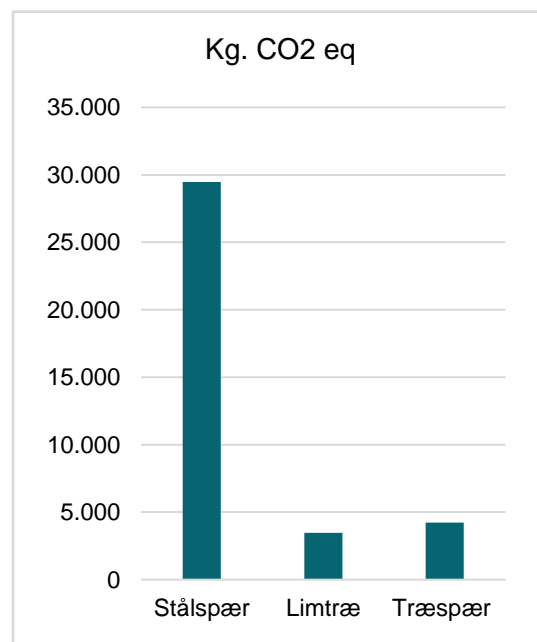
Figur 4: Femlags vægelement i krydslamineret træ (CLT).

Sammenligning af klimaaftryk

DTU har i et tidligere projekt beregnet [2], hvor meget en trækonstruktion opbygget i CLT-træ, vil reducere klimaaftrykket for både en Konceptstald og en traditionel stald, og resultatet fremgår af figur 5. Alternativet til stålspær er træspær (figur 2 og 3), hvor der kan opnås en reduktion i klimaaftrykket fra den bærende konstruktion på 86 %. Dette giver en reduktion i klimaaftrykket på 6,4 % for hele Konceptstaldens råhus (se figur 5).



Figur 5: Sammenligning af klimaaftryk målt i kgCO₂eq/m² på henholdsvis Konceptstald, traditionel stald og en CLT-stald [2]. Den grønne del af søjlerne i bunden angiver genanvendelsespotentialet.



Figur 6: Sammenligning af klimabelastning på den bærende konstruktion alene, for henholdsvis stål og træ for bygning med samme dimensioner uanset materiale.

Det ses, at den samlede gevinst målt i $\text{kgCO}_2\text{eq/m}^2$ på hele bygningen og forskellen mellem en traditionel stald og en CLT-stald er forholdsvis lille. Dette skyldes, at alle de bygningsdele, der vejer mest i beregningen af klimaaftrykket, så som beton i hele staldens bund, gyllekanaler, tagbeklædning osv., stadig er til stede. Er det alene de bærende konstruktioner, som sammenlignes, er forskellene noget større (figur 6).

Klimaaftrykket er stort set det samme for de to typer træspær, idet der indgår stort set samme mængde træ, mens klimaaftrykket for stålspær er 7-8 gange højere end træspær alene, som vist i figur 6.

Derimod er CLT-staldens klimamæssige gevinst større, når der sammenlignes med Konzeptstalden, idet en stor del af klimabelastningen fra denne stald stammer fra facader bestående af stål og PIR-skumsisolering. CLT-stalden isoleres i beregningen med mineraluld.

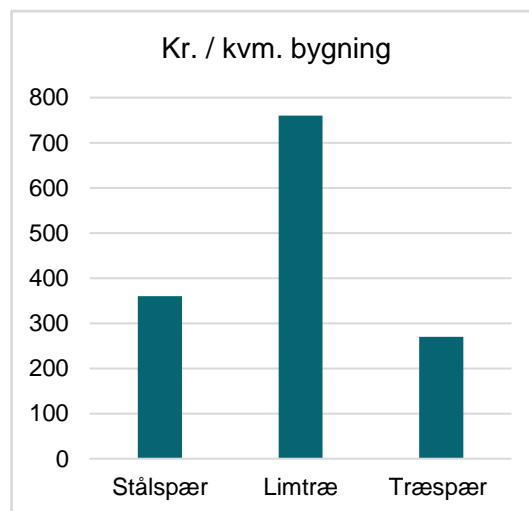
Samlet set kan der ved at udskifte facadeelementerne fra PIR-skumselementer til CLT-træ, opnås en besparelse på 18 t. CO_2 , svarende til en reduktion af Konzeptstaldens samlede klimaaftryk på 4,4 %.

