

# Fornuftigt brug af træ til byggeri.. og alt det andet

## Emil Engelund Thybring

Lektor i Trævidenskab

Sektion for Skov, Natur & Biomasse  
Institut for Geovidenskab & Naturforvaltning

KØBENHAVNS UNIVERSITET



Foto: Tom Parnell / Wikipedia.org

## Kort om mig

### BAGGRUND

Bygningsingeniør 2007 DTU

ErhvervsPhD 2011 DTU / Teknologisk Institut / Københavns Uni.

### ERFARING

Teknologisk Institut 2008-2013

ETH Zürich, Schweiz 2013-2015

Københavns Universitet 2015-

### FORSKNING

Hvordan giver vi træ en lang levetid udendørs?



Foto: Lisbeth Holten



29-08-2022 3

## Byggebranchen sætter et markant aftryk..

**Globale CO<sub>2</sub>-udledninger**  
**28 % fra energi til drift**  
**11 % fra materialeproduktion**

**Globalt forbrug af råstoffer**  
**45 % af udvundne råstoffer**

Tal: Global Building Alliance, IEA, UNEP (2019) <https://globalabc.org/resources/publications>  
 UN International Resource Panel (2020) Global Materials Database <http://www.materialflows.net/>

Foto: Wistula / Wikipedia.org

KØBENHAVNS UNIVERSITET 29-08-2022 4

## ..men branchen er under forandring

- **Byggematerialer af træ** vinder frem især i Europa og Nordamerika
- Udvikling er båret af
  - fokus på et **mindre klimaaftryk** og **fornybare råstoffer**
  - **teknologisk udvikling** inden for byggematerialer af træ

## Potentialet er stort

- Træ og andre biomaterialer som halm indeholder kulstof indfanget fra atmosfærens CO<sub>2</sub>
- Byggeri med træ, halm og andre biologiske materialer vil kunne **lagre kulstof i nybyggeriet** svarende til CO<sub>2</sub>-udledningerne fra vores nuværende forbrug af beton.
- **Fremtiden er biobaseret** – men hvordan udnytter vi træbiomassen bedst muligt?



Tal og billede: Ramussen et al. (2022) Biogene materials anvendelse i byggeriet, BUILD-rapport 2022:09, <https://build.dk/Assets/Biogene-materialers-anvendelse-i-byggeriet/Biogene-materialer.pdf>

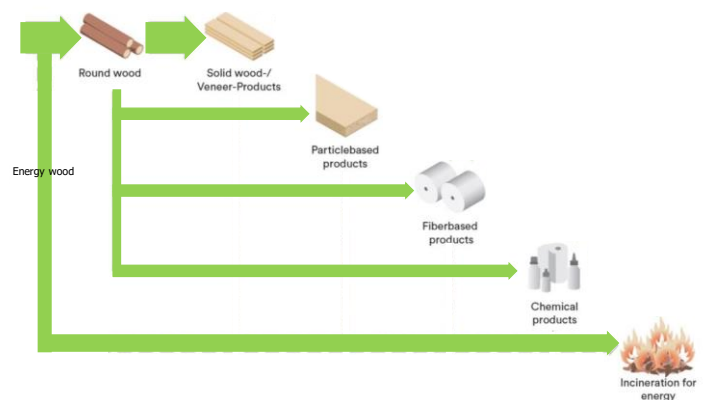
## AGENDA

- HVAD BLIVER TRÆBIOMASSE BRUGT TIL?
- KUNNE VI GØRE DET BEDRE?

# AGENDA

- HVAD BLIVER TRÆBIOMASSE BRUGT TIL?
- KUNNE VI GØRE DET BEDRE?

