SEGES INNOVATION

MEDDELELSE

Nr. 1279

Udgivet 31. december 2022 /
Opdateret 12. august 2024

Ændret materialevalg kan reducere Konceptstaldens klimaaftryk

Kenneth Poulsen

SEGES Innovation P/S, Den rullende Afprøvning

STØTTET AF Svineafgiftsfonden

STØTTET AF Promilleafgiftsfonden for landbrug

Hovedkonklusion

Klimaaftrykket på Konceptstalden kan reduceres med op til 30 % ved at vælge byggematerialer med et mindre klimaaftryk. Tilsvarende klimareducerende tiltag vil kunne gennemføres på traditionelle stalde, hvorved klimaaftrykket vil kunne reduceres med op til 15 %.

Sammendrag

Konceptstaldens klimaaftryk såvel som traditionelle staldes klimaaftryk kan reduceres gennem valg af andre materialer end de traditionelt anvendte. Beregninger viser, at en Konceptstalds klimaaftryk, udtrykt som kg $CO_{2\ eq}$ pr. m^2 bygning, kan reduceres med op til 30 %, ved at:

- anvende membranbund og gyllekanalelementer af plast, hvilket giver en reduktion på 11 %
- ændre bygningens bærende konstruktion fra stålspær til træspær, hvilket vil reducere med 6,4 %
- erstatte Konceptstaldens tag- og loftbeklædning af stålplader med henholdsvis eternittag og træbetonplader, hvilket vil reducere med 8 %
- bruge krydslamineret træ (CLT) og mineraluldsisolering til facadeelementer i stedet for PIR-skumselementer, hvilket vil reducere med 4,4 %

Disse bygningselementer giver i alt en reduktion på 30 % af klimaaftrykket fra selve råhuset til en Konceptstald. Samme ændringer kan også i stor udstrækning anvendes for de bygningselementer, som indgår i traditionelle stalde, hvilket for staldens bund vil give en prismæssig besparelse, mens anvendelse af træ i stedet for henholdsvis stålspær og facadebeklædning af PIR-skum og stål sandsynligvis vil give en fordyrelse, grundet de priser, der pt er på træ. Med hensyn til tag- og loftbeklædning er prisen stort set uændret, hvis der anvendes fibercement- eller stålplader i kombination med loftbeklædninger af træ, træbeton, stålplader og cementbundne spånplader.

Baggrund

I udvikling af ”Konceptstalden” i 2019 [1], har fokus hidtil primært været på pris samt produktionssikkerhed og -effektivitet. Projektet ”Det klimavenlige Landbrugsbyggeri” viste, at Konceptstaldens klimaaftryk var cirka 26 % større end en traditionel stald udført med betonelementer

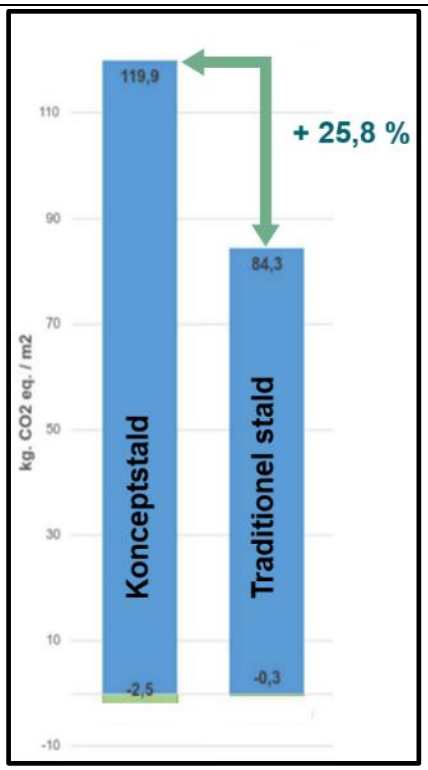
og eternittag. Klimaaftrykket var beregnet som GWP (Global Warming Potential eller på dansk ”Drivhuspotentiale”) og udtrykt som kg $CO_{2\ eq}$ pr. m^2 bygning pr. år.

Konceptstalden er opbygget med en traditionel bund, det vil sige gyllekanaler og -bund udført i beton, og med stålspær som bærende konstruktion. Facader er beklædt med PIR-skumselementer, og taget er opbygget på træåse med stålplade som tagbeklædning, herunder isolering og dampspærre og stålplade som loftbeklædning.