Økonomiske aspekter i træbyggeri

Prismæssigt er den bærende konstruktion i et staldbyggeri med spær i konstruktionstræ billigst pr. m^2 når der sammenlignes med stålspær og limtræ. Som det fremgår af figur 7, er prisen på spær i konstruktionstræ cirka 75 % af prisen på stålspær. Derimod er limtræ dobbelt så dyrt som stålspær.

Priser vist i figur 7 er leveret på pladsen uden opsætning, men da spær i konstruktionstræ har en mindre bæreevne end både limtræ og stålspær, skal spærene både opsættes som dobbeltspær og placeres med den halve afstand, 230 cm, sammenlignet med både limtræ og stålspær, som kan placeres med 460 cm afstand. Der kan derfor være omkostninger forbundet med montagen af spær i konstruktionstræ, som ikke er medregnet her.

Der findes omkring 10 virksomheder i Danmark, der producerer facadeelementer baseret på træ. Efter henvendelse til to af disse virksomheder, er det ikke lykkedes at få en pris på facadeelementer, som kan anvendes til grisestalde. Baseret på tidligere erfaringer samt prissætning af facadeelementer i træ, vurderes disse dog ikke at kunne være konkurrencedygtige med PIR-skumselementer.



Figur 7: Økonomisk sammenligning af bærende konstruktioner, kun materialer, priserne er uden montage, som forventes højere ved trækonstruktioner som følge af behov for øget antal spær.

Træbyggeri i forskellige lande Norge

Der blev besøgt fire kostalde med hhv. 63, 50, 80 og 29 sengebåse, samt malkerobot, kalvepladser, fuldfoderblandere og hængebane med "stol" til udfodring af wrapphø/ensilage.

Væggene bestod af enten massiv bjælkekonstruktion (9 cm) uden isolering (figur 8) eller krydslamineret træ (tre lag, 9 cm), 50 mm isolering, lægtelag til beluftning og træbeklædning af fyrrebrædder yderst, som var overfladebehandlet med jernvitriol i vandig opløsning (figur 9). De

massive trækonstruktioner var behandlet med oliebaseret træbeskyttelse. Tyndeste type af krydslamineret træ bestod af tre lag brædder, enten 6 eller 9 cm i samlet tykkelse.



Figur 8: Norsk kostald med massiv bjælkekonstruktion (9 cm) med vægventiler og uden isolering. Udvendig behandlet med oliebaseret træbeskyttelse.



Figur 9: Norsk kostald med indvendige vægge af krydslamineret træ og udvendig træbeklædning behandlet med jernvitriol.

Præfabrikerede elementer af bjælkekonstruktion med gevindstænger til at holde bjælkerne sammen benyttes også, men en sådan stald blev ikke besøgt.

De besøgte stalde havde alle naturlig ventilation via vægventiler eller åbne facader med oppusteligt plastgardin og luftafgang i kip via manuelt regulerbare klapper (figur 10).

Én stald var opbygget med stålspær og de resterende stalde var med spær og åsetræ af limtræsdragere (figur 11). Indvendigt var loftbeklædningen i fire stalde krydslamineret træ, og yderst var et stålsandwichelement med 100-120 mm PUR-skum. I en enkelt stald bestod loftet alene af sandwichelementer.



Figur 10: Kostald med massiv bjælkekonstruktion (9 cm) med oppusteligt gardin og uden isolering og udvendigt behandlet med oliebaseret træbeskyttelse.



Figur 11: Kostald med spær og åsetræ af limtræsdragere. Indvendig loftbeklædning af krydslamineret træ, tre lag.

Forskellen på PUR og PIR er, at PIR har højere isoleringsværdi og er mere brandsikker end PUR. Man kan sige, at PIR er en forbedret udgave af PUR. PUR / PIR-isoleringsplader optager ikke vand.