## Hvad bliver træbiomasse brugt til?

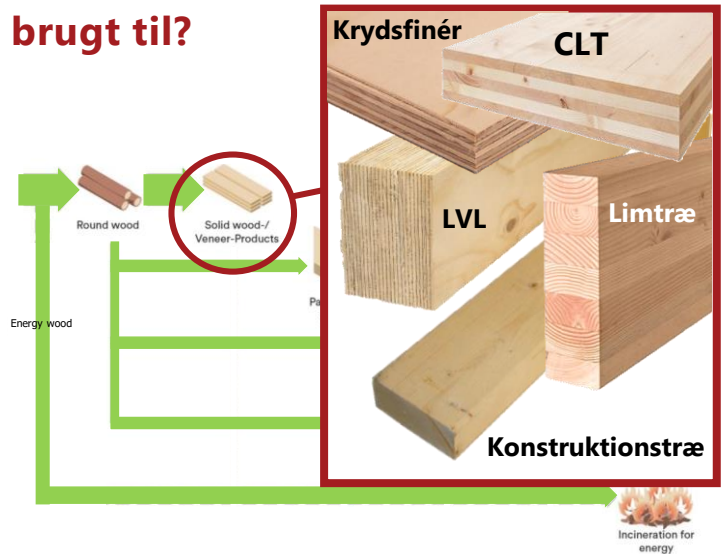


Tilpasset fra

Hughes (2019) <https://doi.org/10.1515/9783035617061-002>

Bergstedt (2016) [https://ign.ku.dk/publikationer/haefter/filer/Skovdyrkning\\_i\\_praksis\\_web.pdf](https://ign.ku.dk/publikationer/haefter/filer/Skovdyrkning_i_praksis_web.pdf)

## Hvad bliver træbiomasse brugt til?

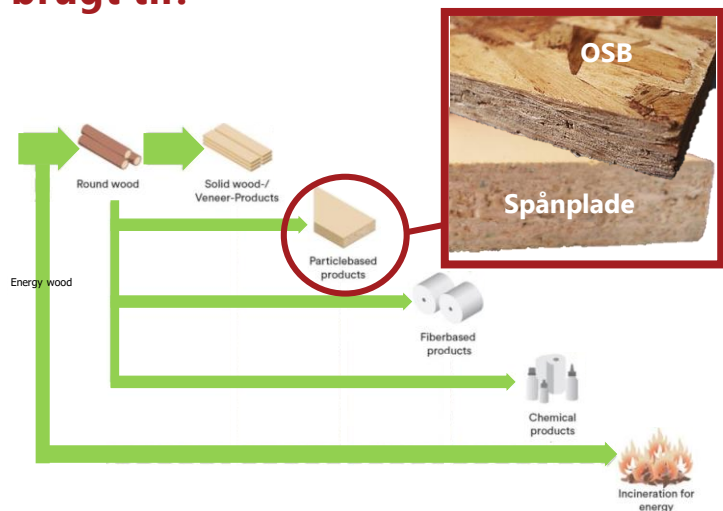


Tilpasset fra

Hughes (2019) <https://doi.org/10.1515/9783035617061-002>

Bergstedt (2016) [https://ign.ku.dk/publikationer/haefter/filer/Skovdyrkning\\_i\\_praksis\\_web.pdf](https://ign.ku.dk/publikationer/haefter/filer/Skovdyrkning_i_praksis_web.pdf)

## Hvad bliver træbiomasse brugt til?

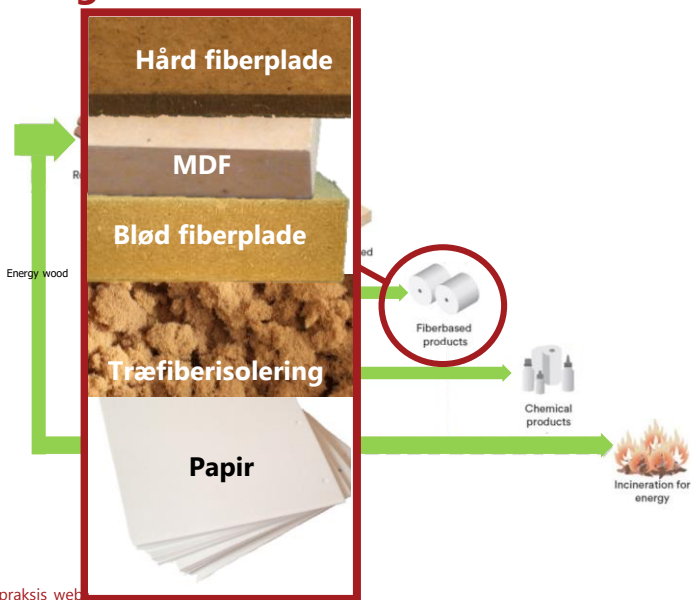


Tilpasset fra

Hughes (2019) <https://doi.org/10.1515/9783035617061-002>

Bergstedt (2016) [https://ign.ku.dk/publikationer/haefter/filer/Skovdyrkning\\_i\\_praksis\\_web.pdf](https://ign.ku.dk/publikationer/haefter/filer/Skovdyrkning_i_praksis_web.pdf)