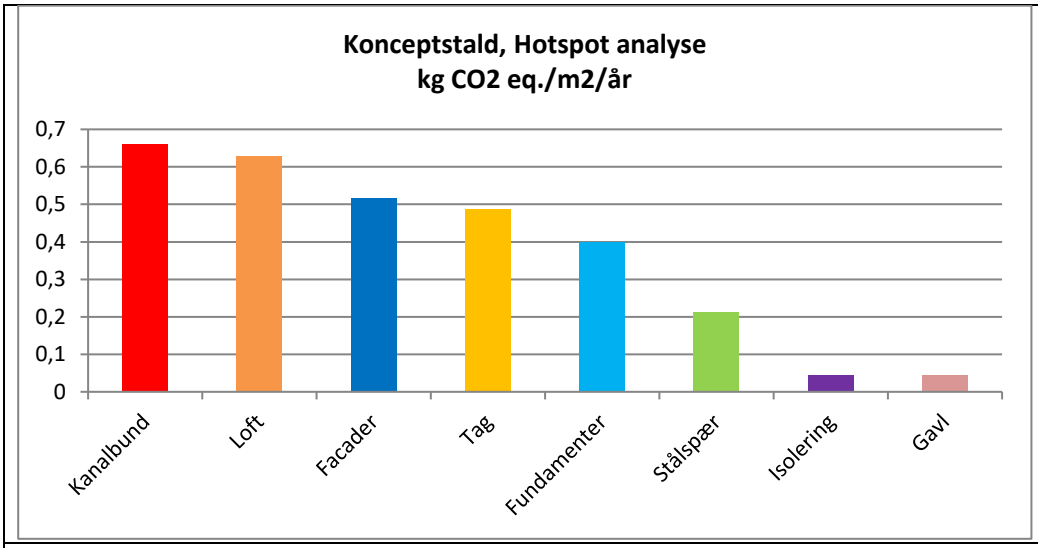
I nærværende projekt undersøges, hvilke muligheder, der er for at bygge mere bæredygtigt, dvs. nedbringe Konceptstaldens klimaaftryk.

I samarbejde med Danmarks Tekniske Universitet (DTU) og Gråkjær, er der tidligere udarbejdet en Livscyklusvurdering for Konceptstalden samt for en traditionel stald. Livscyklusvurderinger eller LCA-beregninger (Life Cycle Assessment) er en metode, der kan anvendes til at vurdere et produkt eller produktsystems klimaaftryk, i dette tilfælde en staldbygning, gennem hele dens livscyklus fra "vugge til grav". Det vil sige helt fra udvinding af råmaterialer, fremskaffelse af naturressourcer, over fremstilling af produktet, brugen af det inklusive vedligeholdelse og reparation, til bortskaffelse efter endt levetid.

I figur 1 er vist en ”Hotspot”-analyse, som angiver de mest miljøbelastende bygningselementer i hele bygningens levetid. Som forventet giver konstruktionsdele bestående af beton i gyllekanaler og stål som facadebeklædning den største miljøpåvirkning, ligesom tag og loftmaterialer. I Konceptstalden består både tag og loft af stålplader.



Figur 1. Klimaaftryk af Konceptstalden sammenlignet med en traditionel stald. Klimabelastningen er angivet i CO_2 eq/m^2. Den grønne del af søjlerne angiver genanvendelsespotentialer.



Figur 2. Hotspot analyse på Konceptstalden, Klimabelastningen er angivet i CO_2 eq/m^2.

Der er to overordnede metoder til at reducere klimaaftrykket - genanvendelse og valg af materialer med et mindre klimaaftryk end de anvendte. Med hensyn til genanvendelse, opnås de bedste klimareduktioner ved at genbruge hele elementer eller bygningsdele, så der fx ikke skal bruges energi på nedsmeltning af stålspær for at skabe nye bygningsdele. Desuden vil der være en række andre klimareducerende tiltag, som fx at vælge materialer eller konstruktioner med:

- Lang levetid
- Lavt klimaaftryk under produktion og transport
- Brug af biobaserede materialer
- God kvalitet og lang holdbarhed
- Miljømærket og certificeret

I nærværende undersøgelse undersøges mulighederne for at reducere klimaaftrykket på Konceptstaldens:

- Bund
- Bærende konstruktion
- Tag- og loftbeklædningen
- Facadeelementer

Formålet med undersøgelsen er at konstatere, hvorvidt det er muligt at reducere Konceptstaldens klimaaftryk med min. 26 %, så den har samme eller mindre klimaaftryk end en traditionel stald.

Materialer og metoder

Konceptstalden, som indgår i nedenstående beregninger, er en stald bestående af seks sektioner á cirka 700 stipladser, i alt 4.200 stipladser, svarende til en årlig produktion på cirka 16.800 slagtegrise [1].

