



# Den biogene revolution

Byggeriet står foran en revolution. Materialer der kræver høje temperaturer og miljøskadelige tilsætninger er *mega-yt*, mens materialer der optager og binder CO<sub>2</sub> ved deres tilblivelse, er *the shit*. Men helt så enkelt er det desværre og heldigvis ikke.

af Lasse Koefoed Nielsen,  
formand for LØB, murer m.m.  
i Egen Vinding og Datter

**V**i har bevæget os ind i en tid hvor intet ressource-emne i verden kan ses uden sammenhæng med andre, og den biogene revolution i byggeriet hænger i høj grad sammen med andre livsområder. Sagt på en anden måde; vi kommer lidt omkring i artiklen her.

De senere år har der været et intensiveret fokus på indlejret energi i byggeriet. Det er blandt andet blevet tydeligt, at de seneste 40 års fokus på driftsenergiforbrug i bygningsreglementet, har været nærmest kontraproduktivt, så længe man bygger med energikrævende materialer som mineraluld,



cement, brændte tegl, glas og stål. I takt med at væggene med de øgede isoleringskrav er blevet tykkere, er den indlejrede energi i bygningerne også vokset markant. Her er det væsentligt at tænke på, at vi selvfølgelig har brug for at minimere vores CO<sub>2</sub>e-udledning i bygningens levetid, men vi har også rigtig meget brug for at minimere vores CO<sub>2</sub>e-udledning nu og her.

Det bliver vældig interessant når vi begynder at kigge på biogene materialer, der optager og binder mere CO<sub>2</sub> når de vokser, end der bruges på at producere og transportere dem. For her tæller det den anden vej når vi isolerer bygningerne ordentligt. Jo mere biomasse vi bygger ind i bygningen, jo mere CO<sub>2</sub> binder vi.

### HVAD SKAL VI PUTTE I REGNEMASKINEN?

Der findes flere meninger om hvordan CO<sub>2</sub>-lagring i bygninger bør regnes. Om det overhovedet skal medregnes, eller med hvilken faktor, når en del af CO<sub>2</sub>'en evt. vil udledes når bygningsdele udskiftes eller bygningen nedrives.

Der er dog et validt argument for at medregne CO<sub>2</sub>-lagringen fuldt ud, nemlig at der er gode muligheder for biogene materialers videre færd når bygningens liv slutter:

- De er typisk velegnede til design for disassembly og dermed evt. direkte genanvendelse.
- Nogle biogene materialer kan tilbagefø-

res til jorden efter brug i en bygning, med kulstofbinding i jorden til følge.

- Hvis træ afbrændes til opvarmning efter at have lagret CO<sub>2</sub> i en bygnings levetid, tilskrives denne CO<sub>2</sub>-udledning energiformålet.
- Det er forventeligt at biogene materialer i fremtiden vil være eftertragtede til fx produktion af bioplast.

Arenaen hvor disse meninger brydes er mellem LCA-værktøjer. Overordnet må man sige LCA har en meget vigtig rolle i transformationen af byggeriet og at værktøjerne peger i samme retning, ift. hvilke materialer vi skal basere byggeriet på, men der er alligevel væsentlige forskelle. Jeg kender kun til to

### ORDFORKLARINGER

- Indlejret energi – på engelsk *embodied energy*, den energi der er medgået til produktionen af materialer til byggeriet samt byggeprocessen.
- LCA – på engelsk *Life Cycle Assessment*, på dansk oversat til Livscyklusvurdering.
- CO<sub>2</sub>e - CO<sub>2</sub>-ækvivalenter – omregning fra de forskellige typer af drivhusgasser til tilsvarende mængde CO<sub>2</sub>.

dansk udviklede LCA-værktøjer til byggeriet. Det ene er Build's LCAByg og det andet er Materialepyramiden.dk.

Levetid er en regnefaktor der normalt fylder uforholdsmæssigt meget i LCA. Ikke fordi byggematerialernes levetid ikke er væsentlig. Men når Rockwool i LCAByg tilregnes 80 års levetid, mens papirisolering får 50 år, måske pga. en kortere historik, giver det en alvorlig skævvridning.

Materialepyramiden.dk er et velovervejet og visuelt stærkt bud på et LCA-værktøj, skabt af instituttet CINARK ved KADK. I *Bogen Cirkulært Byggeri*, som var med til at lancere Materialepyramiden, står nogen meget fornuftige ord om valgene der ligger til grund for Materialepyramiden. Blandt andet argumenterer forfatterne her for ikke at medtage levetid i LCA'er.<sup>1</sup> Dels er det ofte kulturelle valg, der er skyld i at bygninger rives ned eller materialer udskiftes. Og dels er det et spørgsmål om at lave *design for disassembly*. Hvis vi bygger på en måde hvor alle bygningsdelene er skabt til at genanvendes, vil vi være godt stedt. Et andet vigtigt argument for at fokusere på materialernes klimaeffekt ved bygningens tilblivelse er, at vi har travlt. 2030 er lige om hjørnet, så de løsninger vi har brug for, er simpelthen dem der virker godt på den korte bane.

