

## Bæredygtigt landbrugsbyggeri - et spørgsmål om et godt liv

Den innovative udvikling af landbrugsbyggeriet gennem tiderne har været begrænset. Bygninger og konstruktioner er i bund og grund designet ud fra simple rentabilitets-betragtninger og anvendelse af gode, billige og afprøvede materialer og løsninger.

Med andre ord er produktionsoptimering gået forud for helhedsbetragtning af erhverv og produktionsanlæg. Landbrugsbyggeriet har ikke evnet at udnytte broderskabet med det industribyggeri, der i samme periode i høj grad har udviklet sig markant.

I forbindelse med Realdanias kampagne "Fremtidens Landbrugsbyggeri" var et af konkurrencemålene at:

*"Bidrage til, at fremtidens landbrugsbygninger bliver mere effektive og miljørigtige, og at de tænkes ind i en bredere fysisk helhed. Håbet er, at det vil være med til at skabe et bedre image for landbruget og være til glæde for alle brugere og gæster i det åbne land."*

Promilleafgiftsfonden for landbrug



Den Europæiske Union ved Den Europæiske Fond for Udvikling af Landdistrikter og Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri har deltaget i finansieringen af projektet.

## Det "tunge" byggeri

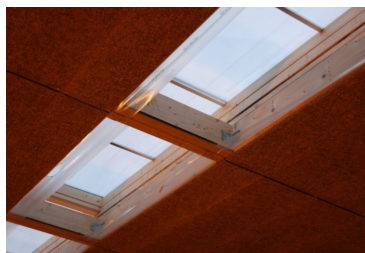


Et Realdania-støttet svinestaldsanlæg opført ved Hjørring

Bygningsanlægget ved Hjørring er målrettet svineproduktion, søer og smågrise. Bygningerne er opført i asymmetriske bygningsprofiler med selv bærende rammekonstruktioner af stål. Da avl af smågrise kræver stabil varme, er staldene velisolerede.



Et isoleret sandwich-element i den øverste del af svinestaldsbyggeriets gavle



Præfabrikerede og isolerede tag- og loftselementer, med påbyggede lysbånd

Staldbyggeriets råhus/klimaskærm er konstrueret af præfabrikerede og isolerede betonelementer med en meget robust og rengøringsvenlig, indvendig overflade. Oven på gavlenes betonelementer er der monteret velisolerede sandwich-elementer med mineraluld mellem tyndplader af stål. Det ret store og naturlige lysindtag i tagfladen giver en klar besparelse i eludgifterne til den kunstige belysning.

**Spørgsmålet er, om dette bygningsdesign er mere bæredygtigt end det traditionelle staldbyggeri.**

## Det "lette" byggeri



Et Realdania-støttet lade- og værkstedsbyggeri opført ved Veksø på Sjælland

Bygningsanlægget ved Veksø er for den ene del målrettet korn- og frøopbevaring, som ikke stiller krav om varmeisolering. Den anden del af det samlede bygningsanlæg, som er målrettet værksted og velfærdsfaciliteter, kræver varmeisolering.



Et projekt med optimerede stålrammer, en konstruktion som giver det mindste antal kg stål pr. m<sup>3</sup> bygningsvolumen i forhold til standardhaller



Bygningen er beklædt med tyndpladeprofiler i stål, monteret på åse og profileret i tyndpladestål. Et skelet med en "tynd hud" som klimaskærm

**Spørgsmålet er, om denne type og dette bygningsdesign af en lade- og værkstedsbygning er mere bæredygtigt end det traditionelle halbyggeri.**

De to eksempler på bygningstyper beskriver spændvidden i fremtidens landbrugsbyggeri. I begge byggerier er der tænkt anden anvendelse, hvis de nuværende funktioner bliver uaktuelle. Beliggenheden i forhold til større bysamfund giver gode muligheder for alternativ anvendelse. Ved mere decentrale placeringer væk fra større bysamfund og infrastrukturer skal der regnes med færre muligheder for alternativ anvendelse, så der i en bæredygtighedsbetragtning kalkuleres anderledes.

## Generelle og erfaringsmæssige betragtninger

### Inventar

Generelt er staldanlægs funktionelle levetid kort. Det gælder specielt staldindretning og inventar, hvor den indretningsmæssige og tekniske levetid erfaringsmæssigt er 20 til 25 år. De primære årsager er menneske- og dyrevelfærds løbende forbedringer samt dyrenes kemiske og fysiske påvirkninger af inventaret. Typisk er den investeringsmæssige fordeling mellem råhuset og inventaret ca. 50/50%.