Til beregning af klimaaftryk, udtrykt som CO_2 ækvivalenter (forkortet: $CO_{2\ eq.}$) er anvendt "LCAbyg". LCAbyg er udviklet af BUILD (tidligere Statens Byggeforskningsinstitut), Aalborg Universitet.
Der er foretaget beregninger på staldens bund, bærende konstruktion, tag- og loftsbeklædning samt facadeelementer.

LCAbyg er et værktøj, der beregner en værdi for en bygnings samlede klimaaftryk i dens levetid.

Med LCAbyg kan beregnes et byggeris miljøprofil og ressourceforbrug, ved at indtaste informationer om bygningsdelene og eventuelt bygningens energiforbrug. Værktøjet tager sig automatisk af LCA-beregningerne og samler resultaterne i udvalgte figurer og en rapport. LCA beregnes over hele bygningens livscyklus og inkluderer derfor fremskaffelse af råvarer, produktion af byggematerialer, energi- og ressourceforbrug ved drift og vedligehold, samt bortskaffelse og eventuelt genanvendelse af bygningsdele og byggematerialer. [3]

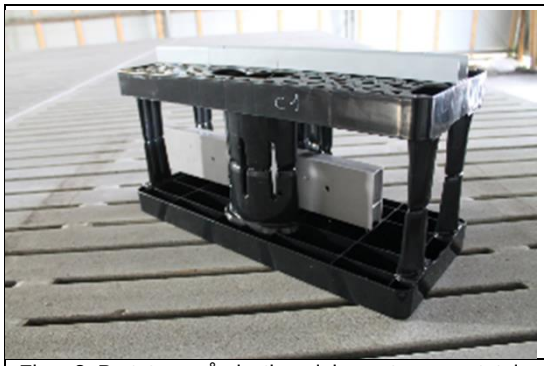
LCAbyg kan levere en række oplysninger med hensyn til klimaaftryk, men den mest anvendte er GWP (Global Warming Potential) eller på dansk ”Drivhuspotentiale” som i beregningerne udtrykkes som ”$CO_{2\ eq}$, pr. kvadratmeter pr. år” over en given periode/levetid. Levetid er i beregninger fastsat af Bolig- og Planstyrelsen gennem ”Den Frivillige Bæredygtighedsklasse” til 50 år. Levetiden i de LCA-beregninger, som indgår i denne beregning, er sat til 40 år, idet dette er mere realistisk og ofte mere retvisende for staldbygninger til grise.

Resultater og diskussion

Staldens bund

I det tidligere projekt ”Fremtidens Stald – Konceptstalden” blev der i et pilotstudie etableret en membranbund af plastikdug, som ligeledes anvendes på affaldspladser, til erstatning for betonbunden i gyllekummerne. Der blev etableret tre prøveopstillinger, både med og uden grise i stien. Alle opstillinger har fungeret tilfredsstillende, men været udfordret på montage- og materialesiden, idet samlinger mellem beton og membran i den første prøveopstilling var meget omkostningstunge at få udført og i anden prøveopstilling var udfordringen tæthed i samlinger. Dette er nu afklaret og metode samt valg af materiale er fastlagt.

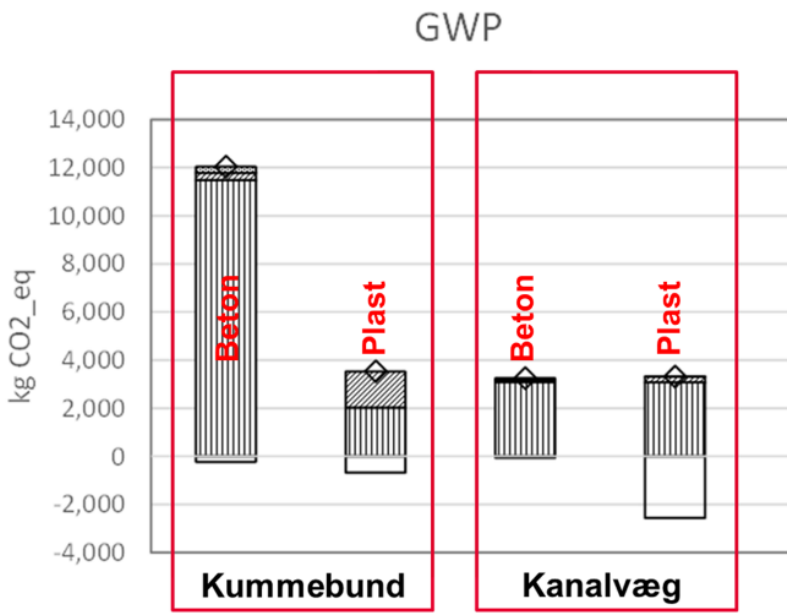
Desuden blev der i projektet udviklet en prototype på gyllekanalelementer udført i plast til erstatning for fundamentblokke eller kanalelementer fremstillet af beton/cement (figur 3).



