

# Jagten på det biobaserede produktionsapparat – At finde nålen i høstakken

Afrapportering fra projektet *Veje til Biobaseret byggeri fase 1 2023-2024*  
støttet af Realdania.  
Udarbejdet af Alexandra Wittchen & Mikkel A. Thomassen  
19.09.2024



Smith  
innovation



# Forord

Kære læser

Dette dokument er en afrapportering på Smiths Innovations rolle i første fase af Realdanias initiativ *Veje til biobaseret byggeri*.

I denne fase har der været fokus på at forstå, hvor og hvordan der skal sættes ind for at accelerere brugen af biobaserede byggevarer for at reducere byggeriets klimapåvirkning. Smith har stået mellem byggeriet og landbruget med fokus på produktionsleddet og værdikædesamarbejdet for at fremme industriel produktion af biobaserede byggevarer.

Byggeri og landbrug har været repræsenteret af hhv. BUILD, CINARK, Artelia, Københavns Universitet og Aarhus Universitet. JaJa arkitekter har stået for at sammenfatte og formidle indsigter fra initiativet.

Smith Innovation har haft til opgave at undersøge potentialer og barrierer for at skalere dansk produktion af biobaserede byggevarer. Det er blevet gjort ved at undersøge det eksisterende skalerede produktionsapparat samt de mindre producenter, der enten er etablerede eller undervejs, og som er "født biobaseret".

Synspunkterne i dette dokument er alene vores og vores ansvar, selvom vi refererer til eksterne kilder – Det er vores analyser og konklusioner, og ikke nødvendigvis hvad alle dem som har været involveret i processen måtte mene.

Vi har valgt at formidle resultaterne i en fortalt historie, fordi vi synes tiden kalder på handling og inddragelse.

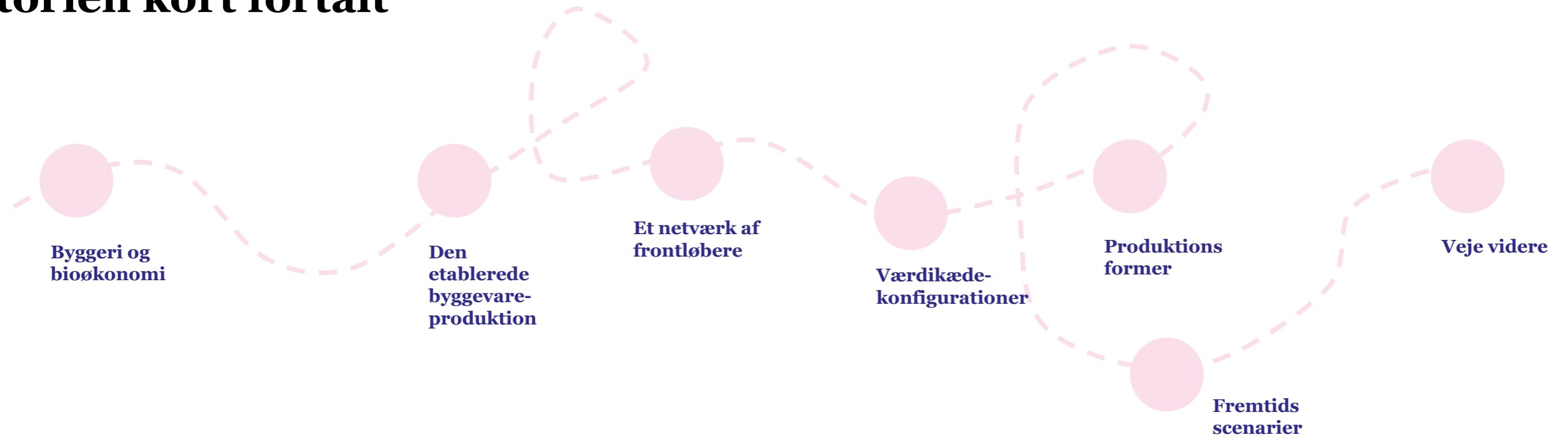
*Vi ønsker dig god læselyst med et håb om, at du vil dele det som måtte vække din interesse, med andre. Lad os sammen skabe en fortælling om den fremtid vi ønsker. Lad os gro det biobaserede.*

Mikkel A. Thomassen & Alexandra Wittchen

The logo for Realdania, featuring the word "Realdania" in white text on a black, wavy rectangular background.



# Historien kort fortalt



## ”Based on a true story”

Historien er baseret på viden, indsamlet gennem desk-research, litteraturgennemgang, interviews med brancheforeninger, producenter og andre interessenter mellem landbrug, produktion og byggeri. Desuden har Smith Innovation afholdt en række innovationsworkshops med hhv. eksisterende producenter af byggevarer med interesse for biobaseret omstilling og nye grupperinger for biobaseret produktion. Projektet har løbet fra marts 2023 til september 2024, og forløbet kan følges undervejs i læsningen ved at følge den blå markering omkring de lyserøde cirkler øverst på siden.

## Et højere formål

Målet har været at skabe en samlet fortælling for en biobaseret omstilling af byggeriet. Med andre ord: at beskrive hvad vi, som innovationsrådgivere, mener er nødvendigt for at igangsætte en grundlæggende omstilling af byggeriet. Historien formidler væsentlige pointer gennem analysearbejdet for at synliggøre, hvor der kan sættes ind for at accelerere brugen af biobaserede byggevarer som et led i en omstilling af landbrug, produktion og byggeri mhp. at reducere klimapåvirkning fra byggeriet, skabe lokale arbejdspladser og sikre kontinuerlig forsyning af byggevarer.

## Tak til...

Et stort tak til de aktører som har lukket os ind i maskinrummet og ladet os forstå alt fra eksisterende produktionslogikker til logikkerne bag landbrugets leverancer – samt alt det indimellem og rundt omkring.

Alle billeder og figurer er udarbejdet af Smith Innovation medmindre andet er angivet.

Illustrationer er udarbejdet af Lene Sørensen Rose for Smith Innovation.



# **BYGGERI OG BIOØKONOMI – NULSTILLING OG OMSTILLING?**



## Fra gravet til groet

### **Bioøkonomi for indtjening**

Bioøkonomi defineres ofte som omstilling fra et samfund baseret på fossile ressourcer til et, der baseres på biomasse og de afgrøder, vi kontinuerligt kan høste fra planetens overflade uden at drive rovdrift på den år efter år. Tanken har som udgangspunkt været at anvende bioressourcerne i værdikæder, hvor de skaber mest økonomisk værdi for samfundet (Bioøkonomiens grundbegreber, Lange og Lindedam 2016).

Traditionelt har det primære fokus været på energisektoren gennem afbrænding eller bioforgasning, transport og input til medicinalindustrien samt kosmetik, for på den måde at gå fra et fossilt baseret samfund til ét med udgangspunkt i biomasse. Valg af produkter har været baseret på monetær værdi og fokus på bidrag til BNP. Desuden har byggeriet i mange år arbejdet med materialer, som ikke er biobaserede, og der har derfor ikke været en naturlig vej ind for biomasse i byggeriet.

### **Den omvendte verden**

Men hvis målet er at lagre CO<sub>2</sub> så længe som muligt og fortrænge CO<sub>2</sub> tunge processer frem for udelukkende at opnå økonomisk vækst, så ville den bioøkonomiske værdipyramide pludselig vendes på hovedet.

Med det mål vil man fokusere på produkter med lang levetid frem for at bruge biomassen i hurtigt brugte (og derefter afbrændte) produkter, hvorfra CO<sub>2</sub> udledes til atmosfæren. Byggeri er et af de mest langtidsholdbare produkter, og derfor er det det oplagte sted at bruge og indlejre biomasse.

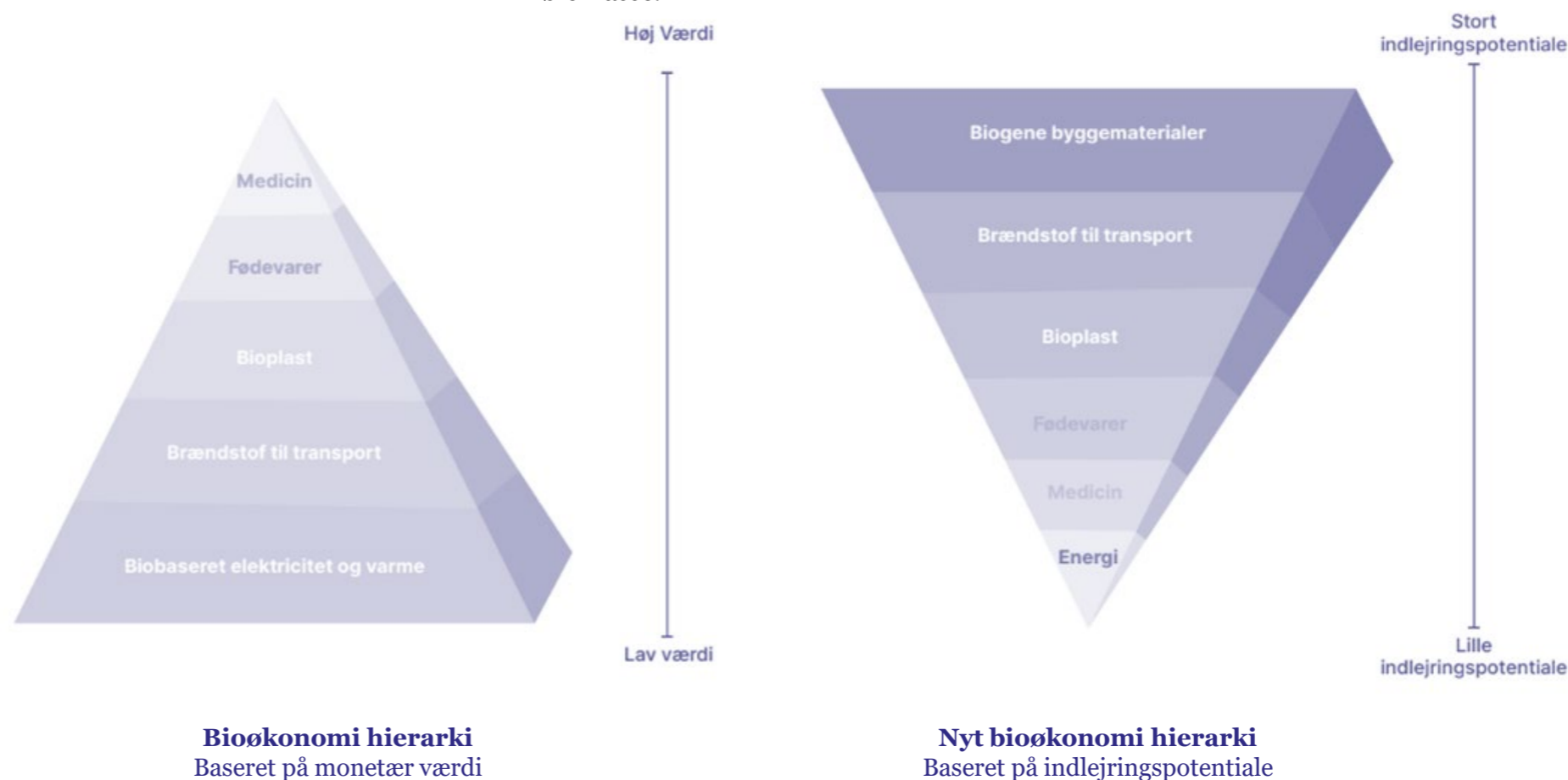


Illustration af JaJa arkitekter for Veje til biobaseret byggeri

# Når landbrug, produktion og byggeri ikke taler sammen

## Samarbejdet skal styrkes

Vi har lavet en litteraturgennemgang af forskning og udviklingsprojekter indenfor biobaseret byggeri, bioøkonomi, byggevarerproduktion og landbrug. Overblikket er illustreret til højre - den viser, at der er relevant forskning indenfor både landbrug og byggeri, men også at der ikke har været fokus på at integrere områderne mhp. udvikling af en samlet bioøkonomisk opstilling af byggeriet. Landbruget, byggeriet og det bioøkonomiske taler ikke sammen.

Der har derimod været fokus på anvendelse af råmaterialer (halm, hamp, græs mm.) i produkter, som bl.a. kan erstatte fossile brændsler. Samfundet går imod flere vedvarende energikilder, hvilket er et argument for fremadrettet at bruge biomasse til andet end energi.

Biomasse kan bruges til mange forskellige produkter. Alt fra tekstil til byggevarer – og meget mere. Ikke alle typer biomasse kan bruges til det hele. Det skal med andre ord bruges, der hvor det giver mening – noget til brændsel og noget til produkter

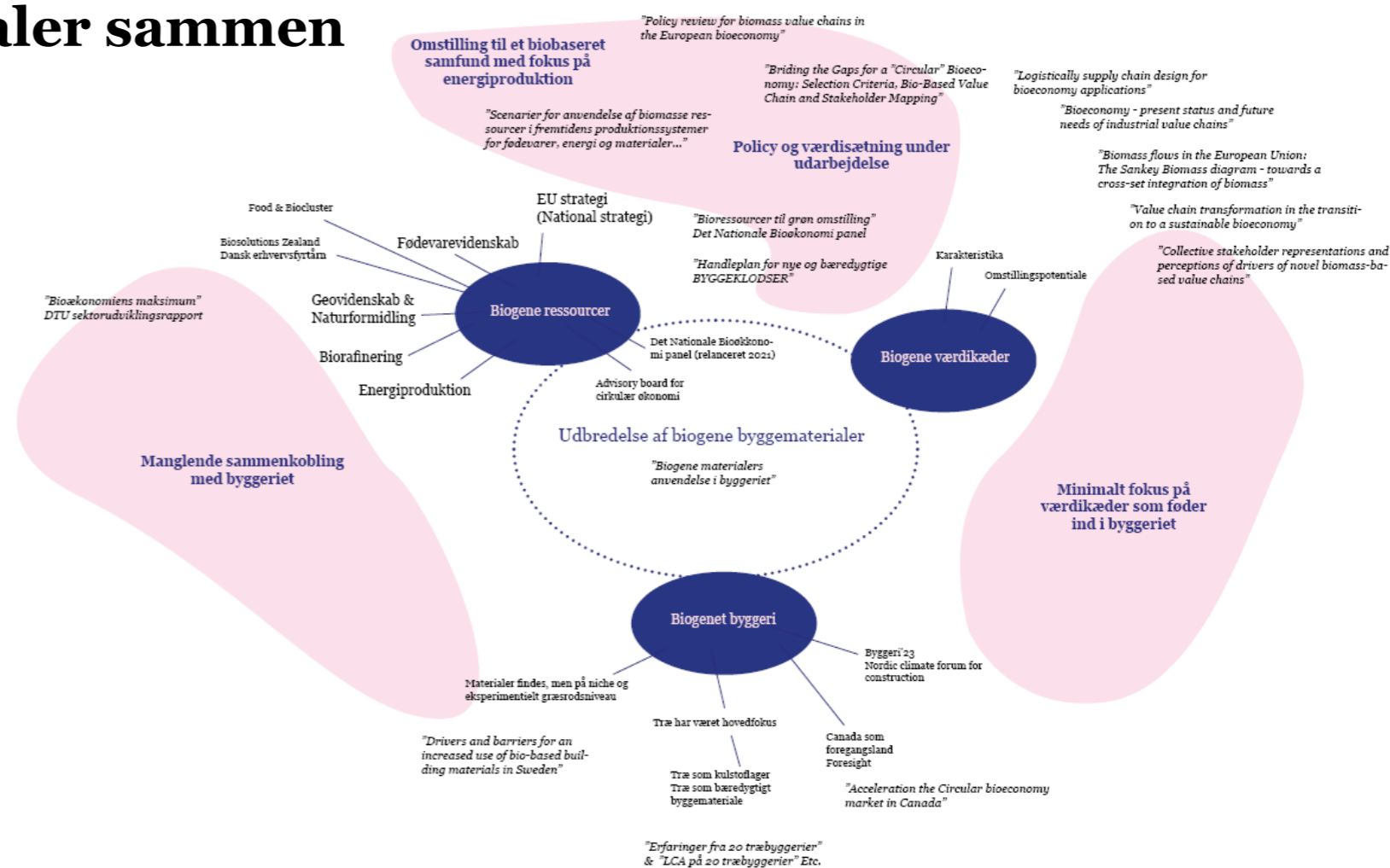
– men i den rigtige rækkefølge og der hvor egenskaberne udnyttes bedst.

Biobaseret byggeri omtales som én af flere strategier for at reducere byggeriets klima- og miljøpåvirkning. Både fordi biomassen – og den indlejrede CO<sub>2</sub> - kan lagres i byggeriet, men også fordi processerne til forarbejdning og produktion ofte kræver langt mindre energi, og baseres på fornybare ressourcer sammenlignet med mere udbredte mineralske eller fossilt baserede byggevarer. Men hvordan kommer vi derhen, når byggeriet og landbruget omstiller sig hver for sig, og når produktionen holdes udenfor? Der er en klar kobling mellem fødevarerindustrien og energisektoren med forskning indenfor bioraffinering. Men der mangler et samarbejde mellem landbrug og produktion af byggevarer i industriel skala.

## Udvikling skal skaleres

Den forskning og udvikling, der findes med fokus på biobaseret byggeri, har særligt fokus på materialernes egenskaber og æstetik ift. brugen af dem. Det sker med andre ord indenfor byggeriets eget felt.

Illustration af litteraturgennemgangen viser at der mangler sammenkobling mellem byggeri og landbrug som en del af en dansk bioøkonomistrategi.



Selve råvarerne og materialerne *kan* bruges, og der tales om hvordan, med fokus på formsprog, egenskaber og prototyper.