### Klimaskærm

Som udgangspunkt har råhuset/klimaskærmen en teknisk længere levetid, men i forhold til den funktionelle rummelighed er erfaringen, at nye forbedrede principper for indretning ikke optimalt kan indpasses i de eksisterende råhuse. Med høje håndværkerpriser er det samtidig ikke altid hensigtsmæssigt at ombygge eksisterende bygninger.

### Et forsøgsbyggeri



Klimaskærm opbygget af limtræsrammer og loft/tag af massive limtræselementer afdækket udvendigt med pap.



Punkt- og sribefundamenter er opbygget af præfabrikerede betonelementer. Massive træelementer udgør ydervæggene.

Byggeriet - en åben kvægstald - er et forsøg på at udvikle præfabrikerede og fleksible standardelementer, som hurtigt kan monteres, udbygges og afmonteres. Anvendelsen af træ, stort set fra sokkeloverkant og opefter, har yderligere to formål:

- Gøre montagen så let som muligt, f.eks. spær, tag- og vægelementer
- Få undersøgt hvor meget fugt og fysisk påvirkning fra dyrene, trækonstruktionerne kan holde til i en "forceret" afprøvning

## Hvor står vi i dag?

Indtil nu har begrebet "bæredygtigt landbrugsbyggeri" udelukkende været, at man ved valg af materialer så bort fra produkter, der ved brug udviste en eller anden form for miljøbelastning på enten det interne eller eksterne miljø. I stedet bør man betragte den samlede miljømæssige belastning, som det pågældende produkt eller materiale påfører omgivelserne gennem produktion, anvendelse og bortskaftelse. Valg af konstruktion og materiale er i dag meget styret gennem myndighedsregulerede produktgodkendelser.

Det er bestemt ikke enkelt at opnå høje miljøforbedringer ved landbrugsbyggeri, men derfor kræves der også radikalt ændrede tilgange til arbejdet med planlægning og projektering. Myndighedsregulering som hovedinstrument er ikke nok til at dreje udviklingen i den rigtige retning, men det er nødvendigt med en direkte og total holdningspåvirkning gennem rådgivning, dialog, uddannelse og efteruddannelse af alle parter i byggeprocessen.

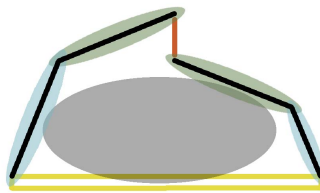
## Livscyklus

Planlægning og projektering af bygningskonstruktioner bør tage udgangspunkt i livscyklusorienterede produkt- og konstruktionsvalg, så den samlede miljøbelastning fra konstruktionen inddrages i valget mellem alternative konstruktionstyper eller -muligheder. Indsatsen bør samtidig være markedsorienteret, da dette er den mest dynamiske reguleringsmekanisme for muligheden af realisering. Indsatsen bør være aktørorienterede, da aktiv inddragelse af alle parter i processen i en fælles prioriteret indsats er optimal for resultatet af de samlede anstrengelser.

En del af ovenstående er et kort og redigeret resumé af lektor ved VIA UNIVERSITYCOLLEGE, Verner Markussens langt mere dybdegående beskrivelse til indkredsning af vigtige indsatsområder som en del af den bredere sammenhæng i en Realdania-støttet forundersøgelse vedr. udvikling af landbrugsbyggeriet.

## Perspektivering

Illustrationen iscenesætter fokusområder i forhold til udfordringerne i fremtidens landbrugsbyggerier set i et bæredygtigt og livcyklusperspektiv. Hele bygningen skal ses i en samlet livcyklusvurdering, men for at kunne overskue og målrettede indsatserne foreslås landbrugsbyggeriet nedbrudt i bygningsdele pga. de meget forskellige påvirkninger, de enkelte afgrænsningsflader er udsat for.



Principskitse af klimaskærm, et eksempel:

- Råhusprofil
- Gulvopbygning
- Indeklima / arbejdsmiljø
- Grønt tag
- Varme- eller elproduktion i væg
- Ventilation samt ammoniak- og lugtopsamling

Forslag til opdeling af landbrugsbygninger i bygningsdele og mulige indfalds- og indsatsvinkler

## Livscyklusanalyser

I det følgende har LENDAGER ARKITEKTER foretaget en screening af lovgivning og erfaringer vedr. livscyklusanalyser.

Fra Wikipedia:

Livscyklusvurderinger kaldes ofte bare LCA (efter engelsk Life Cycle Assessment). Det er nogle metoder inden for produktsystemers miljøbelastning gennem hele deres livscyklus fra "vugge til grav", dvs. fra udvinding og fremstilling af produktet, brugen af det, inklusive vedligeholdelse og reparation, til bortskaffelse af det kasserede produkt.