Figur 3. Prototype på plastkanalelement som erstatning for fx fundablokke.

Klimaaftryk

Som det ses af søjlediagrammerne i figur 4, kan klimaaftrykket reduceres ved at anvende plastmembran i stedet for traditionel betonbund, idet membranbund kun har et klimaaftryk på en tredjedel af beton.



Figur 4. Sammenligning af klimaaftryk for henholdsvis gyllekummebund og plastkanalelementer udført i henholdsvis beton og plast. Klimabelastningen er angivet i CO_2 eq/m^2.

Den del, som ligger under ”nul” i figur 4, er genanvendelsespotentialet, dvs. den besparelse, som opnås næste gang, membranen anvendes i en ny bygning. Dette forudsætter, at der findes en virksomhed, som fx producenten, der vil aftage den brugte membran, rengøre og genbruge den, enten som den er eller i granuleret form.

Plastkanalvæggene giver således ikke den store besparelse i første omgang, idet de har stort set det samme klimaaftryk som beton, men som det ses i figur 4, er genanvendelsespotentialet væsentligt større, hvis kanalelementerne anvendes igen i en ny (eller renoveret) stald. Dette forudsætter, at plastkanalelementerne ikke deformerer eller tager skade og rent faktisk kan genanvendes i deres oprindelige form, hvilket burde kunne lade sig gøre, idet der ikke er noget slid eller tæring på elementerne. Alternativt kan plastkanalelementerne genanvendes ved at granulere og genanvende den til ny plast, afhængig af omkostningerne til rengøring og genanvendelse contra køb af nye plastkanalelementer.

Ved at erstatte betonbunden i gyllekummer med en membran, ligger der en anselig besparelse på 11 % $CO_{2\ eq}$. på det samlede byggeri i staldens levetid, mens plastkanalelementerne faktisk øger klimaaftrykket med 0,1 %, og først bidrager med en reduktion i klimaaftrykket, når de genbruges.

Økonomi

Den beregnede reduktion af prisen for at erstatte gyllekummebund og -kanaler med plastmaterialer er på 52 % sammenlignet med brug af beton, men det er dog behæftet med en lille usikkerhed, idet den endelige pris på plastkanaler endnu er ukendt.

En del af besparelsen ligger i sparet arbejdstid, idet plastkanalelementerne er væsentligt hurtigere og lettere at montere end tilsvarende betonelementer/fundamentblokke. Dertil kommer bedre arbejdsmiljø sammenlignet med montage af kanalvægge i fundamentblokke, idet der undgås mange tunge løft.

Bærende konstruktion

Konceptstalden er kendetegnet ved en bærende konstruktion i stålspær (figur 5). Til trods for, at disse stålspær er fremstillet af 78 % genbrugsstål, udgør de en markant andel af staldanlæggets samlede klimaaftryk.



Figur 5. Stålspær i en Konceptstald.

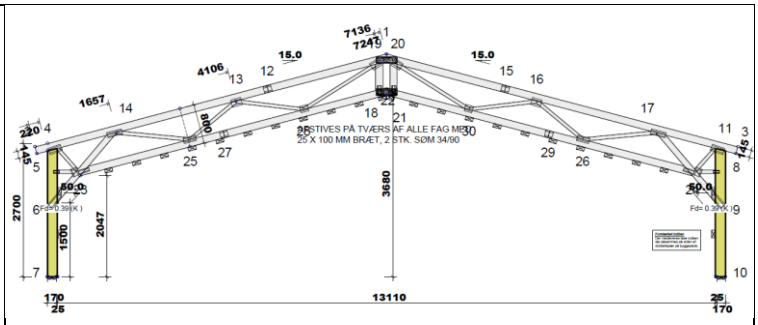
Klimaaftryk

Alternativet til stålspær er træspær, da træ er CO_2-neutralt, idet det fjerner CO_2 fra luften og lagrer det, indtil træet rådner eller bliver brændt. Anvendes træ i stedet for stålspær, opnås en reduktion i klimaaftrykket fra den bærende konstruktion alene på 86 %. Dette giver en reduktion i klimaaftrykket på 6,4 %. Se figur 8.

I analyserne af klimaaftrykket indgår både limtræskonstruktion (figur 6) og opbyggede spær i konstruktionstræ (figur 7).