Vurdering af de norske stalde

De norske stalde var til køer og derfor ikke isoleret, bortset fra én stald, hvor der var isolering i vægelementerne. For at vægkonstruktionerne kan anvendes til grise, vil det kræve, at de er isolerede. Ud over vægelement i krydslamineret træ, kunne præfabrikerede bjælkeelementer med bjælkekonstruktion også være en mulighed, men det vil ligeledes kræve isolering.

Isoleringsværdien af træ er lav sammenlignet med isolerede betonelementer og sandwichelementer. For eksempel har 90 mm CLT/planker, som er anvendt i norske kostalde, en U-værdi (isoleringsværdi) på kun 1,43 W/m²K. Til sammenligning har en simpel kondensisolering med 50 mm mineraluld en U-værdi på 0,84 W/m²K, og et traditionelt sandwichbetonelement en U-værdi på 0,37 W/m²K. U-værdien angiver, hvor meget varme, der strømmer gennem en bestemt bygningsdel. Jo lavere U-værdi, desto bedre er bygningsdelen isoleret. Den kaldes også transmissionskoefficienten.

Sverige

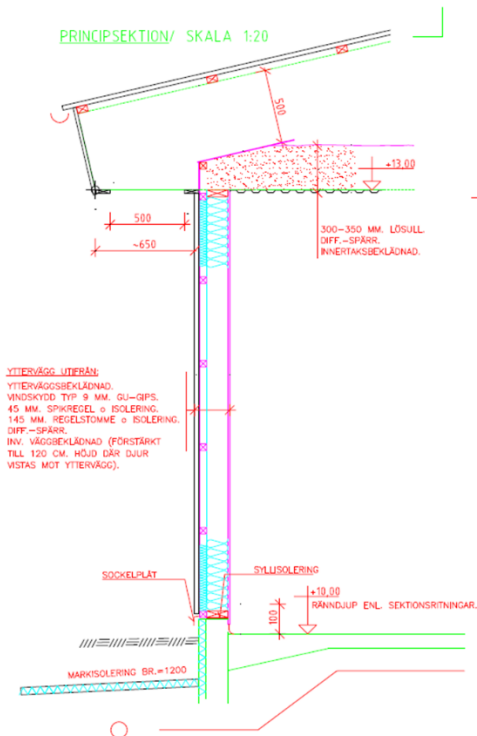
I Sverige blev en stald med integreret produktion baseret på 240 søer og tilhørende smågrise- og slagtegriseproduktion besøgt. Stalden var opført i 2006 og baseret på gitterspærskonstruktion og vægge i trækonstruktion med udvendig beklædning af stålplader (figur 12 og 13).



Figur 12: Svensk grisestald fra 2006 med tagkonstruktion i gitterspær.



Figur 13: Svensk grisestald fra 2006 med udvendig beklædning i stålplader.



Figur 14: Vægkonstruktion i svensk stald fra 2006.



Figur 15: Ydervægsbeskyttelse med cementbundne spånplader og inventar af fiberbeton.

Ydervæggene bestod af en udvendig stålplade, 9 mm gipsplade og 145 mm isolering og en indvendig beklædning. Væggene var opbygget af reglar og der var ikke stålforstærkninger i væggene (figur 14).

Væggene bestod indvendigt af "olierede" træplader, som var beskyttet af cementbundne spånplader i 120 cm højde på de overflader, som grisene havde adgang til, eller af fiberbetoninventaret, som også nogle steder blev benyttet til beskyttelse af den indvendige vægbeklædning (figur 15).