Der udvikles fantastiske løsninger til enkelte byggerier. Forskningen sker i miljøer på universiteter, arkitektskoler, produktions-skoler mv. i lille skala, hvor en legende og kreativ tilgang definerer løsningsrummet. Flere og flere ønsker at benytte sig af materialerne, men det er tydeligt, at der

mangler fokus på industrialisering, skalering og udbredelse, før at materialerne kan blive en del af det bredere marked. Herunder også forskning og udvikling, der kobler byggeri og landbrug sammen gennem produktudvikling, så de mest hensigtsmæssige løsninger, kan findes i samarbejde. Samarbejdet skal etableres, og netværk skal skabes som de første step i udviklingen af markedet for biobaserede byggevarer!

## Det eksisterende biomasse flow

### Træ til energiproduktion

Den danske træproduktion er i dag ikke tilstrækkelig til at dække behovet i byggeri og energisektoren. Derfor importeres der i stort omfang træ fra andre lande til begge formål. Omtrent halvdelen af al træbiomasse går til forbrænding enten direkte fra udtynding i skovene, som afskær fra stammer på savværker eller rester i produktion. En del bliver også i skovene, hvor det giver næring til økosystemet. Fra produktion går trævarer primært til møbel og træindustrien og anvendes til træprodukter og byggeri.

### Landbrugsafgrøder til dyr og energi

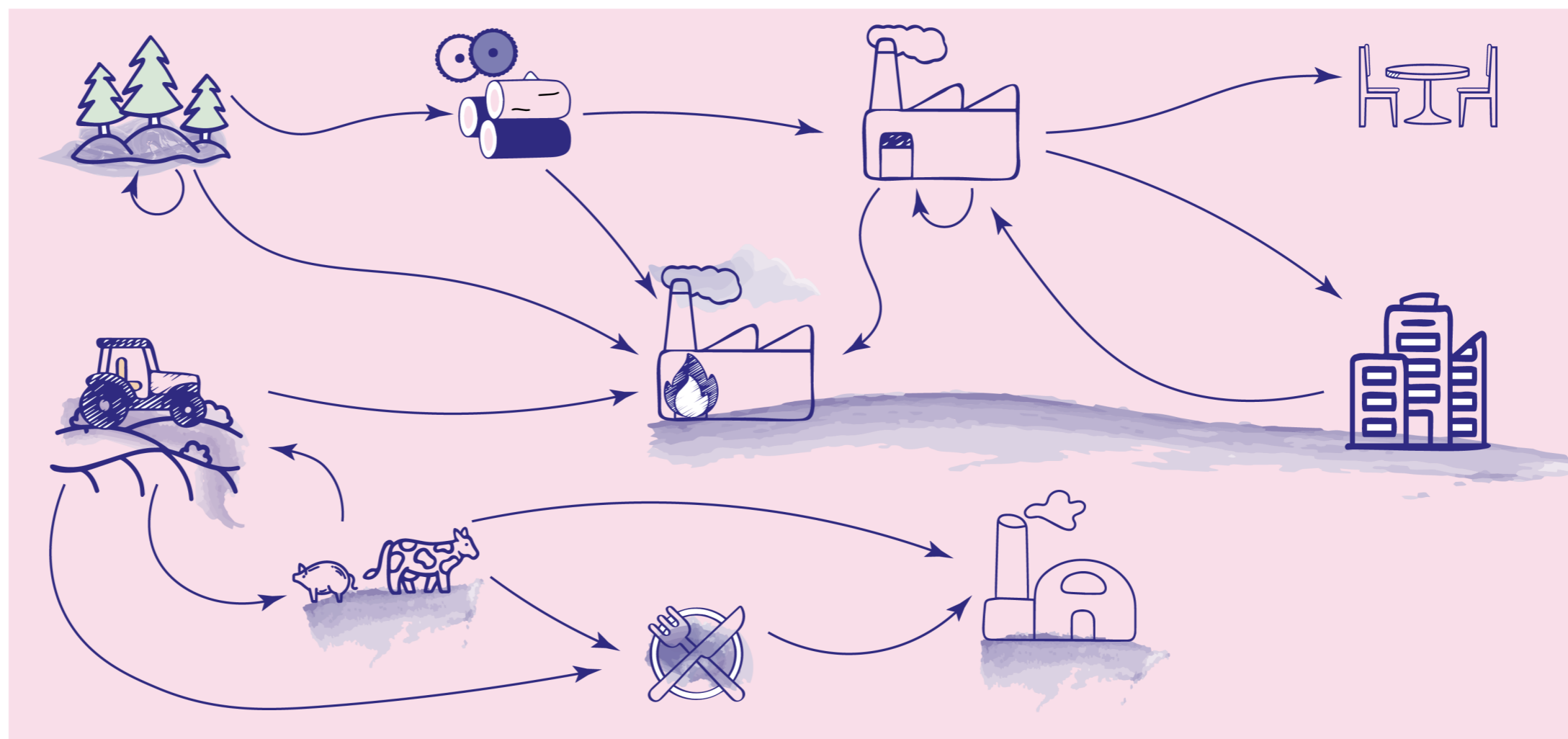
Landbruget leverer i dag primært biomasse til sin egen sektor i form af foder og strøelse til dyreproduktion. Herefter leverer landbruget til fødevarerektoren i form af både plantebaserede (grøntsager, korn, bælgfrugter, olie mv.) og animalske (kød, æg, mejeri mm.) produkter. Fra landbruget leveres også halm og andre afgrøder direkte til energiproduktion ved afbrænding, eller til bioraffinering, hvor materialet findeles og resulterer i biogas, en fiberfraktion og en proteinfraktion.

### Biomasse som vedvarende energikilde

I dag afbrændes både halm og træpiller i energisektoren som led i omstillingen væk fra fossil energi. Det udfaser brugen af fossile brændsler, men CO<sub>2</sub> udledes fortsat til atmosfæren.

Salget af biomasse til energisektoren påvirker derfor den pris, som andre aktører skal betale, hvis de ønsker at bruge den til produktion af biobaserede produkter. I fremtiden vil energimixet forventeligt gå mod at blive mere og mere baseret på sol og vindenergi.

Ønsker produktions-Danmark at aftage den biomasse, som i dag afbrændes eller bioforgasses, vil det kunne skabe incitament til at mindske afbrænding og accelerere omstillingen til vedvarende energi.





## Byggeriet som del af bioøkonomien

### **Mere skov til biodiversitet og produktion**

Skovarealet i Danmark er dog under udvidelse - både den urørte skov og produktions-skoven. Og med Trepartsaftalen fra juni 2024 forventes det at skovarealet yderligere vil vokse. Hvis skovene forvaltes på en måde, der sikrer kontinuerlig nyplantning af træer, vil man kunne bruge træet, hvor det konstruktivt giver mening i byggeriet, men træer er langsomme vækster, og skal, som al biomasse, bruges med omtanke.

### **Et landbrug der tager og giver**

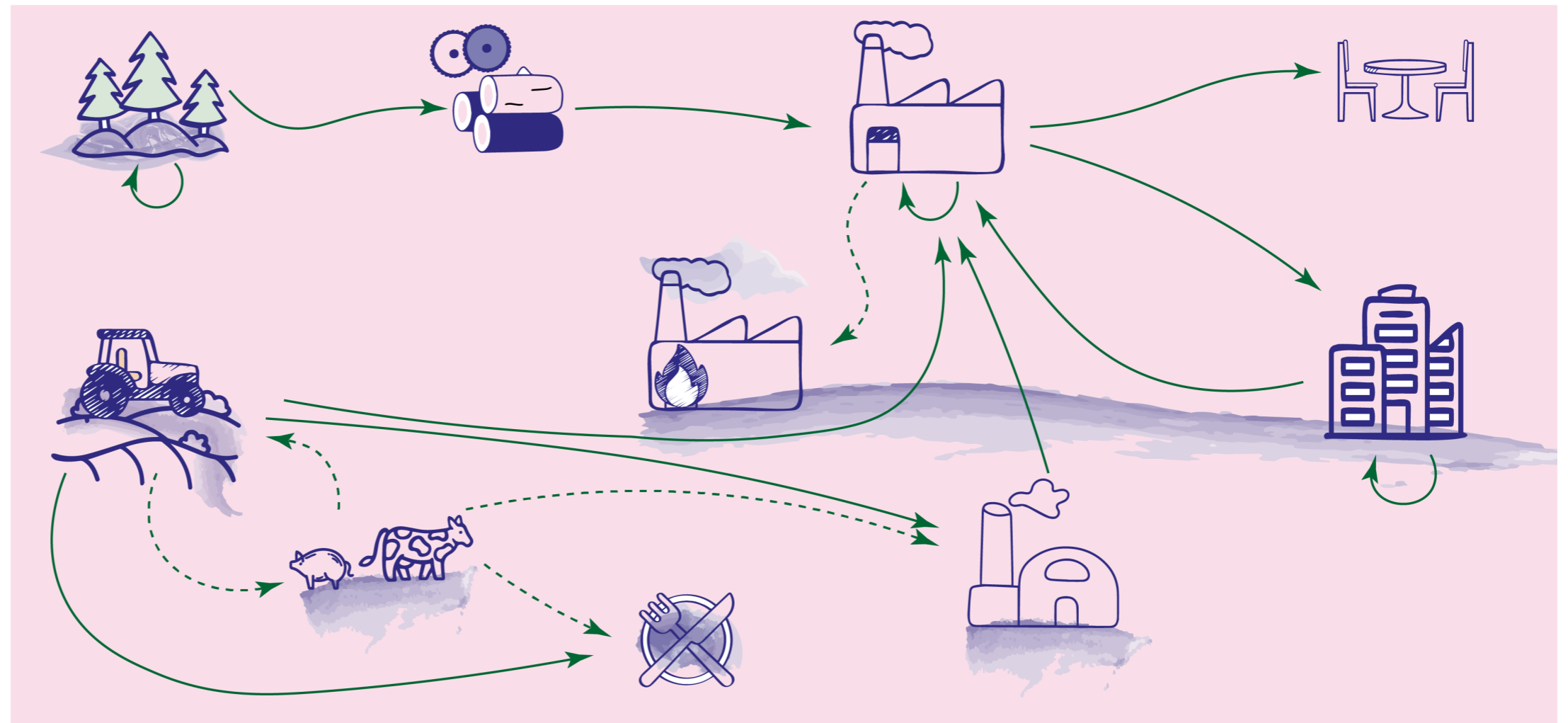
Landbruget står desuden overfor en omstilling ift. brugen af arealet samt klima- og miljøpåvirkningen fra de afgrøder, som dyrkes. Fremtiden må være mere cirkulær og mere biobaseret. Landbruget kan ændre afgrødesammensætningen og levere afgrøder til produktion af bl.a. byggevarer, for at sikre en langsigtet lagring af CO<sub>2</sub>. Landbruget har potentiale til at omstille sig helt eller delvist fra animalsk til vegetabilsk produktion, hvilket gør det muligt at producere den samme mængde fødevarer på et betydeligt mindre

areal. Det giver blandt andet plads til at dyrke afgrøder til byggeriet. Der mangler nemlig dansk producerede byggematerialer med lavere klimapåvirkningen end de materialer, som konventionelt bruges i dag.

### **Minimal afbrænding af biomasse**

I fremtiden skal energiproduktion være klimaneutral iht. regeringens målsætninger, og man må formode, at den primært baserer sig på sol-, vind- og vand-energi, eller andre

former for energiproduktion, der ikke udleder CO<sub>2</sub> ved afbrænding. Afbrænding skal udfases, og alt hvad der kan recirkuleres skal recirkuleres for at undgå udledning af CO<sub>2</sub>.







## Omstilling fører til nulstilling

Men hvem skal drive omstillingen til en biobaseret produktion af byggevarer? I lyset af at omstillingen både skal gå stærkt og samtidig er omfattende, tror vi det er vigtigt at gå på to ben : omstilling af eksisterende produktion og nulstilling i form af at udvikle en ny generation af produkter, der er født biobaseret:

### **Etablerede producenter optimerer**

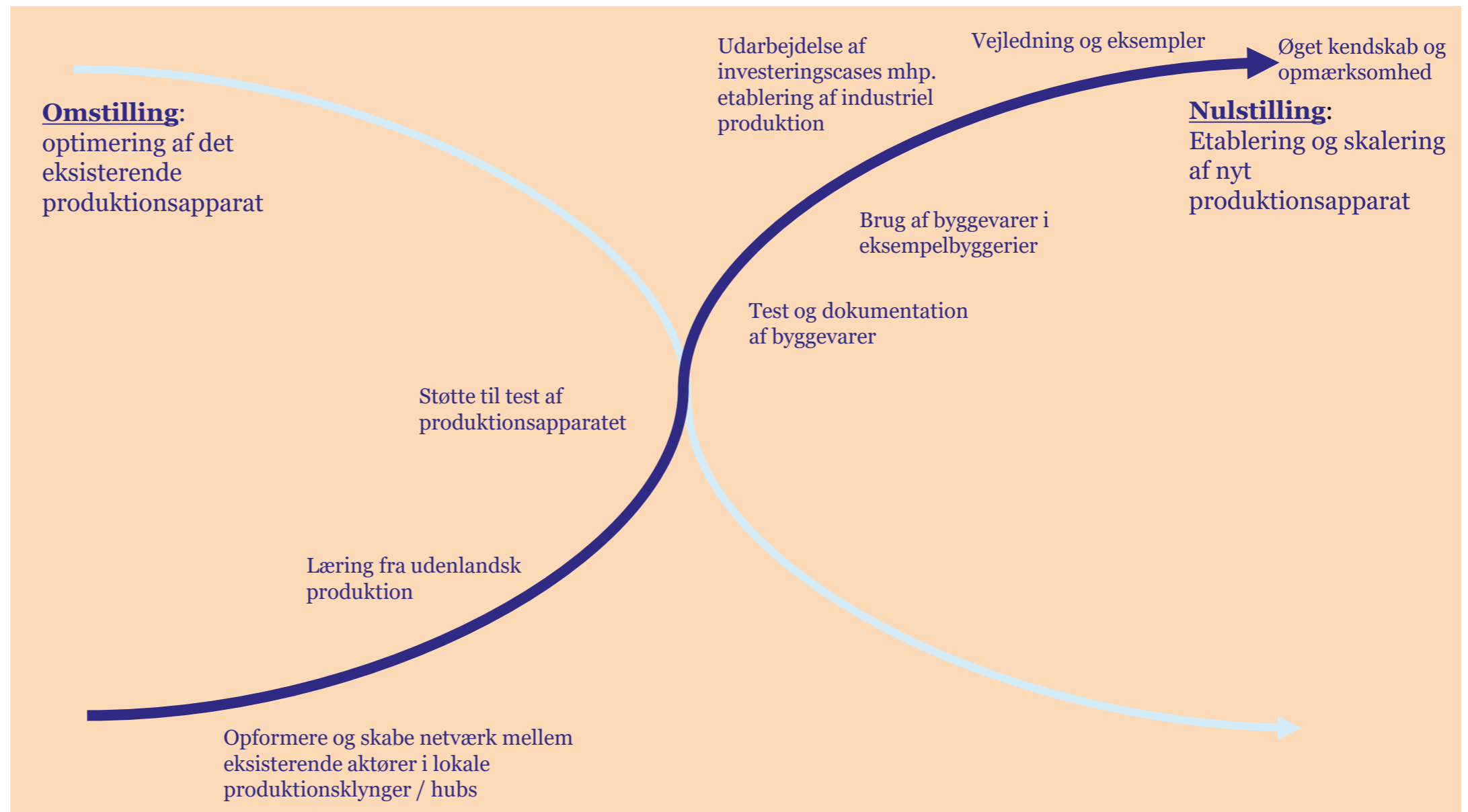
Eksisterende producenter kan se, at der er nye tendenser i markedet, ny regulering og øget fokus på klimapåvirkning fra produktion. Producenterne optimerer selv gradvist produktionen i takt med efterspørgslen på markedet, regulering, råstoftilgængelighed mm. Potentialet for omstilling afhænger af, hvilken produktionstype der ligger bag og hvor høj grad af teknologibinding, der er tilstede. Omstillingen og optimering vil i høj grad forekomme af sig selv, da det skal foregå i veletablerede virksomheder, som optimerer for at opretholde forretningsmodellen.

### **Nye producenter skal nåes**

Nulstillingen sker derimod langsomt og kræver særlig støtte da virksomhederne er mindre eller ikkeeksisterende. Der kræves både nulstilling og omstilling for at nå i mål.

I anden fase af Veje til biobaseret byggeri vil der komme fokus på etablering og skalering af nye biobaserede værdikæder til byggeriet. Valget er truffet for at øge hastigheden hvormed biobaserede producenter

kan etablere sig på det danske marked og bidrage til en omstilling imod et mere biobaseret dansk byggeri. Fase to vil indeholde følgende elementer.



# DEN ETABLEREDE BYGGEVAREPRODUKTION



## Store produktionsområder i dag – beton, tegl og isolering

### **Optimering og effektivisering**

Det eksisterende produktionsapparat for byggevarer i Danmark er organiseret i veletablerede brancheorganisationer, der bl.a. samler viden på tværs af virksomheder gennem videns- og netværksarrangementer. Der findes i alt 131 brancheforeninger i Danmark, hvoraf 49 af dem arbejder indenfor det byggede miljø. 26 af disse producerer til byggeriet, og 12 af dem virker umiddelbart til at have potentialer for biobaseret omstilling ud fra produkttype og råvareinput. Smith Innovation har været i kontakt med de 12, og 6 heraf har vist interesse for biobaseret omstilling. Det viser sig dog, at biobaseret omstilling ikke umiddelbart er den første strategi, som virksomhederne vil forfølge for at reducere klima- og miljøpåvirkningen fra deres produkter. Derimod er der fokus på kontinuerlig optimering af de eksisterende produktionsformer enten gennem energibesparelser, materialeoptimering eller noget tredje.

Det er dog vigtigt at bemærke, at udvikling sker internt i organisationer eller i koncerner, og at viden derfor holdes tæt og ses som en konkurrenceparameter, der ikke nødvendigvis gøres tilgængelig for brancheorganisationerne.

Derfor kan der være tiltag undervejs, som vi ikke har kunne få kendskab til.