LCA i den danske byggebranche har været fastfrosset siden 1997. SBI's ambitiøse, daværende projekt omhandlede analyser af materialer i byggebranchen med målsætningen om at kunne lave en fyldestgørende miljømæssig analyse af et byggeri fra vugge til grav. LCA-analysen indeholdt informationer om CO<sub>2</sub>-forbrug, energiforbrug, bundet energi, komponenternes sammensætning og levetidsvurderinger.

Projektet blev på daværende tidspunkt standset grundet økonomi og mangel på ressourcer. Projektet har ligget stille indtil i dag, hvor miljø- og bygningseksperter, Rob Marsh, arbejder med en opdateret og videreudviklet udgave af projektet.

LCA-analyser er i byggebranchen blevet brugt i flere år, men har primært været interessante for virksomheder, som agerer på de internationale markeder, som for eksempel det tyske. Dette skyldes, at Tyskland i mange år har anvendt LCA som en direkte varedeklaration for byggekomponenter. Dette har udløst en, for den tyske byggebranche, meget veludviklet LCA-database der har givet grobund for bæredygtighedsvurderingen DGNB, som baserer sin vurdering af bæredygtighed og miljøpåvirkning på LCA. Dette giver en meget præcis og holistisk vurdering af en bygning fra konstruktion til nedrivning.

Det næste udviklingstrin er Vugge til Vugge eller Cradle to Cradle, som er udviklet af Michael Braungarten (kemiingeniør) og William McDonough (arkitekt). De kæder endt livscyklus sammen med en ny begyndelse, og Cradle to Cradle-logikken viser materialernes vej tilbage til et nyt produkt uden tab af ressourcer. Analysen foregår på molekylært niveau og er omfangsrig.

Denne udvikling er væsentlig for dansk byggeri, da den tyske bæredygtighedsvurdering, DGNB, er blevet den officielle grundstamme for det kommende danske vurderingsystem. Forståelse for LCA bliver dermed en nødvendighed for danske producenter, før bæredygtigheds certificeringen vil kunne etablere sig.

Det vil tage et stykke tid, før LCA er normen snarere end undtagelsen til vurdering af byggekomponenter, da analysemetoden stadigvæk ikke er let tilgængelig for mindre fabrikanter. I dag er det CE-byggevarer deklARATION, som opfylder krav og normer defineret af EU, og fabrikanten garanterer med CE-mærket, at produktet er fremstillet i overensstemmelse med fælles europæiske krav til sikkerhed, sundhed og miljø.

### LCA-screening

Der findes en hel del private firmaer, som yder LCA screeninger. Firmaer som PE international, COWI og Force Technology tilbyder LCA-analyser. Grundlæggende bruges LCA ikke kun af byggebranchen, men som en miljøanalyse, der tilpasses stort set alle industrier og brancher.

### Hvad siger lovgivningen om byggeri og livscyklus?

På nuværende tidspunkt er der ikke nogle lovgivningskrav om LCA, men EU arbejder på, at LCA bliver en del af CE-mærkningen (oplyst af SBI). I forhold til bæredygtighedscertificering er LCA med offentliggørelsen af DK-DGNB blevet relevant for danske producenter.

### Tendenser for Energi, Ressourcer og Genanvendelse

Igennem en årrække har der været skarp fokus på at energioptimere bygninger, da det viser sig, at det i vid udstrækning er muligt at opnå energipassiv huse og i visse tilfælde energiproducerende huse. Senest er fokus rettet mod ressourceforbruget i konstruktionsfasen af byggeriet, bygningens drift og vedligeholdelsesomkostninger og nedrivning.

En voksende tendens er en rationel tilgang til materialer, hvor der fokuseres på at upcycle materialer, hvilket vil sige, at man genbruger materialer, der stammer fra varierende kilder, og eventuelt affaldsprodukter fra industrien. Disse (affalds-)produkter kan genbruges i konstruktionen af en bygning og kan dermed blive miljømæssigt og kulturelt forædlet.

Upcycle-tendensens mest positive implikationer er at finde i CO<sub>2</sub>-regnskabet. Et upcycle-materiale kan reducere CO<sub>2</sub>-forbruget med op til 95%, som det er tilfældet med upcyclet aluminium i forhold til ny-produceret.