Vurdering af den svenske stald

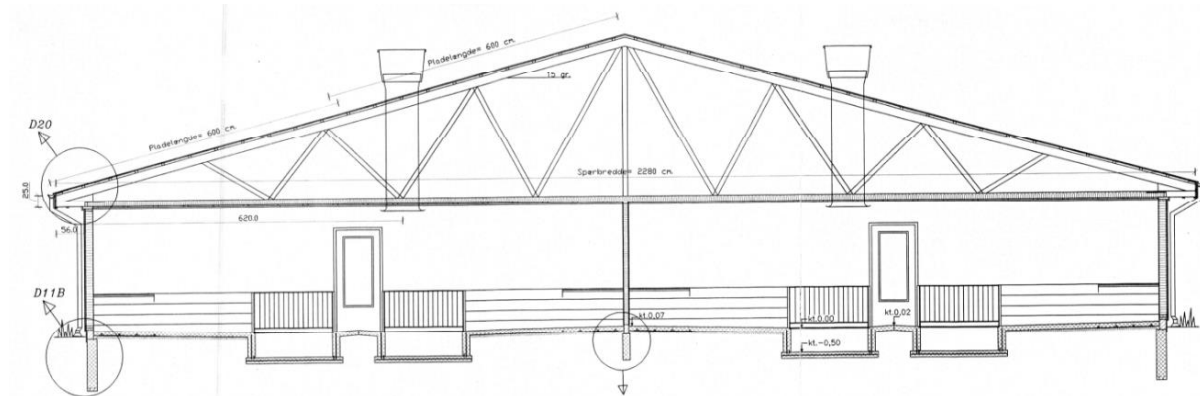
Staldens vægge og konstruktion viste generelt ikke tegn på dårlig holdbarhed. Dog var metalinddækningerne ved dørkarme begyndt at ruste (figur 16) og enkelte steder var de helt rustet væk.



Figur 16: Metalinddækninger ved dørkarme, som var begyndt at ruste.

Danmark

En 25 år gammel Ø-stald opført i 1998 blev besøgt. I lighed med den svenske stald var tagkonstruktionen udført i gitterspær (figur 17) og væggene var indvendigt beklædt med olierede træplader og udvendigt med træplader (figur 18). Facadeelementerne var præfabrikerede og havde en bredde på 120 cm og en højde på 240 cm. De var isoleret med mineraluld.



Figur 17: Principsnit af en Ø-stald indrettet med langsgående sektioner. Stalden var indrettet til smågrise med to-klimastier og delvist spaltegulv. Vægelementer i træ og tagkonstruktion i gitterspær. Væghøjden var 240 cm.



Figur 18: 25 år gammel Ø-stald beklædt med de oprindelige træplader og en sokkelhøjde på 20 cm samt tagrender og nedløbsrør, der har kunnet hindre, at underkanten af vægbeklædningen blev fugtig.

Vurdering

Det var de oprindelige træplader, som stadig var monteret på øst- og vestvendte facader. En sydgavl var blevet beklædt med stålplader, da solpåvirkningen samt vind og vejr havde ødelagt de oprindelige træplader. Stalden var blevet malet med træbeskyttelse to gange, og tagrender og nedløbsrør var udskiftet i løbet af de 25 år.

Der var begyndende tegn på råd ved vinduer, hvor vand fra sålbænke havde gjort træpladerne fugtige (figur 19). Stalden havde en sokkelhøjde på 20 cm og der var lagt skærver rundt om bygningen, hvilket sandsynligvis har været medvirkende til, at fugt fra jorden ikke er trukket op i træpladerne i nævneværdig grad. Ligeledes havde der været en god gnavebekæmpelse, hvilket var vigtigt for, at vægge og isolering ikke var blevet ødelagt.

Indvendigt var ydervægge, som grisene kunne komme i kontakt med, beklædt med stålplader op i 40 cm højde. Disse plader var flere steder knækket eller bøjet ligesom grisene havde gnavet i samlinger over stålpladerne. Beskyttelsen burde have været 70 cm høj for at hindre, at grisene kunne gnavne i væggene over stålpladerne (figur 20).

Stalden var bygget med en afskrivningsperiode på 20 år, og den havde indtil videre holdt fem år længere end afskrivningsperioden. Det vurderes, at en sokkelhøjde, som var 10 cm højere end standard, god gnaverbekæmpelse og tætte tagrender har haft betydning for den gode holdbarhed.



Figur 19: Tegn på råd ved vinduer pga. vand fra sålbænke.



Figur 20: Grisene havde gnavet i væggenes samlinger samt over stålpladerne. Væggene burde have været beskyttet op i 70 cm højde.