### **Superskalerede producenter**

Produktion af isolering, beton og tegl er nogle af de store spillere indenfor byggevarerproduktion i Danmark. Disse typer produkter og byggevarer, kræver ofte store mængder af energi ved produktion, og bidrager derfor til høj klima- og miljøpåvirkninger i den enkelte bygning. Derfor er der et stort potentiale i at erstatte råvarerne i disse typer af produkter med biobaserede produkter, hvor det er muligt.

Vi har afholdt workshops med producenter indenfor hver af de tre områder samt en etableret producent af byggeplader.

Det gennemgående billede er, at muligheder for reduceret klimaaftryk og delvist biobaseret omstilling findes, og at virksomhederne er interesserede i at afsøge dem. Men også at produktionsapparater er optimeret gennem mange år, og derfor repræsenterer værdifuld viden og investeringer, som man af gode grunde ønsker at udvikle indenfor rammerne af.

Derfor er produkterne tilsvarende billige sammenlignet med produkter fra helt nye og uskalerede produktioner. Producenterne er klar over, at de skal reducere klima- og miljøpåvirkningen fra deres produktion, og gør alt, hvad de kan for at optimere og reducere. Først og fremmest omstilles der til vedvarende energi, men der er behov for mere, nu hvor man begynder at fokusere på tilbagebetalingstid i CO<sub>2</sub> forbrug fremfor kun på kroner og ører. For hvor meget skal man isolere, og hvilken isoleringstype skal man vælge, hvis man ikke kun ser på energiforbruget i bygningen, men også medtager det energiforbrug, der er brugt til at producere isoleringen? Producenterne ved, at de også skal se på selve materialerne, og de første er begyndt at vise interesse. De store virksomheder ved også, at de skal i gang nu, hvis de skal kunne sælge deres produkter i fremtiden.

### **Nye råvarer i etableret produktionen**

Fælles for de store produktionsformer er, at det kræver store mængder energi til bearbejdning af råvarer og til selve produktionen.

Virksomhederne kan se, at de er nødt til at omstille sig og optimere produktionen for at kunne afsætte deres produkter på det danske marked for byggeri, hvor grænseværdierne for byggeriets klimapåvirkning gradvist strammes.

### **Omstilling kræver indstilling**

Men det er vanskeligt at få nye råvarer ind i en etableret produktion, ligeså vel som i ny produktion. Det kræver dokumentation, som er baseret på de produkter og råvarer, man allerede kender, og hvis noget ændres, skal det dokumenteres på ny. De etablerede virksomheder ønsker også ekstra sikkerhed for nye produkter, som de udvikler, producerer og promoverer, da et dårligt nyt produkt kan skabe dårlig omtale for andre produkter i kataloget. Alt i alt er der dog potentiale for omstilling, da producenterne er del af større koncerner med et ønske om at innovere og optimere produktionen. Det kan kræve støtte og skulderklap på det personlige plan og ændrede visioner og strategier på det organisatoriske niveau, før andre aktører internt i organisationen ser behovet for omstilling frem for optimering.



Den  
etablerede  
byggevarer-  
produktion

## Isolering - flowproduktion

### Genbrugsglas, el og biogas

Saint-Gobain Isover genbruger glas fra industrien og forbrugere til produktion af mineraluldsisolering. Selve produktionen er centreret omkring fibertildannelsen. Forud for fibertildannelsen bliver glasset smeltet og gennem fibreringen opstår den glasuld, der udgør isoleringsmaterialet. Produktionen er optimeret til punkt og prikke i form af masseproduktion, og står stort set aldrig stille, da anlægget simpelthen er for dyrt til at slukke. I en søgen på at reducere klimapåvirkningen fra produktionen omstilles energiforbruget løbende til el og biogas.

### Høj grad af teknologibinding kræver stor investering ved omstilling

Forarbejdningen ved de høje temperaturer gør det vanskeligt at erstatte råvaren med biobaserede råvarer, da de vil brænde i processen. Produktionen sker som et *kontinuerligt flow* på fabrikkens hovedlinje, hvilket gør det vanskeligt at teste i mindre skala uden nedetid og deraf følgende tab af indkomst.

Biobaseret omstilling vil derfor kræve store investeringer og afprøvning på mindre produktionsanlæg inden de indføres i stor skala.

Da Isover er en del af Saint-Gobain koncernen, er det muligt at tage andre produkter herfra og teste og skabe et marked i Danmark for at sikre, at der er et aftag af produkter, hvis produktionen skal omstilles i fremtiden. Samtidig med at markedet afsøges og skabes med eksisterende udenlandske produkter, vil det være muligt at teste og udvikle produkter, som på sigt kan produceres i Danmark.

Når et marked er etableret, kan det forretningsmæssige grundlag beregnes og omstilling af produktion eller etablering af nye produktionsfaciliteter kan finde sted.

### Case eksempel: Handelsvejen for biobaseret isolering

#### Idé

Test af markedet for biobaserede produkter af egen produktkategori med produkter fra egen koncert mhp. at omstille produktionen gradvist.

#### Baggrund

Flere store koncerner eller producenter ejer forskellige produkttyper indenfor hver kategori fx isolering. Dette gør det muligt at ramme markedet hvor det er, men også at omstille sig til et kommende marked for fx biobaserede produkter. Ved at teste markedet med eksisterende produkter fra ind- eller udland vil det være muligt at arbejde videre med og skalere produktion af allerede fungerende produkter gennem godkendelse i hovedkoncernen.

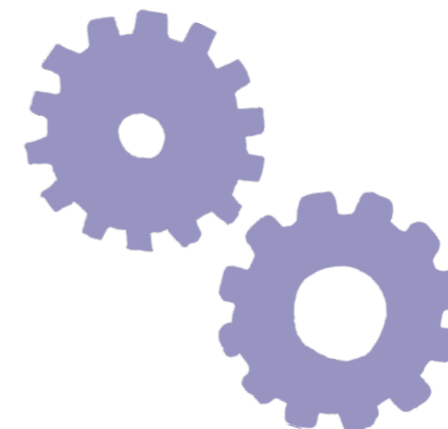


Foto fra innovationsworkshop hos Isover Vamdrup - Saint-Gobain





Den  
etablerede  
byggevarer-  
produktion

## Betonelementer - ordreproduktion

### Hybridelementer og vedvarende energi

Ambercon producerer projektspecifikke facadeelementer i beton med halve teglsten som facadebeklædning. Elementerne udformes, så de ligner store murede konstruktioner uden behov for vedligehold. Produktionen er ordredrevet, og alt hvad der produceres afsættes, medmindre det er testproduktion.

Virksomheden har udviklet produktet TreeCrete, som består af en indervæg af CLT koblet til betonelementvægge på ydersiden af elementet. Produktet TreeCrete er endnu ikke på markedet, da det ikke findes CE mærkning for produktet, og de første bygherrer er derfor ikke villige til at bruge løsningen. Der arbejdes allerede på en opdateret løsning, hvor der anvendes fladelementer i træ fra frem for CLT for at reducere brugen af træ, hvor det er muligt. Ambercons vej til omstilling peger på at starte med at teste CLT elementet i virksomhedens eget testhus med indbyggede censorer.

Derudover anvendes der cementreduceret beton, og fabrikken anvender vedvarende energi som et led i deres reduktionsstrategi.

### Mulighed for test og variation i enkelte ordrer

Alt i alt giver produktionsformen mulighed for en gradvis omstilling, da der er mange manuelle steps og stationer, som kan omstilles en efter en. Elementproducenter kan altså bruge deres position og ekspertise som leverandør af elementer til byggeriet til at udvikle en ny version af elementbyggeriet - det biobaserede.

#### Case eksempel: Den synlige samling - en ny æstetik

##### Idé

Samarbejde mellem betonelement-producenter og arkitekter. Fugtsikker brug af biobaserede materialer vha. en tør, men tydelig samling af elementerne kan forandre æstetikken, og denne funktion kan manifesteres og gøres tydelig, hvis der arbejdes med formsproget.

##### Baggrund

I pre-fab-industrien ligger der en skala, som giver et potentiale for en omstillingen. Det industrialiserede element gør det muligt at skalere produktionen og erstatte store mængder mineralsk materiale med biobaseret materiale. Fugtproblematikken er et emne, som går igen for flere forskellige elementproducenter. Med et særligt fokus på fugtsikre elementsamlinger vil det være muligt bruge dette som et bånd for et nyt arkitektonisk udtryk, der hylder de synlige samlinger.

#### Case eksempel: Fra beton- til bioelementer

##### Idé

Gradvis omdannelse af produktionen fra støbning af elementer i tømmerbyggede forme til konstruktion af træelementer.

##### Baggrund

Beton elementproducenternes særlige evne er industrialiseringen af arbejdsgange og samlingen af elementer og grænseflader til andre bygningsdele. Der produceres efter ordre, og derfor er graden af tilpasning stor. Man kan derfor forvente at en omstilling af denne produktionsform vil have større potentiale end ved fx masseproduktion, da der er begrænset teknologibinding i produktionsformen.



Foto fra innovationsworkshop hos Ambercon  
Øverst TreeCrete  
Nederst: tømmerbygget form til støbning af facadeelementer





## Tegl - batchproduktion

### Varmegenvinding og genbrug af tegl

Produktion af tegl er masseproduktion, men der er mulighed for tilpasning og ændringer gennem produktionslinjen. Der produceres forskellige produkter på det samme produktionsapparat, og produktionsformen kaldes derfor batchproduktion. Lerstenen brændes for at opnå tekniske egenskaber for bl.a. statik og fugthåndtering. Produktionen her er ikke centreret omkring én specifik proces, men afhængig af en lang række handlinger, som følger hinanden i tid fra a til b til c osv. Det gør det muligt at variere produktionen og levere forskellige produkter fra ét produktionsapparat.

Der optimeres løbende på energiforbruget ved bl.a. at genvinde varme fra brænding af tegl til andre processer i produktionen. Derudover arbejder Helligsø teglværk med at anvende genbrugssten i ler blandingen og på gradvis optimering af recepten.

### Nye sten på gamle former

Arkitekter efterspørger ubrændte lersten til brug i biobaseret byggeri og restaureringsprojekter.



Det er allerede i dag muligt at udtage sten før brænding, som potentielt set kan afsættes, som de er uden at ændre produktionsapparatet. Ved at starte med recepten for den nuværende sten og teste denne stens egenskaber, er der mulighed for at tilbyde et nyt produkt, som allerede kan produceres i det eksisterende produktionsapparat. Markedet kan skabes, og man kan optimere recept og produktion løbende, så egenskaberne for produktet passer til det marked, man ønsker at ramme.

Den lavere grad af teknologibinding gør det muligt at omstille med mindre investeringer end i flowproduktion. Samtidig er ubrændte lersten et produkt, som kan bruges i forbindelse med biobaseret byggeri. Derudover kan lerressourcen bruges på anden vis, for så at fremme biobaseret byggeri, da råvaren går godt i spænd med biobaserede konstruktioner.



*Fotos fra innovationsworkshop på Helligsø teglværk i Hurup ved Egersund Wieneberger. Øverst til venstre ses hvordan sten kan tages ud af produktionslinjen løbende. Nederst til venstre ses teglsten efter brænding. Det er grundet de mange varierende steps muligt at tage tegl ud inden brænding og derved muligt at eksperimentere med tilførsel af biomasse. Nedenfor et billede af alle deltagerne.*



### Case eksempel: Ubrændte teglsten

#### Idé

Udtage sten fra produktionslinjen i et teglværk for brænding for at reducere energiforbruget i produktion og hvad tilførsel af biomasse har af betydning for produktets egenskaber.

#### Baggrund

På nogle teglværker er der allerede i dag mulighed for at tage lersten ud af produktion, før de brændes. Arkitekter og håndværkere ser potentiale i at bruge stenen, og der kan testes på et relativt færdigt produkt, før man tilpasser recepten eller designet. Der tilføres træ til stenene før brænding for at skabe struktur – blandingen kan varieres afhængig af ønskede egenskaber, og tilførsel af biomasse til ubrændte sten er derfor en mulighed, hvis det viser sig at have positive påvirkninger af stens egenskaber.



Et netværk af frontløbere

## De tre første afgrøder til produktion i DK

### *Interesse blandt lokale og nationale aktører*

Blandt landbrugets, produktionens og byggeriets aktører eksisterer der forskellige interesser for afgrøder. Gennem aktørinddragelse i projektet er det blevet tydeligt, at der eksisterer stærke interesser for at begynde at arbejde med hamp, halm og græs. Der er også interesse for andre afgrøder, som løbende kan oparbejdes.

#### **Fordele ved græs**

- Flerårig dyrkning og kontinuerlig høst af levende afgrøder øger CO<sub>2</sub>-bindingen / areal
- Mindsker udvaskning af næringsstoffer
- Reduceret pesticidforbrug og øget biodiversitet
- Teknologi til bioraffinering efterlader lignin og fiber fraktioner som sidestrømme



#### **Fordele ved halm:**

- Eksisterende værdikæde velkendt i landbruget (sidestrøm fra kornproduktion)
- Stor volumen i tilgængelige restfraktioner med høj og kendt kvalitet
- Anvendelsespotentialer som isolering, bærende konstruktioner og plader og input til bindemateriale

#### **Fordele ved hamp**

- Afgrøden er god i rotation med andre afgrøder
- Dyrkes uden pesticider og insekticider
- Potentiale for højt fiberudbytte
- Anvendelsespotentialer i plader, isoleringer og ydervægge

Den  
etablerede  
byggevarer-  
produktion

## Byggeplader - flowproduktion

### Masseproduktion med genbrugstræ

Hos Novopan anvendes genbrugstræ til produktion af spånplader til byggeriet. Produktionen blev omstillet fra at anvende træspåner fra nyt træ til at bruge genbrugstræ i 1990'erne, da energisektoren begyndte at købe resttræ fra savværkerne til energiproduktion. Fabrikken fik et apparat til at rense genbrugstræ, som fabrikschefen havde set i Italien. Spånerne i en plade kan genbruges 8-10 gange, før den afbrændes i lokal kraftcentral til energi i produktionen. Brugen af genbrugstræ reducerede prisen på inputmateriale, og har gjort forretningsmodellen rentabel.

Produktionen er en strømlinet continuous flow-produktion, der aldrig står stille. Der produceres til et lager af ensartede produkter, hvilket vil sige, at der er én produktionslinje uden mulighed for variation. Det stiller krav til råvareinputtet, som også skal være ensartet.

Virksomheden bruger store mængder lim, som potentielt set kan udvindes fra lignin fra bioraffinering. De første skridt er at afsøge mulighederne for at anvende halm eller andre

plantefibre i produktionen af spånplader og at undersøge, hvilken forarbejdningsgrad det kræver af råvaren. Udviklingen sker ved siden af i lab bygningen i Novopan. Der eksperimenteres med at anvende andre former for biomasse til pladeproduktion.

### Omstilling kræver volumen

I princippet kan virksomheden anvende mange forskellige former for biomasse, men prisen på råvaren til pladerne er afgørende for, at virksomheden kan afsætte deres produkter på markedet. Derudover er der krav til løbende tilgængelighed af en ensartet råvarefraktion. Der anvendes 300 tons årligt, men råvarerne skal leveres kontinuerligt for at undgå at skulle udvide kapacitet til lager yderligere. Pga. den høje grad af teknologibinding vil omstillingen derfor skulle ske på én gang for at være rentabel.



### Case eksempel: Lignin binder

#### Idé

Anvende lignin fra bioraffinering af halm eller græs til udvikling af en binder, som kan erstatte petrokemiske alternativer.

#### Baggrund

Det er muligt at adskille halm og andre plantearter i fibre, protein, lignin og voks gennem bioraffinering. Lignin-delen er for nuværende ikke nogen anvendelse, men har potentiale til at erstatte lim anvendt i bl.a. produktion af spånplader. Det kræver skalering af råvareinput og produktion samt undersøgelser af, hvordan den optimale sammensætning udvikles.

Fotos fra besøg og innovationsworkshop hos Novopan, Kronospan



### Case eksempel: Halmpladen

#### Idé

Pladen er en pendant til spånpladen, men baseret på halm og eventuelt med en biobaseret binder baseret på overskuds ligning fra bioraffinering.

#### Baggrund

Der er undersøgelser i gang for at afsøge mulighederne for at anvende andre inputmaterialer end genbrugstræ, som anvendes i dag.

Novopan bruger årligt omkring 300.000 tons genbrugstræ til pladeproduktion. BUILD har skønnet, at der er omkring 3,42 mio. tons tørstof i halm som i dag nedkøles i jorden (1). Udtages 10% af dette til byggevarerproduktion, vil det ikke skade kulstofindholdet i jorden. Denne mængde kan potentielt bruges i pladeproduktion hvis det afvokses.

(1) Biogene materialers anvendelse i byggeriet, BUILD rapport 2022:09



# **ET SPIRENDE NETVÆRK AF BIOBASEREDE PRODUCENTER**



Et netværk af frontløbere

## Et spirende netværk af biobaserede producenter

### **De usynlige biobaserede producenter**

Antallet af danske biobasere producenter er småt, og de er vanskelige at finde. Det samme gælder kilder til viden om de biobaserede materialers opførsel og om udførslen af biobaserede konstruktioner. Der er solide relationsbaserede netværk indenfor biobaseret byggeri, men de er ikke veletablerede spillere i det danske erhvervsliv. Der findes meget få danske producenter af biobaserede byggematerialer, og der er ikke et entydigt billede af klynger, der sikrer kritisk masse af viden og investeringer indenfor et afgrænset geografisk område. Netværk er meget lokalt forankrede, og derfor er de svære at søge frem, hvis man ikke kender til det ønskede produkt eller specialister på området på forhånd.

Andre steder i Europa er man lidt længere – et Irsk studie viser hamp, halm og miscanthus som de råvarer, der dækker over den største skala på markedet, og derfor også kan siges at have den højeste modenhedsværdi ift. markedet (Daily & Barril, 2024). Dernæst er græs en nævneværdig råvare, som indgår i byggevareproduktion og sælges på markedet.