Canadiske Builders for Climate Action har med udgangspunkt i Chris Magwoods ma-

sterafhandling, lavet en hvidbog som viser muligheden af at bygge CO<sub>2</sub>-lagrende bygninger.<sup>2,3</sup> Chris Magwood viser at man selv med simple 'fra-hylden'-løsninger kan bygge med netto-CO<sub>2</sub>-lagring. Den mest vidtgående bygning, et velisoleret enfamilieshus, i hans undersøgelse lagrer 171 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>. Et tilsvarende velisoleret hus bygget af CO<sub>2</sub>-tunge materialer udleder ifølge undersøgelsen 418 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>.

## AFKOLONISERING AF INDUSTRIEN – RECLAIM THE FIELDS

I researchen til denne artikel har jeg set et oplæg med Chris Magwood, Ace McArleton og Jacub Racusin, som havde flere spændende pointer ift. emnet.<sup>4</sup> Jord er som udgangspunkt det, der binder landbruget og byggeriet sammen

og dette forstærkes når vi i højere grad baserer vores byggeri på biogene materialer. Der skal skabes partnerskaber mellem landbruget og byggeriet, vel at mærke med fokus på en afkolonisering af industrien begge steder.

Man kan tænke det som muligheden for at

tænke dyrkning af byggematerialer med som en del af Reclaim the Fields-bevægelsen, altså at vi skal tage jorden tilbage fra de store kapitalfonde, storbønderne og monokulturen og sikre en større grad af lokal og divers produktion, lokalt ejerskab og lokale arbejdspladser. Siden Landbrugsloven i 2015

# Jord er som udgangspunkt det, der binder landbruget og byggeriet sammen

[Byggeriets materialepyramide. Mest fra bunden, så lidt som muligt fra toppen.](#)



Tal er baseret på EPD (ISO 14025 / EN 15804) fase A1-A3 fra primært fra Ökobaudat og subsidiært fra Institut Bauen und Umwelt (IBU), EPD-Norge og EPD-Danmark 2019.  
<sup>1</sup>Tal er baseret på interpolering mellem flere EPD'er.  
<sup>2,3</sup>Tal er baseret på LCA analyse ved CINARK/KADK. Enhed er kg CO<sub>2</sub> EO / kg. materiale.



blev lempet, så det ikke længere var et krav, at man skulle bebo ejendommen hvorfra landbruget drives, er 66.500 ha (2018) blevet solgt til kapitalfonde og udenlandske opkøbere.<sup>5</sup> Hvis vi overhovedet vil have noget at skulle have sagt om hvordan vores areal anvendes må vi stoppe denne udvikling.

## DANMARKS AREALANVENDELSE

Men hvordan ser det egentlig ud med produktionen af biogene materialer i DK – og hvor meget importerer vi? Hvor lokalt skal

byggematerialer produceres, for at kunne kaldes bæredygtige?

En ting er sikker: Vi skal have gang i snakken om vores fremtidige arealanvendelse. For nuværende anvender vi 60% af Danmarks areal til landbrugsafgrøder. 80% af dette bruges til at dyrke dyrefoder. Samtidig importerer vi dyrefoder fra et areal der svarer til 11,5 % af Danmarks landbrugsareal.<sup>6</sup>

Man kan opstille en analogi mellem den animalske produktion og produktionen af energitunge materialer i byggeriet. Energien