Figur 6. Eksempel på spær udført i limtræ. Foto: Flexwood



Figur 7. Spær opbygget i konstruktionstræ. Illustration: Palsgaard spær

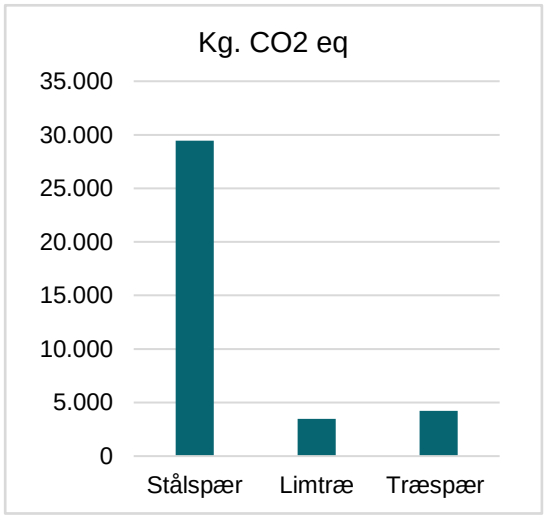
Konceptstald

Ændring til en bærende konstruktion bestående af træspær er bedst egnet i stalde med loft til kip, som fx i Konceptstalden. Men det vil også kunne lade sig gøre i fladloftede stalde, dvs. traditionelle stalde, ved at nedstroppe loftet fra spær. Dette er dog en dyrere konstruktion, men til gengæld er bygninger med nedstroppet 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, som den oprindeligt er opført, forudsat bygningens levetid er lang, hvorved klimaaftrykket reduceres.

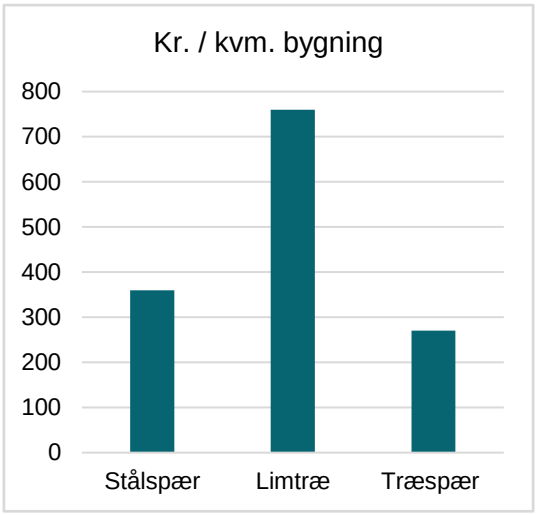
Økonomi

Prismæssigt er det opbyggede spær i konstruktionstræ billigst. Som det fremgår af figur 9, er prisen på spær i konstruktionstræ cirka 75 % af prisen på stålspær. Derimod er limtræ dobbelt så dyrt som stålspær. Hvorvidt disse prisforhold holder på lidt længere sigt, er usikkert.

Priser vist i figur 9 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.



Figur 8. Sammenligning af klimabelastning på den bærende konstruktion alene, for henholdsvis stål og træ. Klimabelastningen er angivet i CO2 eq/m^2.



Figur 9. Økonomisk sammenligning af bærende konstruktioner isoleret set.

Tag og loft

Fibercementbølgeplader har i mange år været det foretrukne materiale til tage på landbrugsbygninger. I landbruget bruges typisk sadeltage med hældninger på 15-20°, da denne løsning giver god afvanding og muligheder for forskellige ventilationsløsninger i bygningen. Taget er normalt opbygget på et træspær med lægter eller et stålspær med åse.

<u>Den udvendige klimaskærm kan fx være:</u>

- Fibercement
- Stålplade
- PIR-skumselement
- Teglsten
- Tagpap
- Betontagsten
- Natur skiffer
- Sedumtag
- Teltdug

I bygninger til dyr er det nødvendigt at etablere et isoleret tag for at opnå et optimalt klima og dermed god dyrevelfærd. Som isoleringsmateriale bruges typisk et glas- eller stenuldsmateriale. Her vælges 150 mm glasuld som isoleringsmateriale. Alternativer som papir- eller træuld ses også i mindre grad.

Den indvendige beklædning kan f.eks. være:

- Stålplader
- Træbeton (f.eks. Troldtekt ®)
- Cementbunde spånplader
- Listeloft (træ)
- PIR-skumselement

Dette giver en række kombinationsmuligheder som er vist i tabel 1.

Tabel 1. Mulige kombinationsmuligheder for indvendig loftsbeklædning og udvendig tagbeklædning. Markering med x, 1, 2 eller 3 indikerer mulige kombinationer. Kombinationer markeret med grøn, lyserød og blå farve angiver brugbare kombinationer og den grå farve angiver kombinationer, som ikke anvendes i landbrugsbyggeri.