Studiet stemmer overens med vores kortlægning af materialer anvendt i projektet 4:1 Planet. Der vidner om at langt hovedparten af de biomaterialer, der bruges i Danmark i dag importeres fra andre lande.

### **Viden flourer gennem relationer**

Der er få biobaserede råvarer, som indgår i byggevarer på industrielt niveau. Når eller hvis de andre råvarer anvendes i byggeriet, må man antage, at de indgår på mere eksperimentelt niveau, hvor lokale kræfter og kendskab er nødvendigt. I grupper på sociale medier formidles kontakt mellem private, der arbejder med forskellige former for biobaseret byggeri. Ofte er der tale om anvendelse på selvbyggeri-niveau, men der forekommer også grupper på op til omkring femtusinde personer som fx i Facebook-forummet ”*lerbyg og bæredygtigt byggeri generelt*”. I markedsøjemed betyder dette, at biobaserede byggevarer ikke er tilgængelige på det brede marked.

De biobaserede produkter og løsninger efterspørges primært i, hvad man kan kalde nichemarkeder, og det kræver en tæt relation til

leverandør og håndværker at bruge råvarerne, som ikke er alment kendte. Den viden, der eksisterer, overføres altså gennem relationer. Den er ikke altid nedskrevet, men *tacit* og ligger i hænderne, der udfører den, og hovederne der udtænker den.

Friland på Djursland er et godt eksempel på et selvbyggermiljø, hvor viden om og erfaring med bl.a. biobaseret byggeri ligger gemt i mure, gulve og lofter, og bringes til live, når du spørger naboen til råds. På håndværkeruddannelser rundt i landet indgår arbejdet med biobaserede materialer ikke automatisk som en del af uddannelsen. Der oplæres i byggesystemer og montering, imens håndtering og anvendelse af biobaserede materialer aktivt skal tilvælges på uddannelsen – såfremt det overhovedet er muligt.

### **Et marked under opbygning**

Til trods for at der mangler producenter i Danmark, er der en stigning i efterspørgslen fra både private og professionelle aktører. Flere tegnestuer ønsker at bruge materialerne og foreslår dem, men det er vanskeligt at få

materialevalgene igennem, hvis der ikke på forhånd er en særlig vision eller strategi for byggeriet og dets materialevalg eller klimapåvirkning. Der mangler simpelthen viden og adgang til materialerne.

Det forsøger byggemarkedet *Havnens hænder* at lave om på ved at specialisere sig i biobaserede løsninger – samt løsninger af ler og kalk, som også har et lavt klimaftryk. De sælger produkter fra ud- og indland og oplever stigende interesse og efterspørgsel. Vejen er er ved at blive banet, og det er nu der skal sættes i gang for at udbrede budskabet til det bredere publikum.

Rundt i Europa er der stigning i producenter af biobaserede byggevarer (Daily & Barril, 2024). Der arbejdes målrettet på omstilling mellem landbrug, produktion og byggeri for biobaserede byggevarer i bl.a. Holland med tiltaget *Building Balance*, og EU projekter giver støtte til etablering af cirkulær biobaseret produktion. Her er det tydeligt, at der skal sættes ind, hvis Danmark skal på landkortet indenfor biobaseret produktion af byggevarer – der er potentialer for at søge disse puljer og skalere dansk produktion hvis der sættes ind nu.



## Et ønske om lokal produktion

### *Halm som elementer i byggeriet*

Brugen af halm i byggelementer er ved at blive en kommerciel mulighed, der spredes til flere og flere byggerier udenfor selvbygmiljøer gennem virksomheder som EcoCocon, Modulina og KalleBalleByg. Der er også virksomheder, som Inbicare, der arbejder på at raffinere halm i fibre, voks og cellulose mhp. at afsætte fraktionerne til industrien. Der er altså flere muligheder i brugen af halm til byggeriet, fra isolering, plader og moduler. Det skyldes formentlig, at værdikæden for halm er veletableret, og at råvaren er tilgængelig allerede i dag. Arbejde med halm er ikke lokaliseret til ét bestemt sted i landet, men viden fra Aarhus Universitet peger på, at det er mest hensigtsmæssigt at udtage halm fra marken i Vestdanmark, da der andre steder i landet kan være behov for at bevare kulstofbalancen og jordstrukturen. Landbruget er interesseret i produktudvikling, men har ikke tidligere haft kontakt til det byggede miljø, hvilket initiativet *Veje til Biobaseret Byggeri* har været med til at skabe gennem inddragelse.

### *Bioraffinering af græs og symbiosepartnerskaber i Skive*

Bioraffineringsanlæg er under forsøgsmæssig opbygning flere steder i landet mhp. at erstatte importen af soja til dyrefoder og på sigt protein til menneskeføde. Det sker bl.a. på Skive-egnen, hvor der er særligt fokus på udvikling af lokale arbejdspladser og på erhvervsfremme. Her er der mulighed for at omlægge landbrugsarealer til at dyrke bl.a. kløvergræs, der kan indgå i raffinering og opdeles i brunsaft, grønsaft og fibre til brug i hhv. biogasanlæg, proteinproduktion og fx byggevareproduktion. Der er endnu ikke fokus på fraktioner fra rabatter i større skala, men en workshop afholdt i foråret 2024 viste en interesse for at anvende andre former for biomasse end græs fra marker. Afklip fra rabatter mm. kan derfor siges at være en væsentlig ressource, som endnu ikke anvendes, men vil kunne give et positivt afkast, hvis man kan finde den rigtige anvendelsesmulighed.



### *Guldborgsund inviterer hampen ind*

Lolland-Falster er endnu et område i Danmark, som ønsker erhvervsfremme. Guldborgsund kommune er arrangør og tovholder på den årlige Bioøkonomikonference, hvor der er fokus på anvendelsen af alle former for biomasse til det bedst egnede formål. Kommunen har valgt hamp som en væsentlig afgrøde at satse på, da den fungerer i rotation med bl.a. sukkerroer, som der er tradition for at dyrke på Lolland og Falster..

Desuden ønsker kommunen at arbejde på en lokal dyrkning og produktion af bl.a. byggevarer i hamp for at udvikle lokale arbejdspladser med udgangspunkt i bioøkonomi



*Forsøg med dyrkning af hamp til brug i byggevareproduktion udført af Agrovi som del af projektet Building based on biobased (interregnorthsea.eu)*

Et netværk af frontløbere

## Optimeret brug af træressourcen

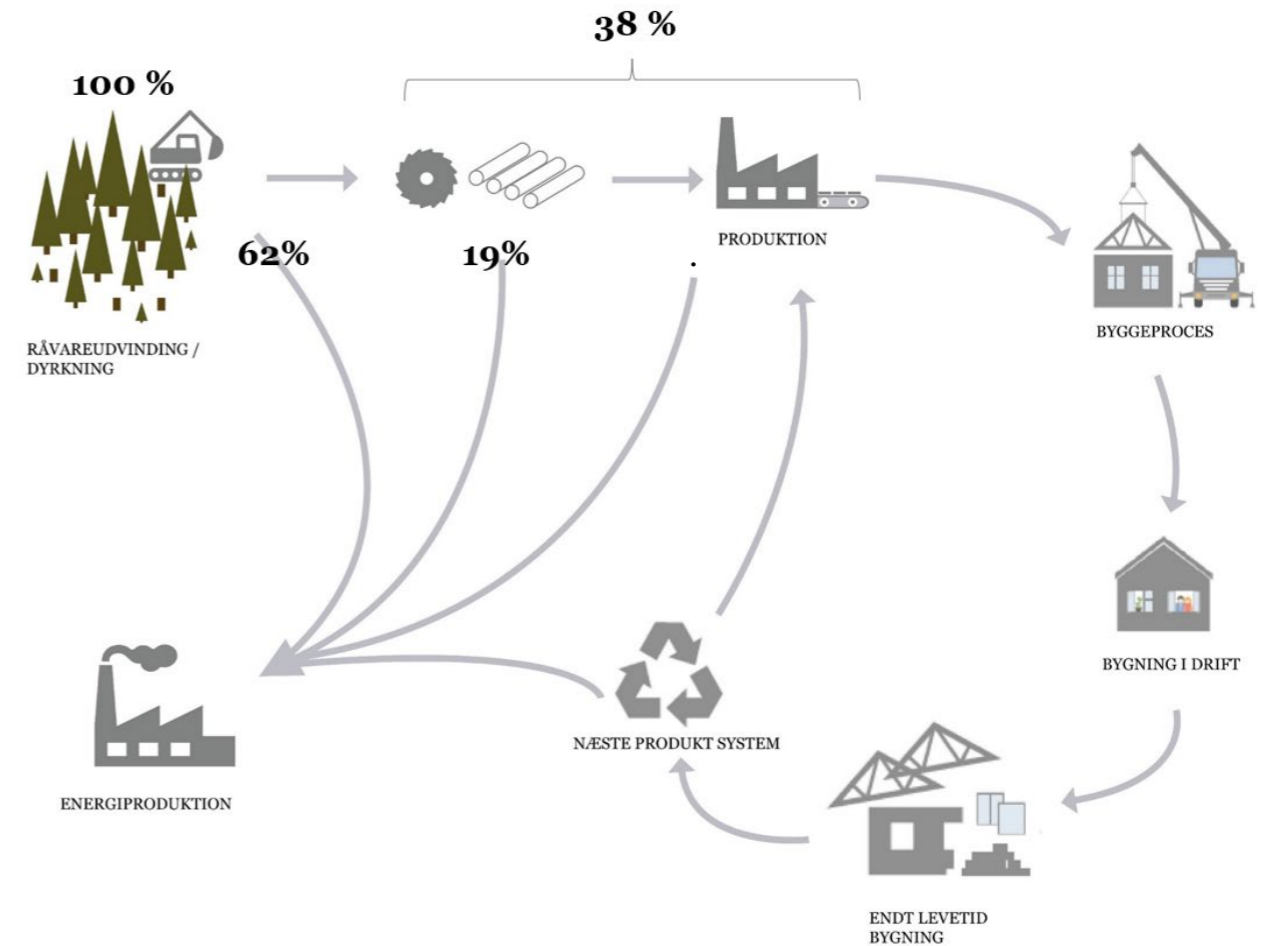
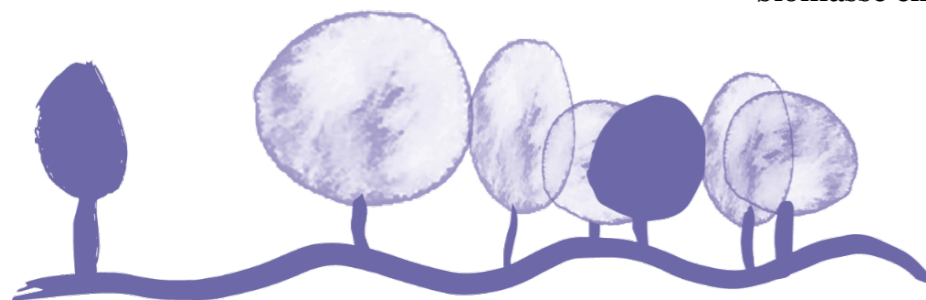
### Træ er den primære afgrøde til bærende konstruktioner i biobaseret byggeri

Træ er en knap ressource med konstruktive egenskaber, som er svære at opnå med anden biomasse pt. Derfor bør træet udnyttes til højst konstruktiv værdi, hvor det er muligt, og det bør anvendes med måde og ikke i hele bærende væglements. Dette burde også skabe de bedste forretningspotentialer. I dag går der træ til spilde i forskellige led af værdikæden. Der eksisterer forskellige geometriske og arkitektoniske muligheder for at udnytte træ på anden vis, end det gøres i dag.

De særlige potentialer ligger i træ fra udtynding af skove og afskær på savværker. Der ligger også potentialer i at finde anvendelse til træarter, som dyrkes i skovene, men ikke efterspørges i dag.

Det første skridt der kan tages, for at optimere brugen af træressourcer på tværs af industrien er etablering af tætte samarbejder mellem leverandører, i form af savværker, og de øvrige produktionsenheder, der ønsker at modtage træ – altså at forkorte forsyningskæden.

På den måde kan træelementproducenter modtage træ i netop de mål, de ønsker, uden der skal skæres fra eller laves unødige samlinger. Desuden er der behov for øget fokus på at skabe klimarobuste skove med en skarpere opdeling af, hvor der prioriteres 'en rig natur' (mere biodiversitet), og hvor der prioriteres produktion. I forbindelse med dette bør der fokuseres på at bruge anden biomasse i konstruktioner, hvor det er muligt og på at bruge træressourcen med omhu, hvor den er nødvendig. Desuden kan fokus på brug af anden biomasse eller lignin være udviklingsretninger.



### Case eksempel: Den klimarobuste skov

#### Idé

Fremtidens skove har en skarpere opdeling af, hvor der prioriteres "en rig natur" (mere biodiversitet), og hvor der prioriteres produktion.

#### Baggrund

Kobler man idéen til Regeringen og Svarer-udvalgets målsætning om + 250.000 ha skov, kan det kaldes "3. generations skovrejsning":

1. Generation er de ensartede (og skrøbelige) plantager baseret på meget få arter i ren bestand (1850-1990)
2. Generation er de meget blandede løvtræsskove, hvor indholdet er dikteret af højest mulige tilskud - og hvor produktionen er lav i både m<sup>3</sup>/ha år og i udnyttelsesgrad (1990-2020)
3. Generation er 'de intelligente blandingskove', hvor hensynet til struktur, robusthed, og produktion er 'integreret i anlægget'

### Case eksempel: Korte forsyningskæder og cutting on demand

**Idé:** Løsningen fjerner mellemlid, og sørger for at træet kun forarbejdes i den grad, som er nødvendig for den givne anvendelse. Det medfører, at man i produktionen kan undgå ekstra processer for at tilpasse standard længder til produktionen.

Byggevarerproducenter kan herved få fældet og bearbejdet træet til præcis de længder, de bruger mest og sende rester direkte retur til savværket.

#### Baggrund:

Dette er en tilbagevenden til klassiske danske skov- og savværksdyder, hvor uafkortet tømmer var råvaren, og ordreproducerende specifikationssskæring var processen.

Produktionsprincippet ændres fra masseproduktion til ordredrevet.



# **VÆRDIKÆDERNES UDFORMNING – ANDRE SKALAFORDELE I BIOBASERET PRODUKTION**

## Nye materialer = Nye værdikæder

Biobaserede værdikæder vil formentlig være markant anderledes konfigureret end de værdikæder, vi kender i dag. I dag sker produktion af konventionelle byggevarer på få, fabrikker, der producerer i høj volumen, og som kræver store investeringer. Erfaringer fra udlandet peger på, at en effektiv produktion af biobaserede byggeprodukter kan opnås på mindre kapitalintensive fabrikker – bl.a. fordi det er nemmere at håndtere mindre energikrævende bearbejdningsprocesser. Det vil give større basis for rationel, lokal produktion i lille skala og derved lokale arbejdspladser i både landbrug og produktion. Samtidig vil det lavere investeringsvolumen også gøre det lettere at åbne op for, at mindre kapitalstærke aktører også kan blive medejere og dermed være med til at skabe lokal opbakning til omstillingen i hele værdikæden.

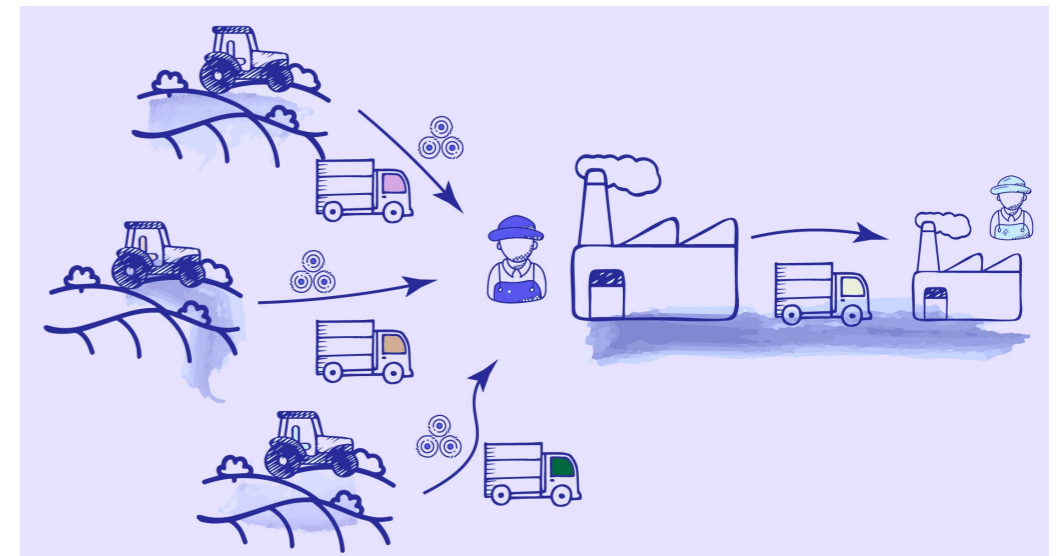
### Mineralske værdikæder - Centraliseret og højskaleret produktion



#### Værdikæde egenskaber

- Ikke-fornybare ressourcer med mulighed for genanvendelse
- Råmaterialer udvindes få centrale steder i store mængder
- Homogent råmateriale der påvirkes af få eksterne faktorer
- Industrien er kendetegnet ved store producenter og høj koncentrationsgrad
- Produktionsteknologien er velkendt og veletableret
- Stor kapacitet i de enkelte produktionsenheder og derfor også afsætning på globale markeder - der kan ikke kun afsættes lokalt

### Biobaserede værdikæder - Et distribueret netværk med flere aktører



#### Værdikæde egenskaber

- Fornybare ressourcer hvis jorden og klimaet forvaltes korrekt
- Decentraliseret ledelse af landbrug, skov eller andre områder for råvareproduktion/ høst/opsamling
- Kompleks værdikæde med flere led før råmaterialet er tilgængeligt som ressource til videre produktion
- Mindre kapacitet i de enkelte enheder
- Afhængig af omkostninger ved transport/logistik af infrastruktur
- Afhængig af en eksterne faktorer så som klimatiske forhold, jordbundsforhold, vejr mm.
- Værdiskabelsen for råvareproducenter er distribueret
- Bioraffineringsenheder og produktionsenheder er decentralt placeret
- Energisektoren aftager store mængder til energi





# Fremtidens produktions apparat

## Skala og råvareforsyning

Den biobaserede produktion af byggevarer har andre skalafordele end den baseret på mineralske og fossile råvareinput. Generelt set vil råvaremængden i den biobaserede produktion være mindre sammenlignet med jomfruelige gravede ressourcer. Det skyldes at råvareinputtet er forskelligartet, og kun kan skaleres til den mængde, der kan dyrkes, høstes og forarbejdes på et bestemt areal. Til gengæld vil råvareforsyningen være kontinuerlig, hvis jorden dyrkes nænsomt, og der kun tages de ressourcer, som de biologiske kredsløb kan tåle. Produktionen i Danmark kan med andre ord gøres mere modstandsdygtig og kontinuerligt vedligeholde sig selv ved brug af fornybare ressourcer.