Vurdering af muligheder for byggerier i Danmark med vægelementer af træ og konstruktion af træspær eller gitterspær

Der findes i øjeblikket ingen udbydere af vægelementer i træ til staldbyggerier i Danmark. Prismæssige vurderinger taler for en løsning med en gitterspærsløsning til stalde, hvor der er bærende vægge inde i bygningen. Med hensyn til bygninger med et frit spænd til fx drægtighedsstalder og slagtegrisestalde med vægventiler, vil danske Woodconstruction ikke afvise limtræsspær som bærende konstruktion. Specielt ikke hvis man satser på bygningsbredder op til 13 m og en væghøjde op til 2,45 m, da denne type spær kan transporteres på en almindelig lastbil. Med en limtræskonstruktion spares også en del stålbeslag, som kræves til de opbyggede spær.

Standardiserede vægelementer opbygget som kassetter, tænkes som en mulighed. For eksempel kunne et firma, som fremstiller vægelementer til boliger, opnå en bedre kapacitetsudnyttelse ved også at producere vægelementer til stalde. Dette kunne måske gøre prisen på disse vægelementer mere konkurrencedygtig.

Standardiserede vægelementer harmonerer ikke med norske Woodcon's filosofi, som er, at træbyggerier skal udføres og indkøbes lokalt for at gøre det bæredygtigt og få accept af byggeriet lokalt. Samtidig kan indbygges lokale traditioner og bygningsudtryk.

Terje Strand, som er arbejdende bestyrelsesformand i Woodcon, lagde op til en mere traditionel tømmerkonstruktion uden anvendelse af limtræ og at træbeklædning i bygningen skulle være uisolaret. Med sådanne konstruktioner vil det være vanskeligt at bygge brede bygninger uden, at der

skal være bærende stolper. Ligeledes vurderes denne type bygninger at være vanskelige at standardisere.

Vægge uden isolering er ikke anvendelige til griseproduktion, da grise stiller nogle andre krav til isolering og luftskifte end malkekøer.

Konklusion

Anvendes der træ i stedet for stålspær som bærende konstruktion i stalde til grise, kan der opnås en reduktion i klimaaftrykket fra den bærende konstruktion på 86 %. Dette giver en reduktion i staldens samlede klimaaftryk på 6,4 %.

Erfaringerne fra de norske kostalde kan ikke umiddelbart benyttes i danske grisestalde. Det vurderes, at limtræsspær umiddelbart er for dyre at anvende. Desuden er vægge uden isolering ikke anvendelige til griseproduktion, da grise stiller nogle andre krav til temperatur og dermed isolering af staldene end malkekøer.

Derfor vurderes det også, at der ikke umiddelbart er behov for vægelementer med krydslamineret træ. Vægelementer, opbygget i reglar med isolering og med træbeklædning indvendig og udvendig i lighed med Ø-staldskonstruktionen og den svenske træstald, forventes at kunne opfylde krav til isolering og til en konkurrencedygtig pris.

De besøgte træstalde i Sverige og Danmark havde generelt en god holdbarhed og bygningerne havde indtil videre holdt i henholdsvis 17 og 25 år. Ø-staldens holdbarhed og bygningsmæssige stand tilskrives den øgede sokkelhøjde, god gnaverbekæmpelse og tætte tagrender.

Referencer

- [1] Poulsen, K; Jacobsen, S.: 2019: KONCEPTSTALDEN 1.0, Svineproduktion.dk
https://svineproduktion.dk/-/media/PDF/I-stalden/Staldindretning/Slagtesvinestald/Konceptstald/Konceptstalden_fulde_dokument.ashx
- [2] Poulsen, K.: 2022: Ændret materialevalg kan reducere konceptstaldens klimaaftryk. Meddelelse 1279. SEGES Innovation, Den rullende afprøvning
- [3] Jensen, LB et al; (2022), Det Klimavenlige landbrugsbyggeri; Rapport: Prioritering af CO2-belastende konstruktionsdele, ISBN: 978-87-7475-686-6

Deltagere

Kjetil Olsen, Fjøs-systemer og Sivert Johansson, privat svensk rådgiver, Terje Strand, Woodcon, Rolf Olsen og Metin Aydin, Woodconstruction

NAV nr.: 101451

//JAHP//