	Indvendig – loftsbeklædning					
Udvendig tagbeklædning	Stålplader	Træbeton	Cement-bunde spånplader	Listeloft (træ)	PIR-skumsele-ment	Teltdug
Fibercement	x[1]	x[1]	x	x		
Stålplade	x[1]	x[1]	x	x		
Teglsten	x	x	x	x		
Tagpap	x	x	x	x		
Betontagsten	x	x	x	x		
Natur skiffer	x	x	x	x		
Sedumtag	x	x	x	x		
PIR-skumselement					x[2]	
Teltdug						x[3]

1) Disse kombinationer er de mest gængse i bygninger til griseproduktion.

2) PIR-skumselementer har været brugt i fjerkræproduktion i mange år og er ved at finde ind i bygninger til griseproduktion. Her udgør udvendig og indvendig beklædning et hele og skal/kan ikke kombineres med andre beklædninger.

3) Teltdug har tidligere været forsøgt brugt til kvægstalde men uden den helt store succes. Løsningen vil ikke blive beskrevet nærmere i denne meddelelse.

Sedumtag (figur 10) er en tagbeklædning belagt med planter (Sedum) i stedet for en traditionel tagdækning. Fordelene er primært, at det reducerer afvandingen fra taget med op til 70 %, hvorved afløb og bortskaffelse af regnvand aflastes. Dernæst forlænger det levetiden på underliggende tag og styrker biodiversiteten. Ulemperne er pris – både på den samlede tagkonstruktion, idet man skal have et tæt underlag, som fx tagpap, men også til bygningens bærende konstruktion, da sedumtaget er væsentligt tungere end mange andre løsninger.



Figur 10. Eksempel på Sedumtag. Foto: VegTech A/S

Der er i efterfølgende beregninger valgt at se bort fra tagdækning i tegl og beton og skiffer samt teltdug, da disse sjældent er anvendt. Alle beregninger, både økonomiske og LCA-beregninger, er baseret på en samlet konstruktion, dvs. alle kombinationer af tag- og loftbeklædning, inkl. materialer; åsetræ, lægter, underlag samt isolering og dampspærre.

Klimaaftryk

I tabel 2 er klimaaftrykket for de forskellige kombinationer af tag- og loftbeklædning indekseret. Konceptstaldens opbygning med stålplade som både tag- og loftbeklædning er sat til indeks 100, så andre kombinationer kan vurderes herudfra.

Den mest udbredte kombination i danske grisestalde er fibercement som tag, og træbeton som fx Troldtekt® som loft. Generelt set er kombinationer med fibercement som tagbeklædning og listeloft eller træbeton som loftbeklædning en løsning med lavere klimaaftryk end Konceptstaldens opbygning med stål som ind- og udvendig beklædning. Listeloft er efterhånden blevet udfaset til fordel for fx træbeton, da langt størstedelen af grisestaldene ventileres med diffus eller combi-diffus ventilation, hvilket fordrer, at loftbeklædningen er luftgennemtrængelig.

I Konceptstalden har ønsket været at anvende PIR-skums elementer til tag- og loft, hvilket er meget udbredt i fjerkræindustrien, men som det fremgår af tabel 2, har denne løsning et 30 % større klimaaftryk. Det vil derfor være en fordel, rent klimamæssigt, at anvende fibercement som tagdækning og listeloft som loftbeklædning, hvorved klimaaftrykket vil kunne reduceres med 47 %, hvad angår tag- og loftbeklædning.

Sedumtag har et noget højere klimaaftryk end de øvrige tagbeklædninger, hvilket skyldes at der som undertag skal være et tæt undertag, som f.eks. tagpap, geotekstil eller lignende.

Tabel 2. CO_2-indeks på de forskellige kombinationer af tag- og loftbeklædning. Grøn farve indikerer gunstigt CO_2-indeks, hvid indikerer neutralt og rødt ugunstigt er CO_2-indeks

Udvendig tagbeklædning	**Indvendig – loftsbeklædning**				
	Listeloft (træ)	Træbeton	Stålplader	Cementbund-ne spånplader	PIR-skumselement
Fibercement	53	77	93	112	
Stålplade	61	85	**100**	120	
Tagpap	93	117	132	152	
Sedumtag	95	119	134	154	
PIR-skumselement					130

Økonomi

Af tabel 3 fremgår det, at de fleste lofttyper i kombination med fibercement- og stålpladetag prismæssigt ligger på samme niveau. Derimod skiller tagpap og sedumtag sig ud på grund af en højere pris. Dette skyldes primært de flere og dyrere materialer, der indgår i opbygningen.