## Forarbejdning

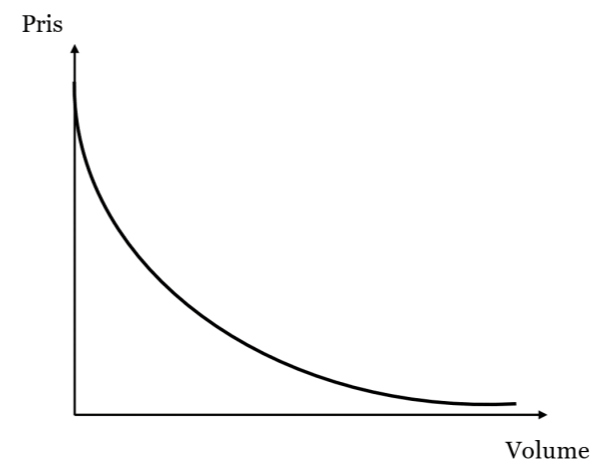
Biomasse såsom halm, hamp, græs og træ skal forarbejdes i højere eller mindre grad for at kunne anvendes i byggeriet. Træ forarbejdes på savværker, for at give tømmer. Halm kan bruges direkte i halmelementer til yder- og indervægge, men skal i andre tilfælde forarbejdes yderligere for at kunne indgå i byggevarerproduktion.

Græs kan sendes til bioraffinering, hvor det adskilles i hhv. brunsaft, fibre og protein. Disse anlæg til bearbejdning af råvaren kræver investering, men kan laves i større og mindre skala og fordeles rundt i landet. Til sammenligning vil biobaserede produkter ofte have et lavere startinvesteringsbehov end mineralske produkter, da de kan laves i mindre skala på ikke så dyre produktionsapparater, men til gengæld ikke nødvendigvis kan produceres til samme lave pris pr. enhed over tid, som illustreret ovenfor.

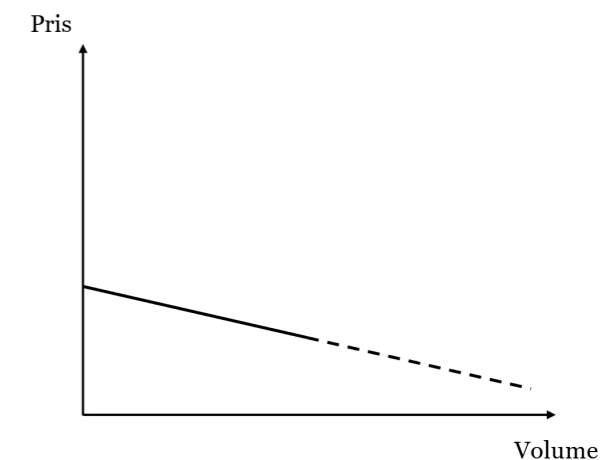
## Investering og råvareforsyning

Så hvordan sikrer man, at råvarerne går fra areal til produktion og videre ind i byggeriet? Værdikæden for halm er et godt eksempel. Halm er en sidestrøm fra kornproduktion, og afsættes til både strøelse og energi. Halmen vil kun blive høstet og omdannet til baller, hvis der på forhånd er lavet en aftale om afsætning. Hertil vil landmanden ofte høste og balle 15% ekstra for at have et lager til kommende år i tilfældet af, at høsten skulle slå fejl, eller at der skulle være lovet mere væk, end hvad arealet giver det pågældende år. Det samme formodes at gælde for kløvergræs og hamp, som muligvis først dyrkes det år, der kan afsættes.

### Virgine værdikæder



### Biobaserede værdikæder



## Forarbejdning og ejerskabsformer

Hidtil har vi set investering i biogasanlæg, men for at afgrøderne kan afsættes til produktion, vil der for flere af dem være behov for investering i nye forarbejdningsanlæg (bioraffinering) eller produktionsanlæg, som kan tage råvaren ind og omdanne den til en ensartet fraktion, som kan bruges i produktion af byggevarer. Investeringen kan gøres af lokale landmænd, der ønsker at afsætte afgrøder til nye kunder og på den måde opnå værdi i ny skala. Det kan også være, at større bygherrer eller entreprenører investerer i produktion for at opnå produkter, som stemmer overens med kravene i bygningsreglementet. Investering i andelsform giver afkast til flere, og der er mulighed for flere mindre produktionsanlæg rundt i landet, som kan skabe lokale arbejdspladser og derved sikre,

at der fortsat vil være arbejdspladser i landbruget og produktion rundt i landet, hvor der allerede eksisterer boliger, skoler, daginstitutioner mv. som kan udnyttes frem for at bygge nye. Investeringerne kan altså både være producentdrevne eller drevet fra forbrugerne, som betaler prisen for de nye dyrere produkter pga. særlige salgsparemetre såsom lavt CO<sub>2</sub> forbrug og langtidslagring af CO<sub>2</sub> i byggeriet.

Producer driven

*Kapitaltunge og teknologiorienterede, eks bilindustri*

Consumer driven

*Løntunge forbrugsvarer, eks tekstilindustri*

# PRODUKTIONSFORMER -





## Produktionsformer

# Produktionsformer

### Værdikædens udformning

Der findes forskellige produktionsprincipper, som har betydning for udformningen af produktionsapparatet og hele værdikæden fra råvareinput til markedsplads. Produktionsprincippet har betydning for prisen på varen, og for hvordan den afsættes på markedet. Fremtiden byder ikke udelukkende på én produktionsform, men vil formentlig være et samspil mellem forskellige afhængigt af løsningens modenhed, udbredelse på markedet og brugen af den.

### En rundtur på markedet under opbygning

Alle fire produktionsformer har betydning for forankringen af løsningerne i samfundet og dannelse af et marked for biobaserede byggevarer. En vekslen mellem dem skaber forskellige typer af jobs og værdi på tværs af værdikæden samt mulighed for både omstilling og nulstilling af produktionsapparatet. At anvende alle former for biomasse og at skabe både et markedspress og markedstræk vil gradvist bidrage til at bygge et marked.

Der er behov for både at lære af det langsomme og af det kendte og på den anden side for at industrialisere og rationalisere produktion for at få skala på og forankring i brugen af materialerne.

### Lokale arbejdspladser og materialer

Produktionsapparatet skal forstås som en aktør. Alt hænger sammen med produktionsapparatet – typen af arbejdspladser, kvalitet af produkter, investeringsbehov, forskningsbehov, hvem driver det, hvem arbejder der osv. Omstilling af produktionsapparatet hænger sammen med idéen om fair and just transition, hvor der bevares eller etableres gode lokale arbejdspladser, som skaber værdi for flere mennesker gennem den grønne omstilling. De følgende sider beskriver tre produktionsformer, som vi har mødt gennem vores undersøgelse af det eksisterende produktionsapparat og produktionsapparatet under opbygning.

Grad af teknologibinding og behov for arbejdskraft		
Lav		Høj
<b>Ordredrevet produktion</b>	<b>Batch produktion</b>	<b>Masseproduktion / kontinuerlig produktion</b>
Hver ordre kan tilpasses og materialeinput kan varieres alt afhængigt af de ansattes kompetencer	Gradvis omstilling ved lancering af nye produkter og produktudvikling	Hele produktionen skal omstilles på én gang
Mulighed for at afprøve løsninger og tilpasse sig markedet løbende	Mulighed for ændring af egenskaber og indhold for mindre puljer af produkter	Afsøger markedet grundigt før omstilling/udfasning igangsættes
Eksempel: betonelementproduktion	Eksempel: teglproduktion	Eksempel: mineraluldsisolering

Produktionsformerne vil ikke nødvendigvis være et enten eller, men snarere være en udvikling over tid eller blot afhænge af, hvor og hvordan løsningen skal bruges. Er der arbejdspladser rundt i landet, vil der også være efterspørgsel på boliger i samme områder, og man vil derfor kunne renovere og udfylde de mange bygninger, som står tomme rundt i landet og anvende den eksisterende bygningsmasse. Produktion skaber forankring og stolthed for virksomheden såvel som et

levende lokalmiljø, hvilket tilmed kan fremme ønsket om at anvende materialerne lokalt. Herunder også forskning og udvikling, der kobler byggeri og landbrug sammen gennem produktudvikling, så de mest hensigtsmæssige løsninger, kan findes i samarbejde. Samarbejdet skal etableres, og netværk skal skabes som de første step i udviklingen af markedet for biobaserede byggevarer!

## Produktionsformer

# Batch produktion

### Produktionsformen

Ved batch produktion produceres der forskelligartede emner hvor hvert "batch" af produkter har særlige egenskaber og karakteristika, da der i nogle tilfælde kan laves ændringer og tilpasninger undervejs i produktionsprocessen. Produktionsmetoden er god til at sikre kvalitetskontrol undervejs, og kan levere relativt små partier af produkter – med overordnet ens karakteristika. Selve produktionen organiseres ofte på samle-bånds-maner ligesom kontinuerlig flow. Forskellen er at det er muligt at ændre egenskaber undervejs - så længe det er en del af produktionsapparatets variationsliste /katalog. Det er derfor muligt at opnå en grad af variation i produktemnerne og samtidig opnå en industrialiseringsgrad, der kan mindske tid og pris.

Der produceres til lager, men det er også muligt at lave særbestillinger hvor produkterne er afsat før produktionen igangsættes. Kunderne har lav indflydelse på produktets udformning. Der kan med andre ord kan efterspørge det som er muligt at lave indenfor det eksisterende produktions flow.

### Variation og test af nye produkter

Det vil være muligt gradvist at teste input af andre råvare i en produktion hvor der er plads til løbende variation. På den måde kan man lave mindre partier som kan tests og forbedres så de opnå de egenskaber man ønsker. Kravet vil blot være, at byggevarerne skal overholde gældende krav og standarder for at kunne erstatte andre produkter. Det gør det muligt at anvende de afgrøder, der er tilgængelige frem for trække på en enkelt råvare. Start investeringerne for batch-produktion er lavere en masseproduktion, men man vil gradvist kunne udbygge produktionsapparatet til at kunne indtage flere variationer. Byggerier og bygningsdele kan på den måde spredes ud til flere med større hast, end det er muligt gennem en mere håndværksbaseret produktion.

**Kundeindflydelse**

Lav ————— Høj

**Stk. Antal**

Få ————— Mange

**Investering i maskineri**

Lav ————— Høj

**Arbejdskraftbehov**

Lav ————— Høj

**Kapital / løn**

Lav ————— Høj

**Bearbejdningsgrad råvare**

Lav ————— Høj

**Arbejdspladser kompetencer**

Faglært ————— Ufaglært

**Arbejdspladser – geografi**

Distribueret ————— Centraliseret

### Kendetegn

*Krav til investering ligger på et middelniveau*

*Ny produkttyper kan løbende testes og erstatte andre hvis efterspørgsel*

*Det samlede arbejdskraftsbehov befinder sig på et middelniveau – der skabes lokale arbejdspladser med mulighed for at integrere både faglærte og ufaglærte*

*Det kan erstattes store mængder ikke biobaserede produkter hvis omstillingen sker fuldt ud*



## Produktionsformer

# Ordredrevet produktion

## Produktionsformen

Ved ordredrevet produktion produceres der forskelligartede emner, hvor hver ordre af produkter har særlige egenskaber og karakteristika. Der er tale om særligt specialiserede produkter, som tilpasses det enkelte projekt. Der produceres derfor ikke mere, end hvad der skal bruges, og alle produkter er allerede på forhånd er afsat til en kunde. Kunden har høj indflydelse på produktet og der sælges direkte fra produktion til kunde.

Selve produktionen organiseres ofte i celler /produktionsenheder, hvor produktet gennem-går dele af eller hele udarbejdelsen. Der er også manuel arbejdskraft og denne vil ofte være specialiseret på særlige områder for at opnå effektivitet i de enkelte celler. Derfor er det muligt at opnå variation i produktemnerne og samtidig opnå en industrialiseringsgrad, der kan mindske tid og pris. Denne egenskab gør også produktionsmetoden relativt modtagelig for gradvis omstilling. Pga. brug af manuelt arbejde er det behov for en middel grad af arbejdskraft – dette er både faglærte og

## Variation i produkter og arbejdspladser

Det vil være muligt at ændre enkelte elementer i produktionen, f.eks. isolering eller indvendige plader i elementbyggeri, uden at ændre hele produktionen, og derfor er det muligt at bruge forskellige former for biomasse. Kravet vil blot være, at byggevarerne skal overholde gældende krav og standarder for at kunne erstatte andre produkter. Det gør det muligt at anvende de afgrøder, der er tilgængelige frem for trække på en enkelt råvare. Start investeringerne vil være højere end ved en udelukkende håndværksbaseret produktion, men lavere end masseproduktion, hvilket muliggør etablering af flere produktionsenheder rundt i landet. Hvis der anvendes biobaserede hyldevarer fra masseproduktion kan det også bidrage til at øge produktionen af biobaserede hyldevarer såsom plader og isolering og på den måde presse det ud på markedet, øge tilgængeligheden og sænke priserne af biobaserede produkterne.

## Kundeindflydelse

Lav ————— Høj

## Stk. Antal

Få ————— Mange

## Investering i maskineri

Lav ————— Høj

## Arbejdskraftbehov

Lav ————— Høj

## Kapital / løn

Lav ————— Høj

## Bearbejdningsgrad råvare

Lav ————— Høj

## Arbejdspladser kompetencer

Faglært ————— Ufaglært

## Arbejdspladser – geografi

Distribueret ————— Centraliseret

## Kendetegn

*Middel krav til investering*

*Nye aktører kan komme ind som dulleverancer i større produktion*

*Det samlede arbejdskraftsbehov er middel – der skabes lokale arbejdspladser med mulighed for at integrere både faglærte og ufaglærte*

*Det kræver mange produktionsenheder hvis store mængder skal erstattes*

## Produktionsformer

# Kontinuerligt flow produktion

### Produktionsformen

Ved kontinuerligt flow produktion produceres mange emner eller produkter med samme karakter og egenskaber. Betegnelsen *flow-produktion* dækker over det, at produktionen sker på samle-bånds-maner, hvor én handling følger den næste i et højt specialiseret og oftest automatiseret system. Denne form for masseproduktion kan også indebære *continuos flow-produktion*, hvor fabrikken ikke må stå stille, da det har for mange omkostninger, hvis man undgår produktion. Der produceres til bulk eller til hobe, således at produktet er på hylderne og kan købes, når kunden ønsker det. Det virker til et etableret marked med en relativt konstant efterspørgsel. Kunden har ikke indvirkning på produktets udformning. Produktionen er effektiviseret ned til mindste detalje, hvilket resulterer i en lav pris per enhed. Ofte vil kapital over løn være høj, da det kræver en høj startkapital at igangsætte denne type produktionsapparat, i form af investering i maskineri, mens der vil gå færre penge til lønninger pga. den høje grad af automatisering.

### Høj effektivitet og få arbejdspladser

Den høje grad af effektivisering og optimering med et fokus på én produktrække gør det uhyre omkostningsfuldt at ændre produktionslinjen. Modsat bliver det også muligt at reducere priserne, hvis man kan pulje afgrøder, så de får ensartede karakteristika som råvareinput til produktionsapparatet. Således kan denne produktionsmetode give mening selv for et forskelligartet input af biobaserede afgrøder. Produktionen af byggevarer holdes oppe, der sikres en afsætning af afgrøder fra land- og skovbrug, og man kan erstatte store mængder af CO2-tunge byggevarer, når produktionen først er igangsat. Mængden af nye arbejdspladser vil være lille og centraliseret. Omstilling af eksisterende store producenter vil kunne sikre, at arbejdspladser forbliver i lokalområderne. Pga. kapitalbehovet og behovet for at sikre arbejdspladser vil det derfor være anbefalelsesværdigt at omstille eksisterende producenter eller udvikle nye fabrikker i områder, hvor der er behov for lokale arbejdspladser.

**Kundeindflydelse**

Lav —●— Høj

**Stk. Antal**

Få —————●— Mange

**Investering i maskineri**

Lav —————●— Høj

**Arbejdskraftbehov**

Lav —●— Høj

**Kapital / løn**

Lav —●— Høj

**Bearbejdningsgrad råvare**

Lav —●— Høj

**Arbejdspladser kompetencer**

Faglært —————●— Ufaglært

**Arbejdspladser – geografi**

Distribueret —————●— Centraliseret

### Kendetegn

*Store krav til start investering*

*Svært for nye aktører at komme ind*

*Samlede arbejdskraftsbehov er lavt – men god mulighed for ufaglært arbejdskraft og lokal koncentration af arbejdspladser*

*Mulighed for at erstatte store mængder af CO2 tunge byggevarer*

*Store krav til inputsiden om volumen- og forsyningsikkerhed samt ensartet kvalitet.*



# FREMTIDSSCENARIER

Fremtids  
scenarier

## 4 hovedscenarier for den biobaserede omstilling

Overordnet mener vi, at der er en tendens, som går i retning af at reducere ressourceforbruget fra byggeriet. Brugen af biobaserede materialer er én ud af flere strategier for det.