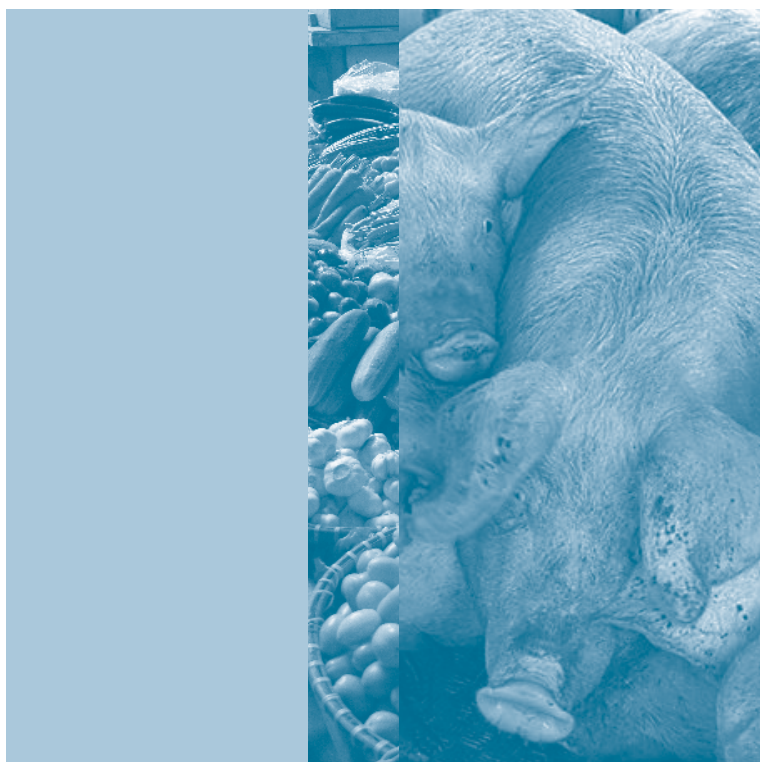
til begge kommer i første omgang fra sollys, men tager en monstrøs detour, gennem en særdeles ineffektiv maskine, før det bliver til produkter for menneskernes maver eller huse. En omvej vi undgår når vi bygger med og spiser planter.

Det er glædeligt og tvingende nødvendigt at der er fokus på biodiversitet og en øget andel af urørt skov i Danmark. Men dette bør ske som del af en udvidelse af skovarealerne, ikke på bekostning af produktions-skov. Siden 2018 er 19.000 ha af statsko-

vene blevet udlagt til urørt skov, så der nu i alt er 25.000 ha urørt skov i statskovene. Dette giver savværkerne udfordringer med at indkøbe dansk træ, hvorfor der sker en øget import af træ fra andre lande. Det er problematisk af flere grunde:

- Transport koster energi og CO<sub>2</sub>-udledning.
- Vi risikerer at 'stjæle' biodiversitet fra andre lande for at få mere biodiversitet i DK. Sagt på en anden måde, noget af

Danmarks Landbrugsareal = 60 %



Dyrkning af dyrefoder = 80 % af landbrugsarealet



Ekstra areal i udlandet til dyrkning af dyrefoder (svarende til 11,5 % af Danmarks Landbrugsareal)

det træ vi importerer stammer fra hidtil urørt skov.

- Vi mister/begrænser vores egne muligheder for at kontrollere om skovene der leverer træet drives bæredygtigt. For mig at se kan vi med større tryghed købe træ fra vores lokale savværk, der kan fortælle hvor det er skovet, end importeret certificeret træ.
- Vi bliver mere sårbare overfor internationale prisudviklinger og knaphed, som det vi har set indenfor det seneste års tid, hvilket blandt andet skyldes at USA har købt træ i Europa pga. USA's toldkrig med Canada.

Danmarks selvforsyningsgrad med træ er 21 %. Vores årlige nettoimport er ca. 13 millioner m<sup>3</sup> træ.<sup>7</sup> Det kan nok diskuteres om vi kan

kalde træbyggeriet ægte bæredygtigt før vi har gjort noget ved dette. Og hvad hvis nu planen er, at vi skal til at bygge meget mere i træ? Lad os komme i gang med at diskutere hvilke træsorter vi kan dyrke og får brug for til vores byggeri i fremtiden. Og lad os indtil da overveje hvor vi har gode alternativer og dermed kan spare på træet.

#### ANDRE MATERIALER END TRÆ

Der findes jo andre biogene materialer end træ. Halm har feks. et stort potentiale som isoleringsmateriale, og er som udgangspunkt

et restprodukt fra korndyrkning. Lars Keller fra EcoCocon Danmark, der forhandler præfabelementet EcoCocon, anslår at 5-10 % af den halm, der hvert år afbrændes i halmfyr, er tilstrækkeligt til at isolere alt dansk nybyggeri. Her kan man sige, at selv hvis vi antager at det er fornuftigt at fyre med halm, ville landbruget og byggeriet kunne gøre noget godt sammen ved at udtage en del af ressourcen og udskyde afbrændingen af denne.

Ålegræs udgør også en stor uudnyttet ressource. Der findes tilsyneladende ikke tal for den anslåede

mængde der årligt kan bjærges, men i denne rapportix vedr. isoleringsmåtter af ålegræs, nævnes som eksempel at alene Solrød kommune fjerner ca. 4000 tons ålegræs årligt, og at der er ålegræsforekomster langs hele kystlinjen. Det fremgår også, at

udover muligheden for CO<sub>2</sub>-lagring, er det også væsentligt for vandmiljøet at fjerne det døde ålegræs, så næringsstofindholdet langs kysten ikke øges.