## Hvad bliver træbiomasse brugt til?



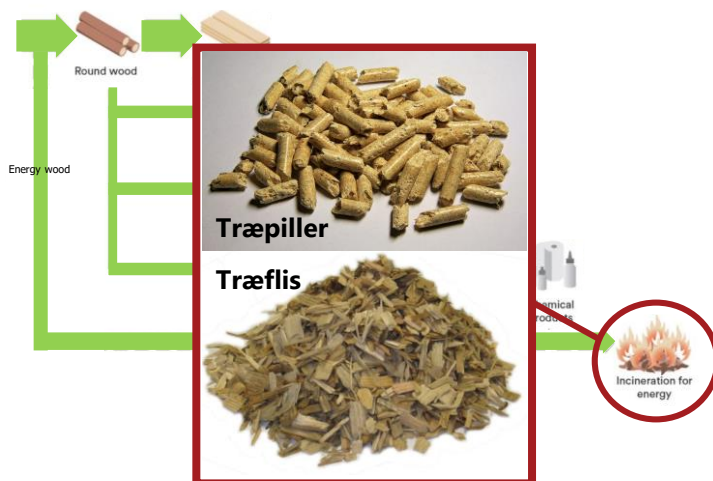
Tilpasset fra  
 Hughes (2019) <https://doi.org/10.1515/9783035617061-002>  
 Bergstedt (2016) [https://ign.ku.dk/publikationer/haefter/filer/Skovdyrkning\\_i\\_praksis\\_web.pdf](https://ign.ku.dk/publikationer/haefter/filer/Skovdyrkning_i_praksis_web.pdf)

## Hvad bliver træbiomasse brugt til?



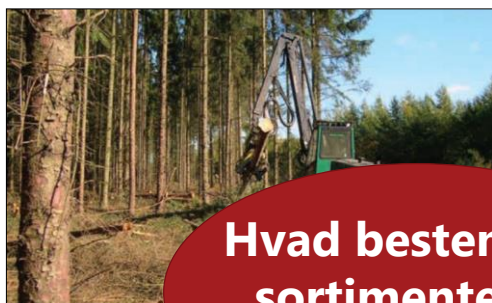
Tilpasset fra  
 Hughes (2019) <https://doi.org/10.1515/9783035617061-002>  
 Bergstedt (2016) [https://ign.ku.dk/publikationer/haefter/filer/Skovdyrkning\\_i\\_praksis\\_web.pdf](https://ign.ku.dk/publikationer/haefter/filer/Skovdyrkning_i_praksis_web.pdf)

## Hvad bliver træbiomasse brugt til?

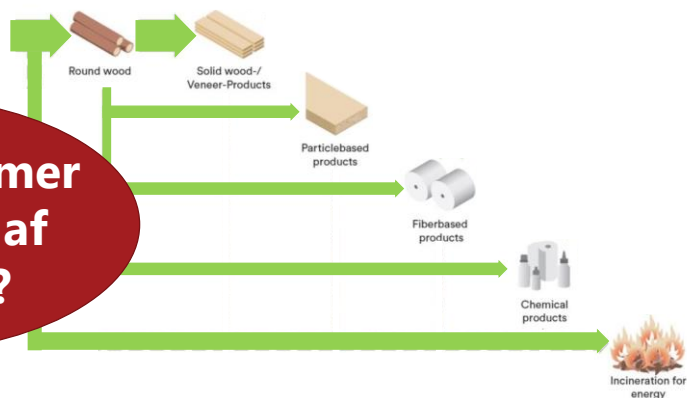


Tilpasset fra  
 Hughes (2019) <https://doi.org/10.1515/9783035617061-002>  
 Bergstedt (2016) [https://ign.ku.dk/publikationer/haefter/filer/Skovdyrkning\\_i\\_praksis\\_web.pdf](https://ign.ku.dk/publikationer/haefter/filer/Skovdyrkning_i_praksis_web.pdf)

## Hvad bliver træbiomasse brugt til?



**Hvad bestemmer  
 sortimentet af  
 produkter?**



Tilpasset fra  
 Hughes (2019) <https://doi.org/10.1515/9783035617061-002>  
 Bergstedt (2016) [https://ign.ku.dk/publikationer/haefter/filer/Skovdyrkning\\_i\\_praksis\\_web.pdf](https://ign.ku.dk/publikationer/haefter/filer/Skovdyrkning_i_praksis_web.pdf)