PIR-skumselementer som tagdækning er dyrere end de øvrige traditionelle tagløsninger, hvilket skyldes, at PIR-skumselementerne skal placeres indvendigt, det vil sige på undersiden af stålspærene, for, at tagåsene ikke påvirker ventilationen (hvilket vil være tilfældet, hvis PIR-skumselementerne monteres oven på stålspærene). Dette medfører, at der skal monteres en tagbeklædning oven på stålspærene fx stålplade, hvilket fordyrer denne løsningen med PIR-skumselementer som tagbeklædning.

Tabel 3. Prisindeks på de forskellige kombinationer af tag- og loftbeklædning. Grøn farve indikerer gunstigt prisindeks, hvid indikerer neutralt og rødt ugunstigt prisindeks.

Udvendig tagbeklædning	**Indvendig - loftsbeklædning**				
	Listeloft (træ)	Træbeton	Stålplader	Cementbundne spånplader	PIR-skumselement
Fibercement	91	94	96	95	
Stålplade	95	98	**100**	99	
Tagpap	159	161	164	162	
Sedumtag	482	485	487	485	
PIR-skumselement					112

Facadeelementer

Facadeelementer af PIR-skumspaneler, som anvendes i Konceptstalden, har et forholdsvist højt klimaaftryk. PIR-skumselementer blev valgt i udviklingen af Konceptstalden på baggrund af pris, da de koster cirka en tredjedel af prisen på et traditionelt sandwichbetonelement.

Sandwichelementer med beton som for- og bagplade og med 100 mm isolering derimellem er den mest anvendte facadebeklædning i grisestalde.

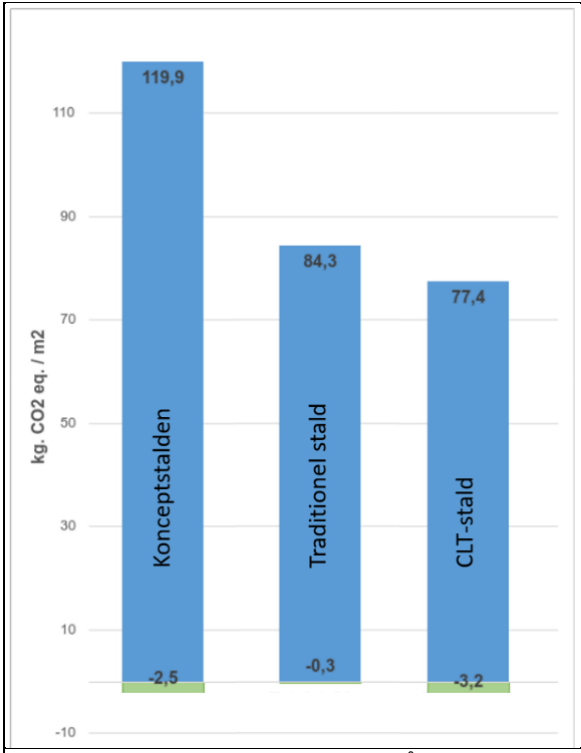
Siden midt i 1990'erne har det fx i Ø-stalden været forsøgt med facadeelementer i træ. Ø-stalden blev opført med bærende konstruktion i træ, og facader beklædt udvendig med træ eller stål og med en indvendig beklædning med cementbundne spånplader. Der blev bygget en del af disse stalde og nogle af staldene benyttes endnu til produktion af grise.

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

Klimaaftryk

DTU har i et tidligere projekt beregnet, hvor meget en trækonstruktion med facader af CLT-træ, vil reducere klimaaftrykket for både en Konceptstald og en traditionel stald og resultatet fremgår af figur 11 [2]. Det ses, at den samlede gevinst på hele bygningen 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. Derimod er den klimamæssige gevinst større, når der sammenlignes med Konceptstalden, idet en stor del af klimabelastningen stammer fra facader bestående af stål og PIR-skum. 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 Konceptstaldens samlede klimaaftryk på 4,4 %.



Figur 11. Sammenligning af klimaaftryk på henholdsvis Konceptstald, Traditionel stald og en CLT-stald. Klimabelastningen er angivet i CO_2 eq/m^2. Den grønne del af søjlerne angiver genanvendelsespotentialet.