Samtidig er det oplagt, at der er en række kritiske usikkerheder, som har stor betydning for, hvor hurtigt og hvor omfattende den biobaserede omstilling bliver:

- *Hvor meget skal vi / har vi planetært set råd til at der skal bygges?* Fortsætter "festen", eller skal vi have et byggestop?
- *Hvor store omlægninger af vores landbrug er der opbakning til at lave?* Skal byggeriet koncentrere sig om at bruge de nuværende restfraktioner for landbruget, eller bliver der plads til at dyrke deciderede byggeafgrøder.

Med afsæt i disse usikkerheder har vi lavet fire scenarier for den biobaserede omstilling som beskrevet i figuren til højre.

Som det fremgår, rummer hvert scenarie nogle forskellige retninger for, hvilken type byggeri vi skal satse på, hvor meget vi selv kan dyrke samt hvilke biomaterialer, der skal satses på, og dermed også for radikaliteten i omstillingen.

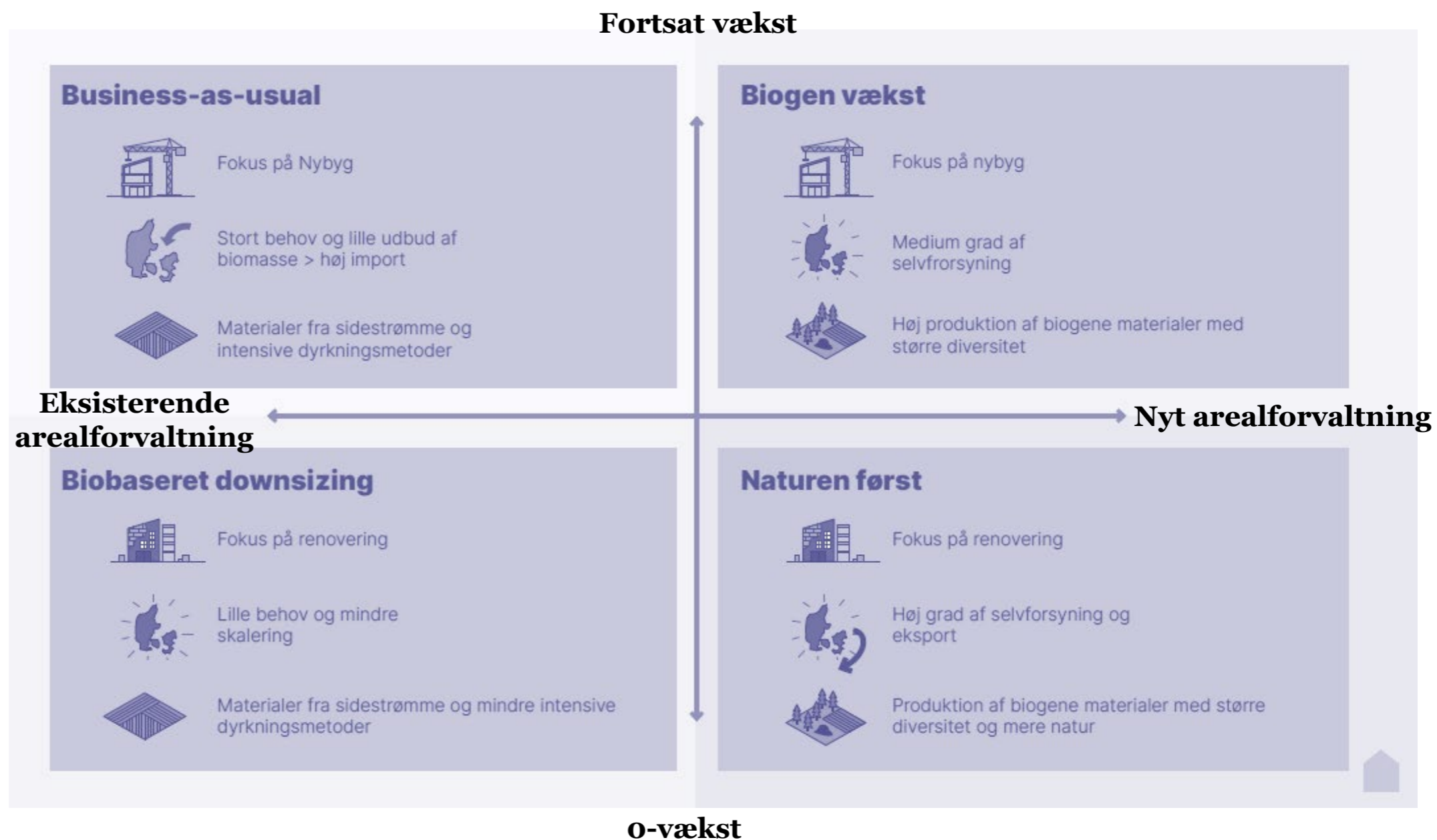


Illustration udviklet af JaJa Arkitekter for  
Veje til Biobaseret byggeri



Fremtids  
scenarier

## 4 underscenerier for byggeaktiviteten

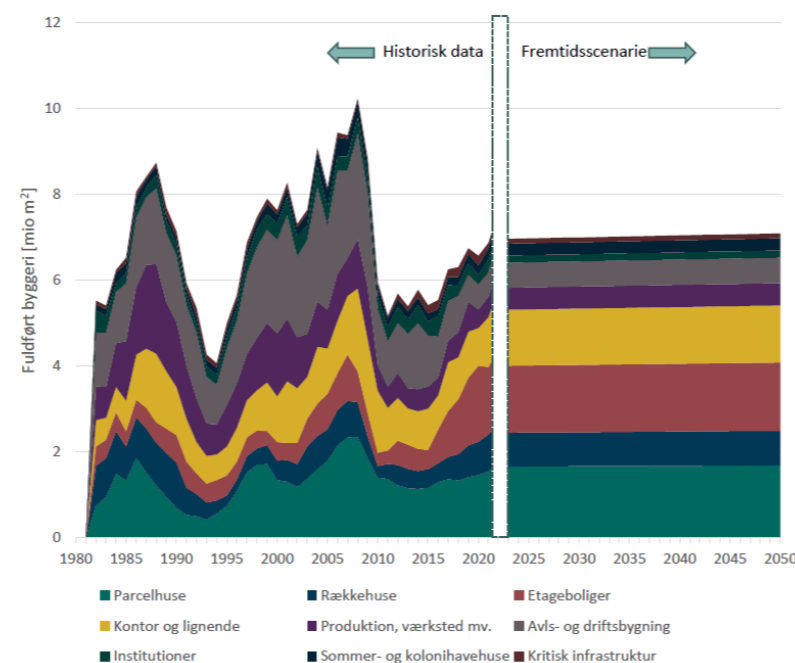
Til underbygning af Y-aksen i de fire hovedscenerier ovenfor, har vi i samarbejde med Artelia regnet på og beskrevet fire underscenerier for den forventede byggeaktivitet fra nu og frem mod 2050.

Som det fremgår er der et betydeligt spænd ikke bare i hvor meget der skal bygges, men også hvad der skal bygges; herunder forholdet mellem renovering og nybyg.

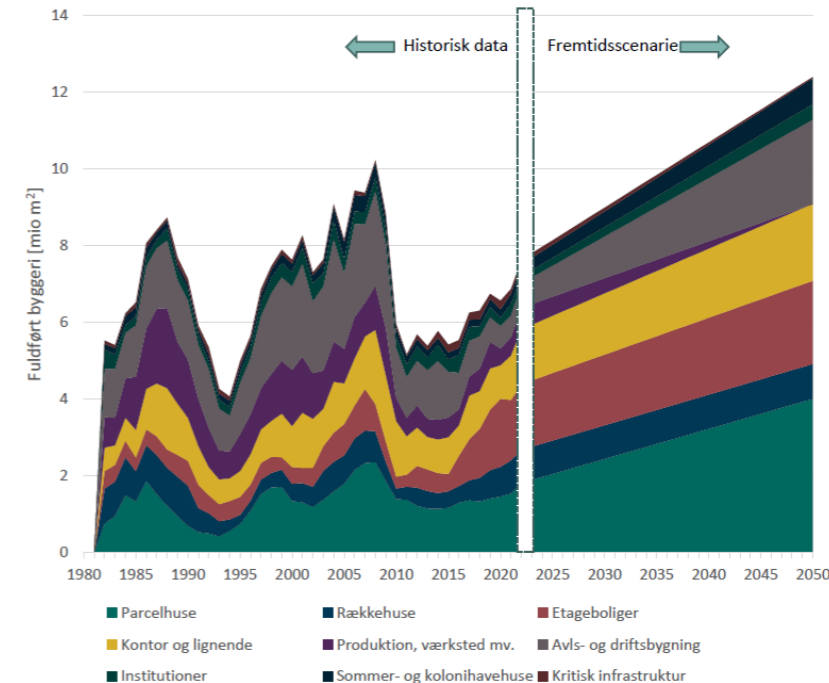
Scenerierne gennemgås enkeltvis på de efterfølgende sider dels med beregnede mængder for boligtyper, dels med en beskrivelse af dynamikkerne i hvert af scenerierne.

Vi har forsøgt at beskrive hvert scenarie neutralt og som lige sandsynligt. Hvilket scenarie branchen skal styre efter er i sidste ende både et spørgsmål om risikovillighed og politiske prioriteringer.

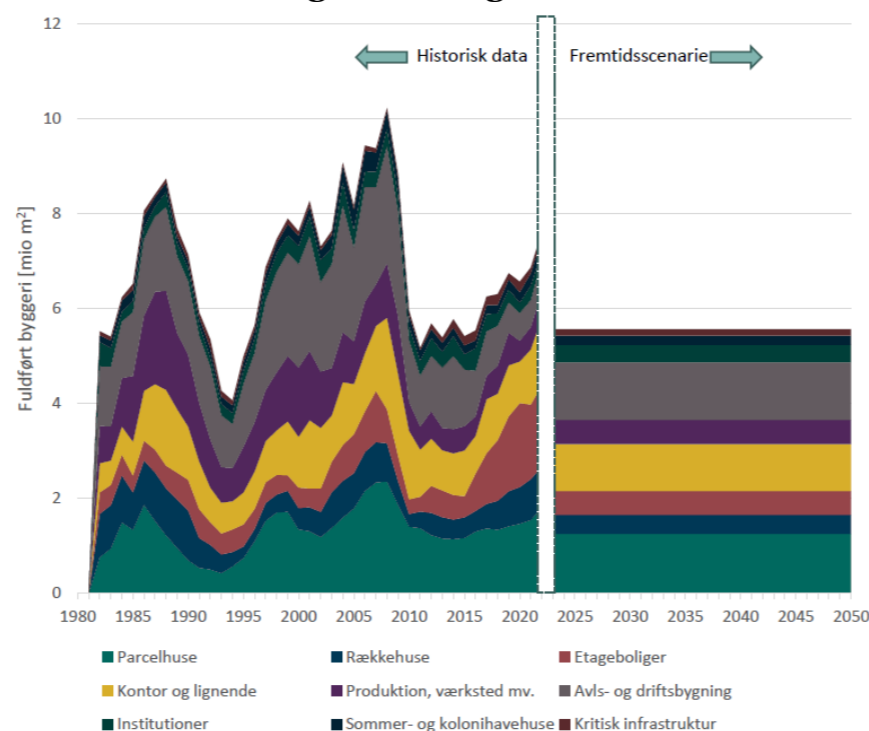
Blød Landing - Business as usual



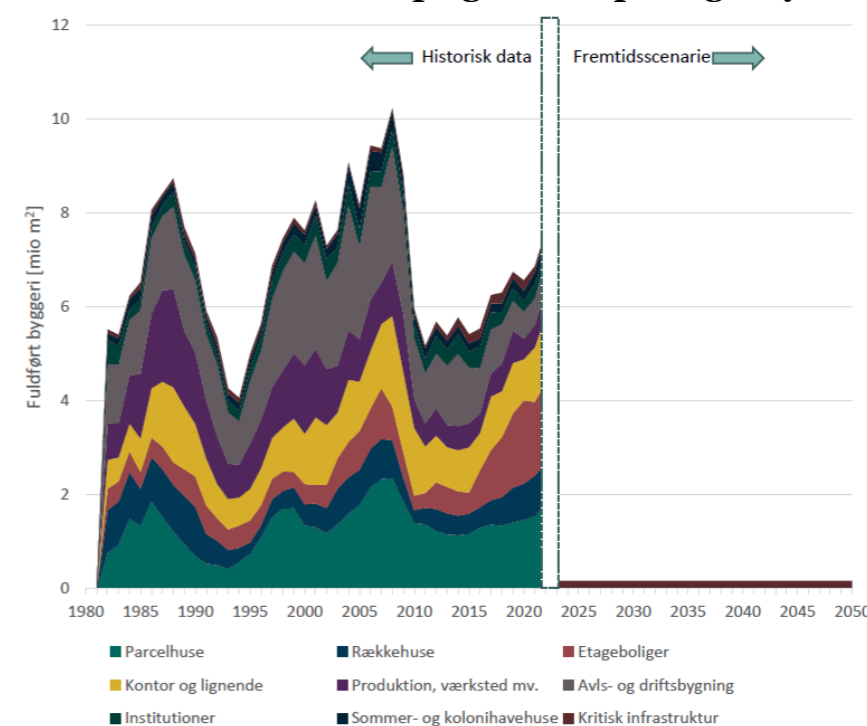
”Festen” fortsætter



Krise og afmatning



Fuld stop og starten på noget nyt



Fremtids  
scenarier

## Blød landing - Business as Usual (BAU)

Efter nogle år med overophedning i byggeriet finder vi tilbage til normalen og lander blødt. Verden bliver aldrig helt den samme som i de glade nuller. Vi har endegyldigt vinket farvel til en unipolær verdensorden, hvor alle har fidus til frihandel og vestlige værdier. Krige og konflikter fortsætter. Men som så ofte før for vi nogenlunde styr på det herhjemme og i samarbejde med de øvrige EU-lande.

Inflationen og renten falder – ikke til 0, men til et overkommeligt niveau. Forbrugertilliden stiger gradvist og det offentlige råderum viser sig mere robust end forventet. Der er ikke plads til de store udskejelser, inflation og arbejdsudbud skal hele tiden balanceres og de offentlige midler bruges med omtanke. Men med løbende tilpasninger og i vanlig dansk pragmatisme kan kursen holdes nogenlunde uændret.

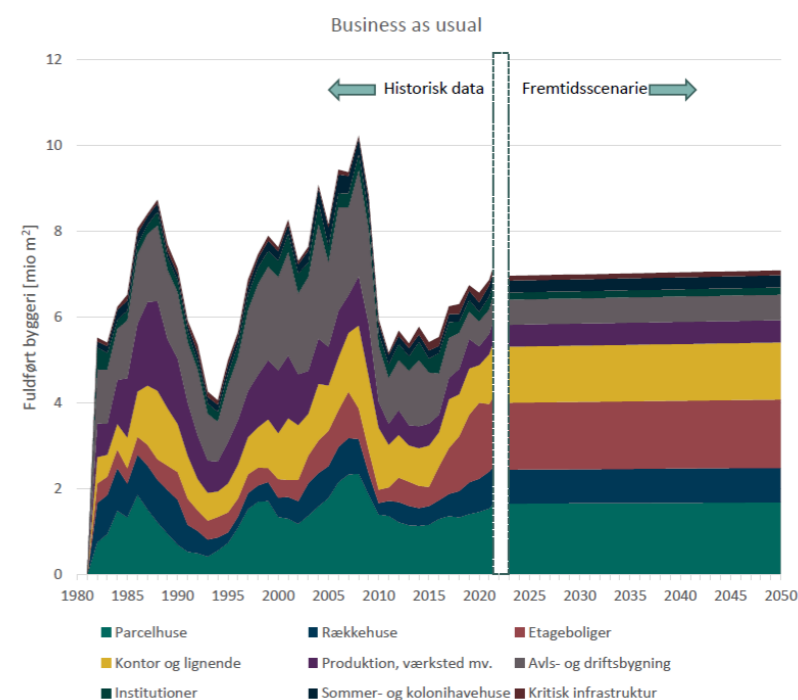
Det er fortsat attraktivt at investere i køb og forbedring af boliger og der er gang i både nybyg og renovering. Byerne udbygges fortsat men interessen for at bevare det eksisterende øges og øger renoveringsandelen. Boligareal per person øges fortsat sådan som vi kender det. Udenfor byerne moderniseres eksisterende bygninger i både private hjem, kommunale bygninger og erhvervsregi.

Væksten i BNP holder niveauet fra de sidste 25 år og er på 1,5% årligt, hvilket fører til en moderat udvidelse af alle investeringer i byggeri og anlæg.

Vækst og bæredygtighed balanceres løbende. Den ene dag mest grønne, den næste dag mest røde og blå alt efter om gule veste eller redningsveste og oversvømmede kystbyer fylder mest i mediebilledet. Vores løsningstilgang er en gang matadormix bestående af teknologiudvikling, gradvist øgede afgifter og punktvis regulering og adfærdsændringer.

Bæredygtighed hverken forsvinder eller bliver altdominerende. Og som enhver politiker ved så vindes magten ved at sige det rigtige – ligesom den tabes ved at gøre det rigtige.

Champagnetiderne er slut – men så er det heller ikke værre. Vi finder øllerne og gummistøvlerne frem. Skål.