Indenfor biogene isoleringsmaterialer kan også nævnes måtter af hør og hamp, til indblæsning er der træuld og papiruld, og div. materialer kan bindes i ler eller kalk, som feks. hempcrete, der udgøres af hampeskæver og kalk. Af disse materialer er det vel papiruld, der repræsenterer den største reserve når vi kigger indenfor Danmarks grænser (selvom den oprindeligt baserer sig



## Vi skal have gang i snakken om vores fremtidige arealanvendelse.



Rørhøst i Randers fjord.  
Tænk at et byggematerialers  
tilblivelse kan udgøre  
sådan skønhed.

på import). Det kan give god mening at øge dyrkningen af hør og hamp i Danmark, men isolering skal næppe være hovedmålet, selv om man må sige disse planter giver rigtigt gode isoleringsmåtter.

## TAG OG FUNDAMENT

Det bliver lidt sværere når vi kommer til tag og fundament. Der findes biogene materialer til taget, som tagrør og tagspån. Tagrør kommer næsten udelukkende fra import i dag, typisk fra østeuropæiske lande og endda Tyrkiet og Kina. Der kunne ellers høstes nok til 50.000 m<sup>2</sup> stråtag i Vejlerne ved Limfjorden, som er Danmarks største sammenhængende rørskov, hvilket vil sige 1/6 af det der årligt tækkes i Danmark.<sup>9</sup> Tagrør har egenskaber der kunne gøre dem interessante til dyrkning i sammenhæng med rensning af spildevand. René Kilian fra Kilian Water der laver beplantede filteranlæg, oplyser at man oplagt kunne anlægge tagrørsproduktion i forlængelse af større beplantede filteranlæg for at udnytte det tilbageværende næringsindhold og vandmængderne der udledes fra anlægget. En anden dyrkningsmulighed for tækkede tage er *Miscanthus*, der kan dyrkes på mark.

Fundamentet skal vi ikke bygge af biogene materialer. Men det, at bygningen samlet set kan blive et CO<sub>2</sub>-lager, at det ikke bare er damage control ift. CO<sub>2</sub>-udledningen når vi planlægger et byggeri, kan være med til at motivere os til også at vælge de bedste løsninger når det kommer til fundamentet. Det kan feks. være skruerpæle eller andre punktfundamenter.

De basale gøremål, landbruget og byggeriet, har en afgørende rolle at spille. Her

kan vi vise at det er muligt at vende bøtten fuldstændig på hovedet. Og lagre mere CO<sub>2</sub> end vi udleder. ■

- 1 KADK (2019). Cirkulært byggeri - materiale, arkitektur, tektonik. [https://issuu.com/cinark/docs/circular\\_construction\\_080919\\_low\\_35a28edffe13c7](https://issuu.com/cinark/docs/circular_construction_080919_low_35a28edffe13c7), s. 30
- 2 Builders for Climate Action, White Paper #1. <https://www.buildersforclimateaction.org/white-paper1.html>
- 3 Magwood, Chris (2019). Opportunities for CO<sub>2</sub> Capture and Storage in Building Materials. Master-opgave, Trent universitet, Canada. [https://www.researchgate.net/publication/336171374-Opportunities\\_for\\_CO2-Capture\\_and\\_Storage\\_in\\_Building\\_Materials](https://www.researchgate.net/publication/336171374-Opportunities_for_CO2-Capture_and_Storage_in_Building_Materials)
- 4 Oplæg med Chris Magwood, Ace McArleton og Jacob Racusin. <https://vimeo.com/328548993>
- 5 Willig, Rasmus (21. september 2020): "Kapitalfonde tager dansk landbrug fra os, hvis ikke vi alle sammen bliver gårdejere", Dagbladet Information. <https://www.information.dk/debat/2020/09/kapitalfonde-tager-dansk-landbrug-sammen-gardejere>
- 6 "Dansk landbrug", NOAH. <https://noah.dk/node/772>
- 7 Danmarks træproduktion og forbrug, Dansk Skovforening. [https://www.skovforeningen.dk/wp-content/uploads/2018/11/faktaark\\_danmarks-traeproduktion-og-forbrug\\_skovforklima.pdf](https://www.skovforeningen.dk/wp-content/uploads/2018/11/faktaark_danmarks-traeproduktion-og-forbrug_skovforklima.pdf)
- 8 Bæredygtige tangisoleringmåtter fra ålegræs, Miljøstyrelsen, juni 2018. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2018/06/978-87-93710-35-1.pdf>
- 9 <https://straatagetskontor.dk/wp-content/uploads/2020/09/Taek3-2020.pdf>