Økonomi

Der findes omkring 10 virksomheder i Danmark der producerer facadeelementer baseret på træ. Efter henvendelse til to af disse virksomheder, er det i skrivende stund desværre ikke lykkedes at få en pris på facadeelementer, som kan anvendes til griseproduktion. Det har derfor ikke været muligt at foretage en prissammenligning. Baseret på tidligere erfaringer samt prissætning af facadeelementer i træ, vurderes disse dog ikke at kunne være konkurrencedygtige på nuværende tidspunkt.

Reduktionspotentiale

Som nævnt har Konceptstalden et klimaaftryk, der er cirka 26 % højere end en traditionel stald. Det samlede klimaaftryk fra råhuset i en Konceptstald bestående af seks sektioner er 415 t. $CO_{2\ eq.}$
Det er undersøgt, hvorvidt det er muligt at reducere Konceptstaldens klimaaftryk gennem ændret materialevalg. Resultaterne er samlet i tabel 4, hvoraf det fremgår, at hvis alle foreslåede initiativer sættes i værk, er det faktisk muligt at reducere klimaaftrykket med 30 %.

Tabel 4. Muligheder for reduktion af Konceptstaldens klimaaftryk.

Tiltag	Reduktion	
Staldens bund af plast		
• Membran	-45 t. $CO_{2\ eq.}$	-11 %
• Plastkanal	+0,4 t. $CO_{2\ eq.}$	+0,1 %
Bærende konstruktion af træ	-27 t. $CO_{2\ eq.}$	-6,4 %
Tag og loft materialer	-32 t. $CO_{2\ eq.}$	-8,0 %
Facadeelementer af træ	-18 t. $CO_{2\ eq}$	-4,4 %
Besparelse i alt	**122 t. $CO_{2\ eq}$**	**-30 %**

Alle de nævnte muligheder er realistiske, men ikke alle er afprøvede. Eksempelvis er det endnu ikke forsøgt at opføre en stald med membranbund.

De viste muligheder er ligeledes mulige at overføre og anvende i traditionelt opbyggede stalde, lige med undtagelse af den bærende konstruktion. Det drejer primært om anvendelse af træ i stedet for beton i facader, samt membranbund og plastkanalelementer i staldens bund. Dette vil muliggøre, at klimaaftrykket kan reduceres med ca. 14 % på en lang række traditionelle staldbygninger.

Konklusion

Resultatet af undersøgelsen viste, at det er muligt at reducere Konceptstaldens klimaaftryk, endda med mere end de 26 %, der var forskellen til en traditionel stald. Det viste sig således, at Konceptstalden kan fremstå mere klimavenlig end en traditionelt opført stald.

Reduktionen kan opnås ved at:

- erstatte staldens bund af beton med en plastmembran og gyllekanalelementer med plastkanalelementer. Begge forventes billigere end beton, men den endelige pris er endnu ukendt.
- anvende træspær i stedet for stålspær. Enten i form af limtræ eller opbygget konstruktion af spærtræ, hvor konstruktionen med spærtræ er den billigste. Der indgår stort set samme mængde træ i begge konstruktioner, men limtræskonstruktionen er betydeligt dyrere end spærtræskonstruktionen.
- vælge tag- og loftbeklædning af andet materiale end fx stålplade, tagpap eller sedumtag. Prismæssigt ligger tagbeklædninger af fibercement og stålplade meget ens, ligesom loftbeklædning af enten listeloft, træbeton, stål- eller cementbundne spånplader prismæssigt ikke varierer meget.
- vælge facader af træ, fx præfabrikerede facadeelementer eller CLT-opbygning som beskrevet. Prismæssigt er forskellen ikke afklaret da der mangler eksempler på samme type bygning som en stald.

Samme forbedringer af staldens klimaaftryk vil også kunne anvendes i en traditionel stald, hvorved den traditionelle stald vil kunne reducere klimaaftrykket yderligere. Det vil sige, at man kan forvente en reduktion på cirka 14 % på det samlede klimaaftryk på en traditionelle stald ved at indføre tilsvarende reduktioner.

Referencer

[1] Poulsen, K. og S. Jacobsen. 2019. KONCEPTSTALDEN 1.0, Svineproduktion.dk https://svineproduktion.dk/-/media/PDF/I-stalden/Staldindretning/Slagtesvinestald/Konceptstald/Konceptstalden_fulde_dokument.ashx

[2] Jensen, L.B. et al. 2022. Det Klimavenlige landbrugsbyggeri; Rapport: Prioritering af CO2-belastende konstruktionsdele, ISBN: 978-87-7475-686-6

[3] LCAbyg webside: https://www.lcabyg.dk/da/

[4] Molio prisdata

Deltagere

Specialkonsulent Alberto Maresca, Center for Klima & Bæredygtighed, SEGES Innovation P/S

NAV nr.: 1451 og 7866

//jahp//