### Links til LCA-relaterede virksomheder og offentligt støttede organisationer

<http://www.lca-center.dk/cms/site.aspx?p=378>

<http://www.sbi.dk/miljo-og-energi/miljovurdering/miljodata-for-bygningsdele-og-materialer/summary-of-the-publication-applications-of-environmental-data-and-declarations-for-building-materials/?searchterm=None>

[www.biogasbranchen.dk](http://www.biogasbranchen.dk)

<http://dk-abc.dk/>



## Grønt byggeri

### Væg- og tagkonstruktioner

At etablere grønne tage har stort set ikke nogen drifts- og vedligeholdelsesmæssige konsekvenser. Producenter tilbyder i løbet af de to første år at tilse tagene 1-2 gange, hvor der tilføjes gødning og sikres, at nedfaldsblade ikke skaber vækstproblemer i etableringsfasen. Nedfaldsblade ses ellers ikke som andet end et positivt gode, der over en årrække vil akkumulere et dybere dække.



### Modulopbyggede elementer

Erfaringer med det bærende grundlag for ekstensive eller intensive grønne 'modulopbyggede elementer'.

I Danmark er der omkring 10-12 års erfaring med henholdsvis ekstensive og intensive grønne tage.

Ekstensive grønne tage huser forskellige typer af stenurt i 20-30 mm mineraluld som vækstmedie. Det oplyses, at der ikke foreligger skader eller problemer med drift og vedligehold. For ekstensive tage skal tagkonstruktionen kunne bære en trykpåvirkning på ca. 50 kg/m<sup>2</sup>, hvilket svarer til et 20-30 mm vækstmedie til stenurter.

Intensive grønne tage kan beplantes med græs, planter, buske, træer, og med dybder på 780 mm starter trykpåvirkningen på tagkonstruktionen ved 130 kg/m<sup>2</sup>. Disse tagtyper kan være interessante i forhold til udnyttelse af tagflader til landbrugsfoder eller dyrkning.

For begge tage gælder det, at der enten bruges et eksisterende lag af tagpap, et eksisterende tegltag eller at der etableres en tagmembran/tagfolie som underlag for det grønne tagsystem. For det intensive tag med kraftig beplantning skal der monteres en rodspærrefolie ind i konstruktionen for at skærme for beplantningernes rodsystemer.

### Solenergi i dansk landbrug

Solceller vinder frem i Danmark, og i takt med at priserne på energi stiger, og at produkterne bliver mere effektive og mere økonomisk fordelagtige, stiger efterspørgslen på solceller. Denne positive tendens gælder dog kun for det private marked.



Formanden for Dansk Solcellecenter, Karin Kappels forslag om at tage en samtale med Dennis Aarø, som er Direktør i Gaia Solar, gav et overraskende billede af solcellers attraktivitet i forhold til erhverv. Solceller har vist sig mindre attraktive for landmænd og for den danske industri, da der her kun betales omkring 1 kr. pr. kWh, hvilket er ca. halvdelen af, hvad der betales i det private. Interessen for større solcelleanlæg til landbrug er derfor ikke til stede grundet den lave pris på el og den deraf lange tilbagebetalingstid. Tanken om, at eksempelvis landmænd ville kunne "høste" solenergi for at kunne sælge det videre til nettet, synes mulig, men det økonomiske grundlag virker skrøbeligt.

**Tilbagekøbsøkonomien er på 60 øre pr. kWh**

Solcelleanlæg kan være et alternativ for den private del af landbruget. Her er der klare fordele ved at opsætte solceller, da disse kan skabe skattemæssige og økonomiske fordele. Praktisk set er der åbenlyse muligheder for at montere store anlæg på og omkring landbrugsejendomme. Ca. 40 m<sup>2</sup> solceller dækker årligt 5000 kWh, hvilket er et normalt behov for et parcelhus med to voksne og to børn.

## Lovgivningen på det grønne område

Ambitionen omkring energi- og miljørigtigt byggeri varierer fra kommune til kommune og fra lokalplan til lokalplan. Det er i disse plantiltag, der tages stilling til, hvor ambitiøs en kommune vil gå til værks. Det ses dog oftere og oftere, at boligforeninger og virksomheder på eget initiativ øger ambitionerne og satser på 2015- eller 2020-energikrav. Energikravene og det nuværende bygningsreglement stiller imidlertid ingen krav til materialer, påvirkning af landskabet, sociale og kulturelle konsekvenser eller økonomisk bæredygtige aspekter.

Den grønne lovgivning er hængt op på bygningsreglementets energiberegninger og krav til indeklima og tilgængelighed. Målsætningen om energireducering er ambitiøs, og ønsket er at reducere energiforbruget med 25% fra 2010 til 2015 og yderligere 25% mellem 2015 og 2020. Sideløbende bliver en dansk bæredygtighedscertificering for erhvervsbyggeri en realitet allerede i 2011-2012, hvor forsøgscertificeringer løber af stabelen.