### Nybyg:

- Byggeaktivitet følger historisk udvikling fra 1988-2022 (lineært)
- Byggeaktivitet i 2023: 7,0 mio. m2
- Årlig udvikling (gns. 2023-2050): ~ 0,1%
- Akkumuleret nybyg 2023-2050: ~ 200 mio. m2

### Vedligehold og energirenovering

- Renoveringsrate og tiltag iht. BUILD rapport 2022:33 *Klimapåvirkning fra renovering*

### Transformation:

- Som nu

Scenariet og beregningerne er udviklet i samarbejde med Artelia for *Veje til Biobaseret byggeri*

## Fremtids scenarier

# ”Festen” fortsætter

Den historisk set høje byggeaktivitet fra 2015 til 2020 fortsætter. Hvad mange troede var en undtagelse viser sig at være ”new normal”.

Globalt set bevæger vi os ind i en ny periode med stabilitet og forventninger om fortsat økonomisk vækst. Krigen i Ukraine afsluttes, globale forsyningskæder reetableres og der skrues igen op for tilliden til frihandel på tværs af nationale interesser.

Renten falder og forbrugertilliden stiger. Udsigten til høj beskæftigelse og lave finansieringsudgifter øger forbruget hvilket i kombination med øget eksport trækker virksomhedernes investeringer op. Skatteprovenuet vokser og prognoserne for det offentlige råderum ser lyse ud og tillader kommuner og staten at investere i en fortsat udbygning af skoler, hospitaler og offentlig infrastruktur, herunder kollektiv trafik.

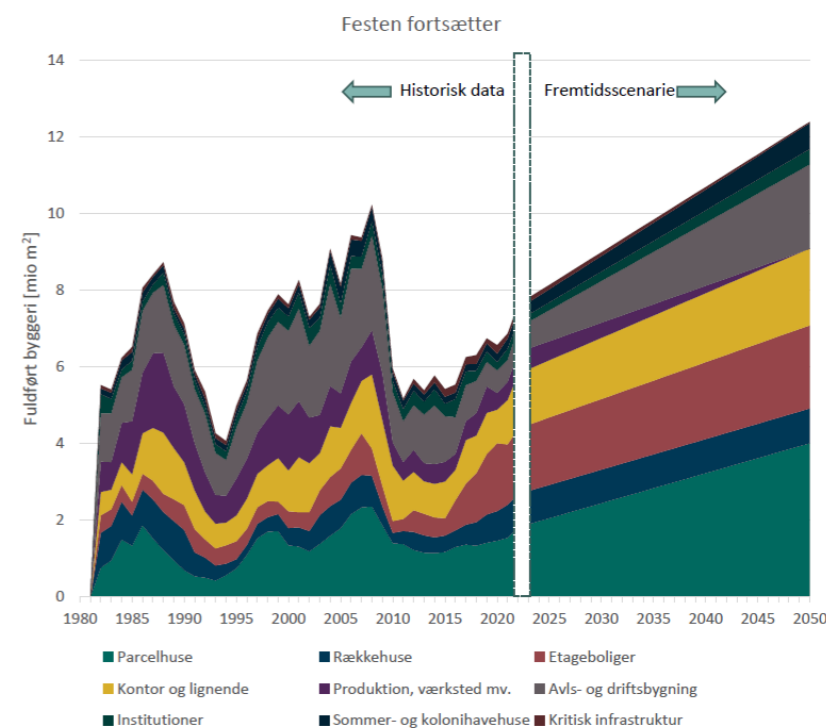
Digitalt understøttet effektivisering frigør løbende arbejdskraft og gør det muligt at lempe pengepolitikken og sænke renterne yderligere uden frygt for mangel på arbejdskraft.

Det bliver igen sikkert og attraktivt at købe og forbedre boliger. Den øgede købekraft stiller boligejerne i stand til at realisere drømmen – at bo i egen og helst bolig. Byerne udbygges og udvides fortsat og enfamiliehuset er den dominerende boligform. Renoveringsaktiviteten stiger i absolutte tal og vi bor i stadig større boliger i alle dele af boligmarkedet. Samtidig tipper velstanden tipper balancen til fordel for nybyggeri – hvorfor nøjes med det gamle, når der er råd til at få det lige som man vil? Stadig flere får råd til sommerhuse og flexboliger, hvor den øgede fritid tilbringes. Det holder hånden under boligmarkedet på landet.

Væksten i BNP placerer sig med en årlige vækstrate på 3% i den høje ende, næsten lige så højt som de gyldne efterkrigstider frem mod oliekrisen. De høje vækstrater trækker alle investeringer i byggeri og anlæg.

Udsigten til nye teknologiske landvindinger overbeviser politikere og vælgere om, at vækst og bæredygtighed ikke er hinandens modsætninger. Etablerede virksomheder tilsat digitalt entreprenørskab stiller sig i spidsen for den bæredygtige omstilling og mindsker den folkelige appetit på at sige farvel til bøj, bil og bolig. CO2 afgifter og øvrig regulering holdes på et symbolsk niveau eller opgives. Radikale bæredygtighedstilgange marginaliseres og dyrkes i nicher uden politisk gennemslagskraft. Alle – eller de fleste – ånder lettede op: ”Pyha, det med de planetære grænser var bare en dårlig drøm”.

Så var der alligevel en ekstra champagne i kælderen – festen fortsætter.



### Nybyg:

- Byggeaktivitet følger historisk opsving fra 1988 og frem til finanskrisen i 2008
- Byggeaktivitet i 2023: 7,4 mio. m<sup>2</sup>
- Årlig udvikling (gns. 2023-2050): ~ 2,2%
- Akkumuleret nybyg 2023-2050: ~ 270 mio. m<sup>2</sup>

### Vedligehold og energirenovering

- Samme eller lidt mindre grad end BAU

### Transformation:

- I mindre grad end BAU



## Fremtids scenarier

# Krise og afmatning

Øv. Kriserne fortsætter. Først Corona. Så Ukraine. Så USA versus Kina. Og klimakriserne accelererer bare derud af.

Vi har prøvet det før. Oliekrisen i 1970'erne. Finanskrisen i nullerne. For slet ikke at tale om økonomier i laser efter verdenskrigene. Men denne gang er det alligevel værre. For modsat tidligere kan vi ikke trække uanede veksler på naturens ressourcer for at komme op i omdrejninger.

Økonomien går stort set i stå. Den årlige vækst i BNP er 0%. Og samtidig skuffer alle vores forventninger til teknologiske gennembrud. Der er ikke nogen let måde at reducere klimabelastningen på. Der er ikke noget teknisk fix til at frigøre arbejdskraft. Der er kun en vej: nedsæt forbruget.

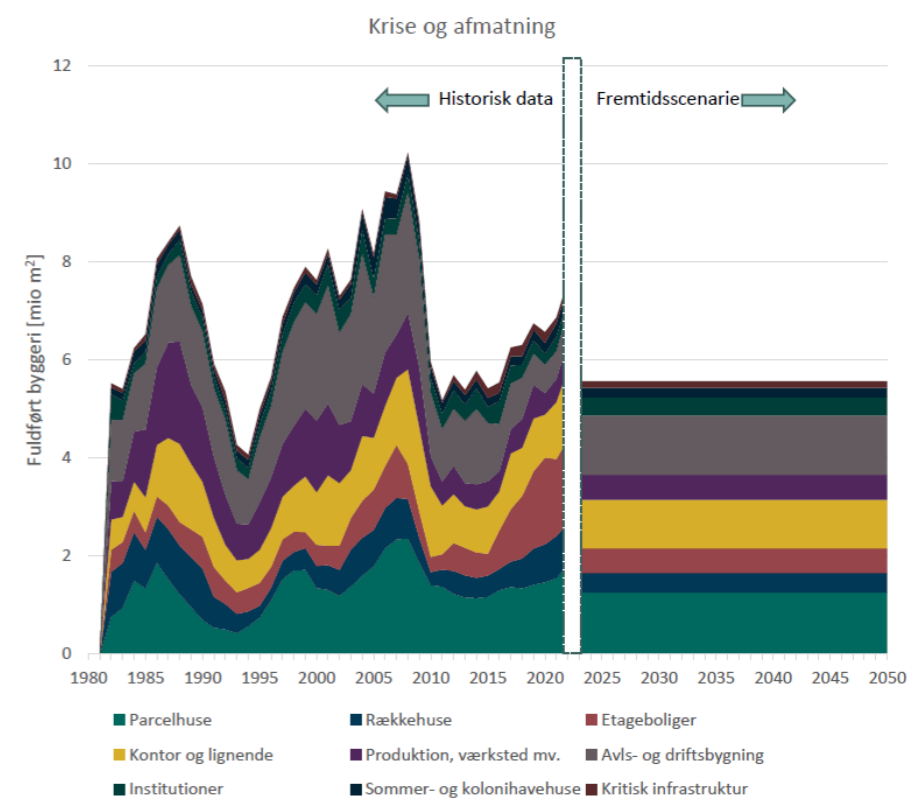
Alle skal spare. Også det offentlige. Skatteindtægter og provenuer fra afgifter falder voldsomt også selv om der indføres nye afgifter på bl.a. CO2. Der er ikke råd til offentlige investeringer hos hverken kommuner eller stat.

Afmatningen rammer også virksomhederne. Forsyningskæderne halter fortsat som følge af den globale uorden og efterspørgslen er faldende mens renteudgifterne er stigende. Der er ikke plads til nyinvesteringer.

Byggeriet går kraftigt ned. Renovering kommer i højere kurs da det er de billige løsninger der vinder frem. Det bliver en nødvendighed og ikke noget folk vælger af lyst at bo på mindre og mindre areal og alle bygninger bruges som de er i længere tid.

Det er det forhåndenværendes princip, der bygges med hvad der er tilgængeligt og pludselig kan det svare sig at genbruge – dette er heller ikke noget man vælger til, men noget man er nødt til. Den cirkulære økonomi vinder indpas og affaldsmængderne reduceres markant.

Ressourcer til renovering af kritisk infrastruktur prioriteres, men også her må der spares og institutioner, hospitaler, biblioteker, togstationer osv. undergår også tidens tand.



### Nybyg:

- Byggeaktivitet følger niveau efter finanskrisen i (2010-2016)
- Byggeaktivitet i 2023: 5,2 mio. m2
- Årlig udvikling (gns. 2023-2050): 0%
- Akkumuleret nybyg 2023-2050: ~ 150 mio. m2

### Vedligehold og energirenovering

- I større grad end BAU

### Transformation:

- I større grad end BAU

Scenariet og beregningerne er udviklet i samarbejde med Artelia for *Veje til Biobaseret byggeri*

## Fremtids scenarier

# Fuld stop og starten på noget nyt

Så fes den ind. Det med de planetære grænser var ikke bare noget nogle skøre forskere havde fundet på. Og rådighedsbeløbet for CO<sub>2</sub>'en i atmosfæren er en konto, hvor overtræksrenterne skal tages alvorligt. Der er ingen tid at spille i lyset af at vi siden 2020 har brugt halvdelen af det restbeløb vi havde tilbage. Tilliden til den teknologiske hockeystav er væk. Der findes kun en hockeystav og det er den der handler om en voldsom acceleration i den globale opvarmning. Som slår hårdt. Også herhjemme hvor vi ellers tænkte at klimaændringer mest handlede om længere sommeraftener på terrassen, men måske vender Grøndlandspumpen og så bliver der koldt i det danske land.

Der erklæres derfor med øjeblikkelig varsel klimamæssig undtagelsestilstand. Afgifter, todsatser og skatter på miljøbelastende aktiviteter skrues op på maks og kombineres med direkte, centralt udstukne dekretter fra det nyetablerede *Planetære ministerium*, der erstatter det nu nedlagte Finansministerium. Det indebærer blandt andet indførelsen af et fuldt byggestop. Alle byggeprojekter kommer i karantæne og må først igangsættes efter 3 års

granskning, hvor det skal påvises at projekterne er enten kritisk infrastruktur eller fuldt klimaneutral (uden indregning af energicertifikater). Enfamiliehuse og andre bygninger med stort arealaftryk og en uproportional andel af tag og fundament forbydes. I praksis betyder det at alt nybyggeri på nær centrale velfærdsbygninger (fx hospitaler) eller produktionsfaciliteter og infrastruktur som er centrale for bæredygtighedsomstilling (fx energianlæg) ophører i en årrække for derefter at indfinde sig på et langt lavere niveau end vi kender det i dag.

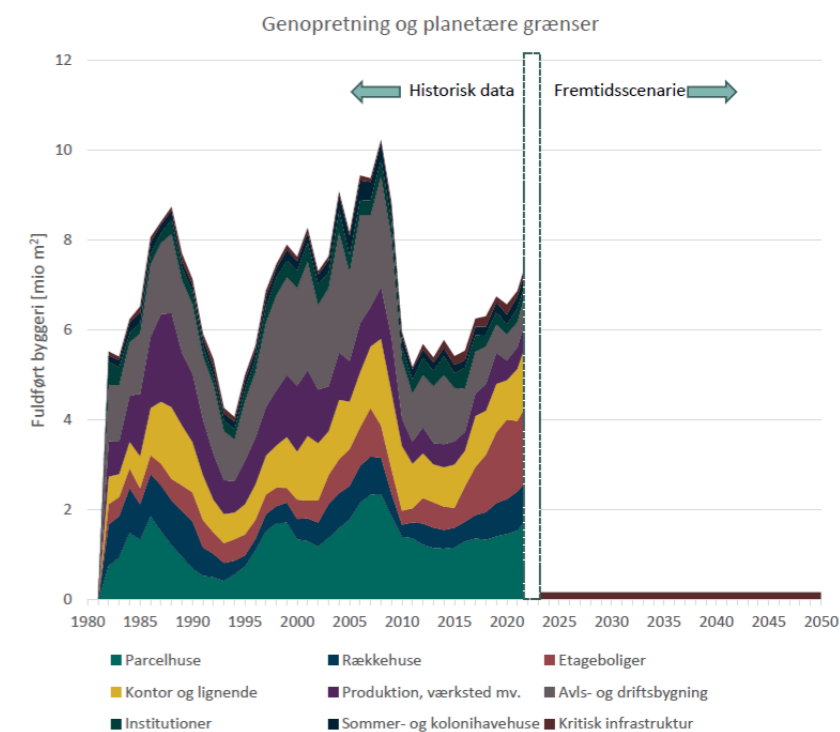
Behovet for renovering øges som følge af byggestoppet. Men da renoveringsprojekter også er underlagt krav om samlet klimaneutralitet er substitutionen kun delvis og bolig efterspørgslen stiger uden at udbuddet kan følge med. Vi begynder at dele mere og bruge færre kvadrater over hele linjen – bolig, kontor, skoler osv.

Byerne fortættes, hvilket i kombination med krav om funktionsblanding ("15 minutters byen") nedsætter transportbehov. Boligpriserne forbliver på det nuværende niveau. På den ene side er behovet stort, men på den anden side bliver det dyrt og usikkert at

investere i ejendomme som følge af øgede afgifter og en stat, der ikke er bleg for at lægge kursen om. Jagten på de eksisterende kvadrater øger samtidig interessen for de kvadrater vi ikke tidligere regnede for noget. De nedlagte landbrugsejendomme og de hensygnende provinshuller kommer i høj kurs og skaber en modbevægelse til byerne som bliver stadig tættere og utilgængelige prismæssigt.

Det er kold dukkert efter 80 år med høje vækstrater på stort set alle områder. Men som alle ved kommer varmen tilbage når man først har sundet sig. Vinterbadning er dejligt og en ny kampånd vækkes. Frem for at være sig selv om hvad som helst er vi sammen om det vi helst vil: at skabe en planet i balance.

De penge og den arbejdskraft vi ikke skal bruge på at producere og bygge nyt kanaliseres over i omsorg for unge og gamle og giver samtidig plads til tidskrævende renoveringer og udvikling af løsninger hvor vi starter helt forfra uden hensyntagen til gængse sektorafgrænsninger. Bl.a. indebærer det udviklingen af en ny biobaseret byggeskik hvor landbrug og byggeri finder hinanden og laver arbejdsintensive produkter af stor skønhed.



### Nybyg:

- Der bygges kun kritisk infrastruktur (hospital, sygehus og lign. + el-, vand- og varmegværker)
- Byggeaktivitet i 2023: 0,5 mio. m<sup>2</sup>
- Årlig udvikling (gns. 2023-2050): 0%
- Akkumuleret nybyg 2023-2050: ~ 14 mio. m<sup>2</sup>

### Vedligehold og energirenovering

- Hvis der er budget ift. de planetære grænser

### Transformation:

- I langt større grad end BAU

Scenariet og beregningerne er udviklet i samarbejde med Artelia for *Veje til Biobaseret byggeri*

**VEJE VIDERE**

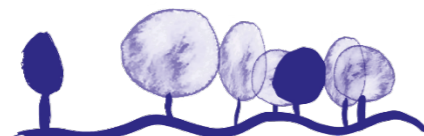




Veje videre

## Potentialer

### Areal dyrkning



Landbruget kan reducere sit CO<sub>2</sub> aftryk ved at indlejre biomasse i byggeriet.

Byggevarer kan udgøre et højværdimarked for landbruget. Landmænd er parate til at omstille produktion fra et år til et andet, hvis økonomien ser fornuftig ud.

Landbruget har tradition for at løfte investeringer sammen i eksempelvis andelsforeninger.

Danmark har et stærkt vidensmiljø til udvikling af nye afgrøder og dyrkningsformer tilpasset byggeriet.

### Produktion



Etablering af hjemlig produktion af biomaterialer kan skabe lokale arbejdspladser med god fordeling i hele landet.

Biobaseret produktion er mindre investeringstung at skalere og åbner dermed op for mere varierede og demokratiske ejerskabsformer.

Produktion baseres på materialestrømme, der er fornybare – også på lang sigt.

### Byggeri



Byggeriet kan opnå en større forsyningsikkerhed ved at producere med afsæt i hjemlige ressourcer

Et bredere udvalg af byggematerialer og nye arkitektoniske muligheder.

Mulighed for at reducere etablerings- og driftsudgifter, hvis de biobaserede materialers egenskaber til fugt- og temperaturregulering bruges rigtigt.

Bygninger består af materialer, der kan komme tilbage til sit oprindelige udgangspunkt. Bygninger undgår derfor at blive ”stranded assets” som ikke kan sælges.

**Byggeriet reducerer sit samlede klima- og ressourceaftryk og fastholder dermed sin eksistensberettigelse**

## Veje videre...

### Halm

Er en sidestrøm fra kornproduktion og derfor også en eksisterende værdikæde, hvor en sidestrøm let kan føres til byggeriet. Desuden eksisterer der erfaring med halmbyggeri og produkter med høj grad af teknisk og kommerciel modenhed såsom EcoCocons elementbyggeri. Derudover arbejdes der på raffinering af halm for at adskille fibre, voks og cellulose mhp. kommerciel produktion af bl.a. kosmetik og byggevarer.

### Kløvergræs

Kan optage store mængder CO<sub>2</sub> per areal pga. flerårig dyrkning og kontinuerlig høst af levende afgrøder. Desuden er afgrøden god for biodiversiteten, da der er plads til forskellige arter. Herudover reduceres både nitratudvaskning og pesticidforbrug, fordi afgrøden er flerårig og hårdfør. Der er god modenhed af teknologi til bioraffinering af græs med fibre som sidestrøm og en høj modenhed af isoleringsprodukt af fiberfraktionen med produktion i Belgien. (Gramitherm), som ønsker at udvide produktion.

### Hamp

Er en afgrøde, der ikke dyrkes mange steder i Danmark, og som der ikke er stor erfaring med i landet. Til gengæld kan den skabe fordele i rotation med andre afgrøder, samtidig med at den er god for biodiversitetet, nitratudvaskning og reduktion af pesticidforbrug. Desuden er der høj modenhed i produkter med hamp fra andre lande (Hempcrete, alle produkter i Hampehuset i Guldborgsund), og det er et materiale, som byggeriet efterspørger til deres projekter.

### Klynger for cirkulær bioøkonomi – på tværs af landbrug, produktion og byggeri

Der tales igen og igen om de tre afgrøder halm, kløvergræs og hamp til byggeriet. Halm kan bruges i dag og vil løbende være tilgængelig i fremtiden, men mængden vil reduceres, hvis husdyrhold reduceres. Til gengæld er værdikæden moden, og det samme er produkterne. Halmen er det første skridt, som er lige til. Plantning af kløvergræs kan nemt igangsættes på markerne, og der eksisterer bioraffinering til at

aftage og omdanne græsset. Investering i og igangsættelse af produktion er vigtig.

Græs er derfor andet skridt i omstillingen. Hamp kræver lidt mere, men der er viden at hente fra naboerne mod både syd og øst i hhv. Tyskland og Sverige. Der er interesserede parter rundt i landet, som ønsker at arbejde med de forskellige afgrøder. Her er det vigtigt at inddrage de miljøer, som allerede nu er i gang. Og skabe klynger for vidensdeling så små initiativer kan vokse sig større og udbredes.

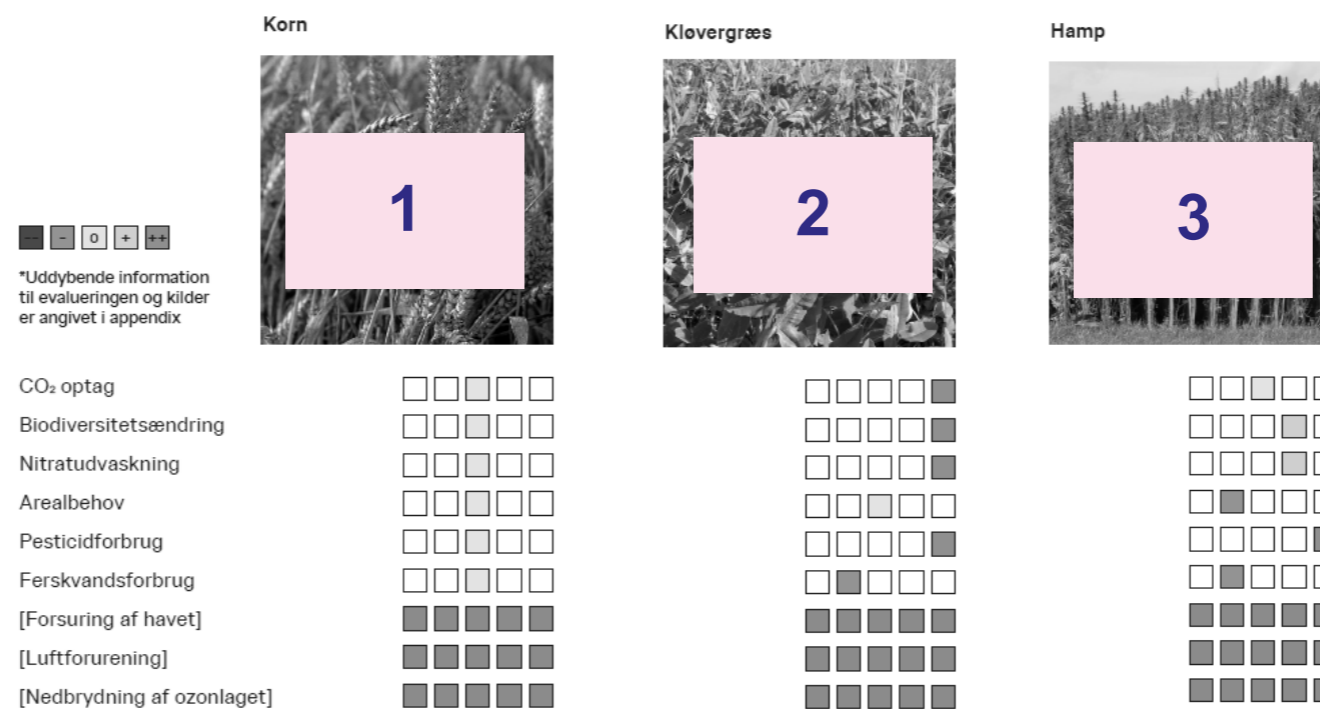


Illustration: Fra Marken til Byggeri

## Veje mod biobaseret byggevare produktion

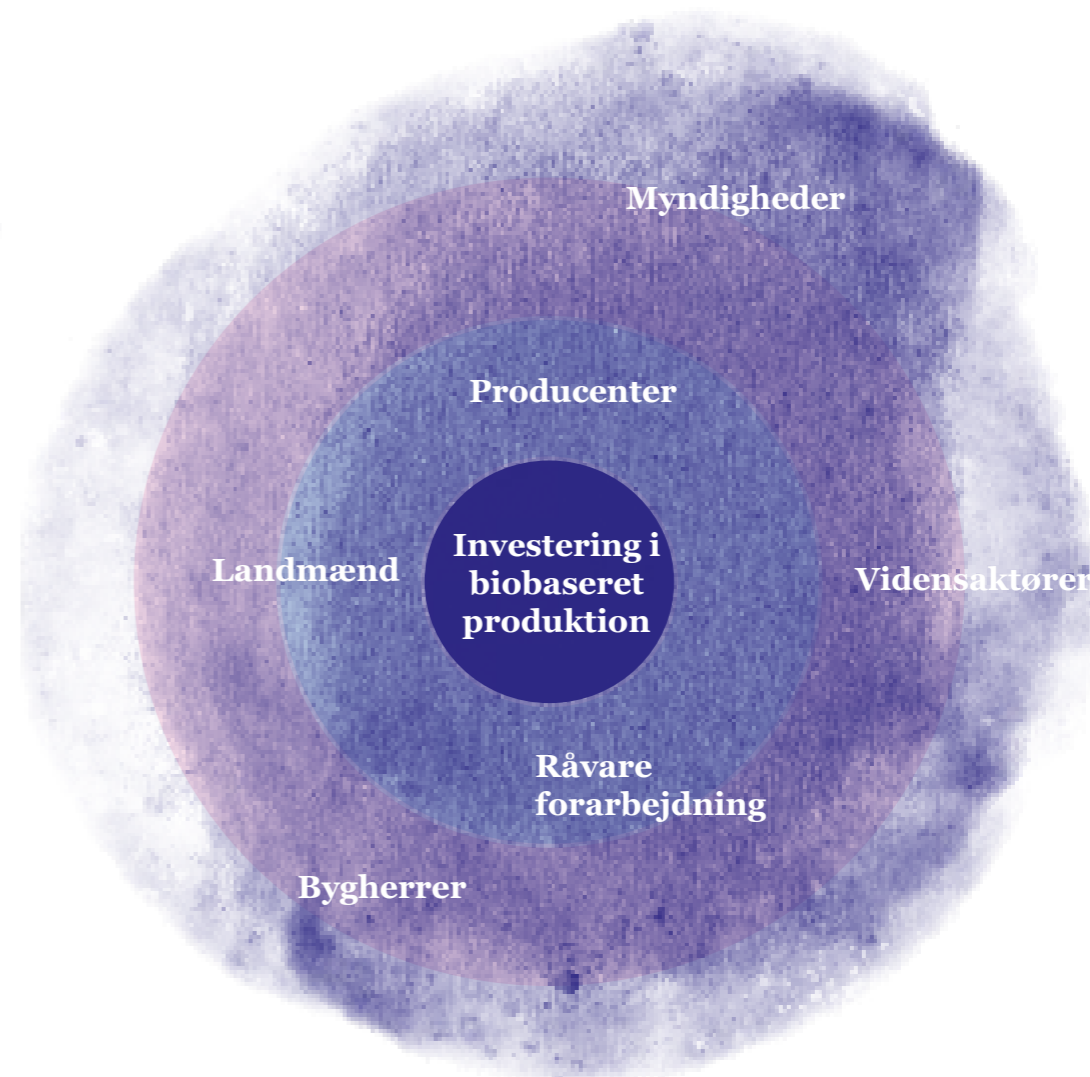
### Behov for klynger på tværs

Der eksisterer ikke som udgangspunkt samarbejder på tværs af alle de sektorer, der er involveret i acceleration af brugen af biomasse i byggeriet (landbrug, skovbrug, energi, produktion, byggeri). Systemet er komplekst og styres af markeds kræfter og politik. Råvareleverandørerne står på den ene side og hævder, at de kan levere og vil sælge til dem, som vil betale for deres produkt. Byggeriet efterspørger produkter med lavt CO<sub>2</sub> aftryk, men er ikke villige til at øge prisen. Produktionen står i midten, og konkurrerer med energisektoren, hvor biomassen kanaliseres hen til priser, som de ikke vil eller kan konkurrere med, hvis de skal afsætte deres produkter til byggeriet. Der er dog også ved at ske en udvikling, og råvareleverandørerne (landbrug, skovbrug og andre arealer) vil gerne en omstilling, men det vil også betyde, at de vil blive afkrævet en CO<sub>2</sub> reduktion i deres sektor, som ikke er tydelig i beregningsmodellerne, som det foregår nu. Formålet er at kanalisere biomassen derhen, hvor den giver størst værdi i form af CO<sub>2</sub> lagring i længst mulig tid for at forsinke udledningen af CO<sub>2</sub> til atmosfæren.

I takt med at energiproduktionen går mod at blive mere og mere baseret på vind og sol, vil der blive mindre behov for afbrænding af fossile brændstoffer samt biomasse som erstatning for dette. Herved kan biomassen indgå i andre værdikæder. Disse skal etableres, og det kræver koordineret samarbejde på tværs af alle førnævnte sektorer.

Der bør etableres en eller flere partnerskabsgrupper med fokus på ansvarlig brug af biomasse for at kanalisere biomassen derhen, hvor den giver størst lagring i længst mulig tid. Byggeriet er en effektiv "teknologi" til dette, men det kræver et samarbejde, hvor råvareleverandører sikres en forretnings-model, hvor de kan afsætte deres råvarer til en producent. I Holland har man skabt koalitionen *Building Balance*, som arbejder på tværs af sektorerne, og skaber markedspotentiale for at afsætte løsninger til byggeriet.

Smith anbefaler at igangsætte klynger på tværs af landbrug, produktion og byggeri med forskellige fokus – til en start halm, kløvergræs og hamp.



*Klyngedeltagelsen sker på tre niveauer. I centrum er der de aktører, der investerer i etableringen af biobaseret råvareproduktion. På næste niveau er leverandører og aftagere til produktionen. I den yderste del af cirklen deltager vidensaktører, myndigheder og bygherrer, der ønsker at fremme biobaseret byggeri.*

Desuden er der mulighed for på sigt at fokusere på træ og hurtigt voksende træarter og ler som følgemateriale til biobaserede byggevarer. Her bør andre aktører end producenter til byggeriet inddrages, da det er væsentligt at bruge alle dele af biomassen, så intet går til spilde. Desuden bør det sikres, at biomassen på sigt ikke kanaliseres til afbrænding, men at alle alternative muligheder, hvor CO<sub>2</sub> lagres i længere tid afsøges først.

### Et skub til de små og de første

Der er desuden behov for at skubbe forskningsmiljøet tættere på produktion så etablering af produktion kan ske, ikke kun gennem klynger, men også ved at samle nye miljøer og støtte dem som går forrest. Det kan være gennem incubator- eller acceleratorforløb der hjælper iværksætterne med at komme videre fra idé til et produkt som kan testes og finde anvendelse i byggeriet eller andre sektorer.



## De tre første afgrøder

### *Interesse blandt lokale og nationale aktører*

Blandt landbrugets, produktionens og byggeriets aktører eksisterer der forskellige interesser for afgrøder. Gennem aktørinddragelse i projektet er det blevet tydeligt at der eksisterer stærke interesser for at begynde at arbejde med hamp, halm og græs. Der er også interesser for andre afgrøder som løbende kan oparbejdes.

#### **Græs**

- Flerårig dyrkning og kontinuerlig høst af levende afgrøder øger CO<sub>2</sub> bindingen / areal
- Mindsker udvaskning af næringsstoffer
- Reduceret pesticidforbrug og øger biodiversitet
- Teknologi til bioraffinering efterlader lignin og fiber fraktioner som sidestrømme



#### **Halm:**

- Eksisterende værdikæde velkendt i landbruget (sidestrøm fra kornproduktion)
- Stor volumen
- Anvendelsespotentialer som isolering, bærende konstruktioner og plader og input til bindermateriale

#### **Hamp**

- Afgrøden er god i rotation med andre afgrøder
- Dyrkes uden pesticider og insekticider
- Potentiale for højt fiberudbytte
- Anvendelsespotentialer i plader, isoleringer og ydervægge



Veje videre

## Et manifest for accelereret udbredelse af biobaseret byggeri

**Tænk mere og byg mindre** – afdækning af behov og gennemtænkt design gør det muligt at opnå mere værdi med færre materialer.

**Vi dyrker før vi graver** – udgangspunktet er at bruge biobaserede materialer og kun inddrage jomfruelige materialer, når det er strengt nødvendigt

**Skab gentagelse i produktion og processer, men ikke nødvendigvis i produktet** – biobaserede materialer kan fremstilles rationelt i mindre skala og rummer øget mulighed / behov for at blive tilpasset til stedet og behovet

**Skab ejerskab og gode arbejdspladser lokalt** – det giver stolthed og forankring, og den eksisterende bygningsmasse kan bruges frem for at bygge nyt

**Fra arkitektens materialer til materialets arkitektur** – vi starter med at forstå materialerne, og så skaber vi bygningerne.

**Byggeriet som CO2 lager** – tænk byggeriet som lager for biomasse og CO2, som skal holde så længe som muligt – tiden tæller.

**Del viden på tværs** – skab samarbejde mellem landbrug, produktion og byggeri gennem klynger mhp. investering i produktion.

**Omstil hvad der omstilles kan** – Opfodrer og hjælp eksisterende byggevareproducenter i en omstilling mod biobaserede produkter

**Kondenser og skaler** – innovative miljøer hvor viden deles og opformeres fra værkstedet og studieprojektet til reelle produkter skal støttes og plejes.

**Test, dokumenter og del** – produkter som allerede findes rundt i verden skal testes og bruges i hjemlige projekter, så bygherrer og rådgiver tør bruge dem og ved hvordan de skal behandles.

**Skab værdi og markeder** – de biobaserede produkter skal gøres tilgængelige for flere og det samme skal kendskabet til dem for at sikre at de vælges af private såvel som professionelle bygherrer, gennem rådgivere og entreprenører

**Praktisk praksis gør underværker** – gør det let at købe og bruge biobaserede produkter for både professionelle og private.

# REFERENCER



# Referencer

- **Pjece fra DTU:** Lange, L., & Lindedam, J. (2016). Fagligt Fælles Forbund 3F: Bioøkonomiens Grundbegreber - Det Biobaserede Samfund
- **Rapport:** Rasmussen et. al., Torben Valbjørn. (2022, september). *Biogene materialers anvendelse i byggeriet*. BUILD.
- **Videnskabelig artikel:** Daly P, Barril PG (2024). Biobased Construction from Agricultural Crops: Paper 2 - Supply Chain Dynamics of European Case Studies. Int. J. Archit. Eng. Technol. [Internet]. Lokaliseret den 25. September 2024. <https://www.avantipublishers.com/index.php/ijaet/article/view/1543>
- **Hjemmeside:** *Building Based on Biobased: A leap of scale in Building Based on Biobased, that's our aim!*. (s.d.). Interreg North Sea. Lokaliseret den 25. september 2024 på <https://www.interregnorthsea.eu/bbobb>
- **Hjemmeside:** *Project Summary*. (s.d.). Circular Reno. Lokaliseret den 25. september 2024 på <https://circularreno.nweurope.eu/>
- **Publikation:** VIA University College, Aarhus Universitet, Michelin-restaurant Moment, Henning Larsen Architects, Borg Rådgivning og Træværk. (2024). *Fra marken til byggeri* [Evaluering]. Realdania . <https://realdania.dk/publikationer/faglige-publikationer/fra-marken-til-byggeri>