## Hvad bestemmer sortimentet af produkter?

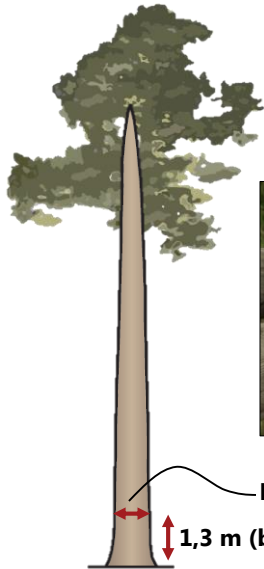


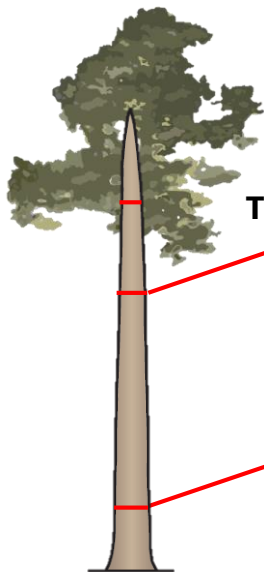
Foto: Claudiusm / Wikipedia.org

Diameter > 38 cm

1,3 m (brysthøjde)

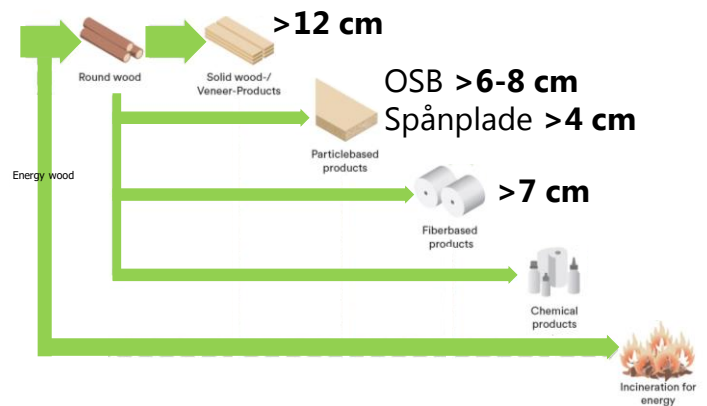
Bergstedt (2016) [https://ign.ku.dk/publikationer/haefter/filer/Skovdyrkning\\_i\\_praksis\\_web.pdf](https://ign.ku.dk/publikationer/haefter/filer/Skovdyrkning_i_praksis_web.pdf)

## Hvad bestemmer sortimentet af produkter?



Topdiameter

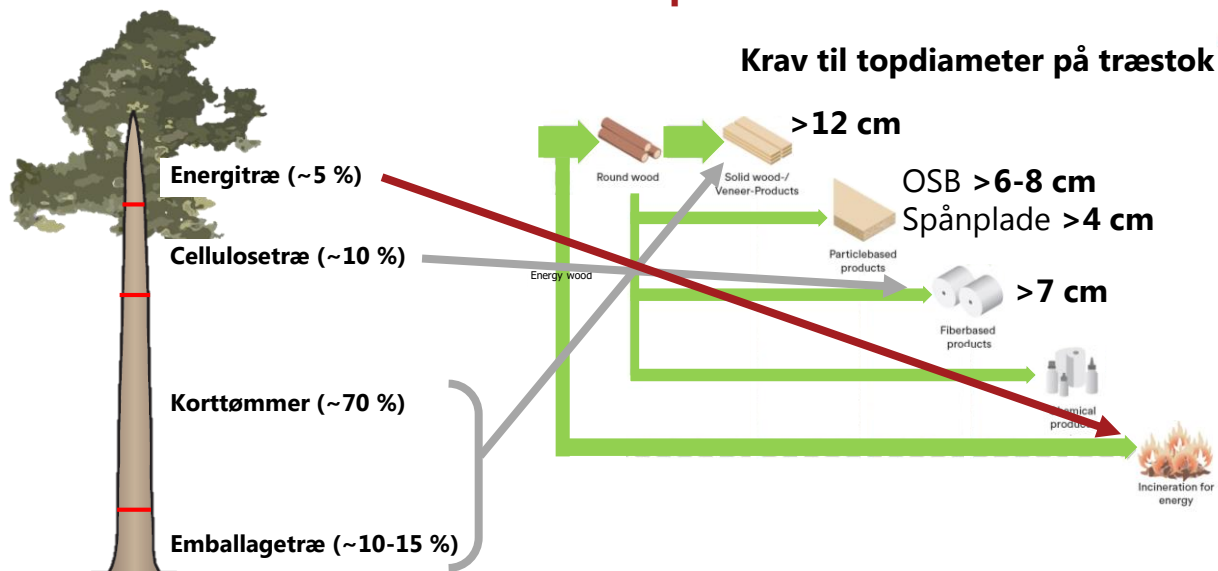
### Krav til topdiameter på træstok



Bergstedt (2016) [https://ign.ku.dk/publikationer/haefter/filer/Skovdyrkning\\_i\\_praksis\\_web.pdf](https://ign.ku.dk/publikationer/haefter/filer/Skovdyrkning_i_praksis_web.pdf)



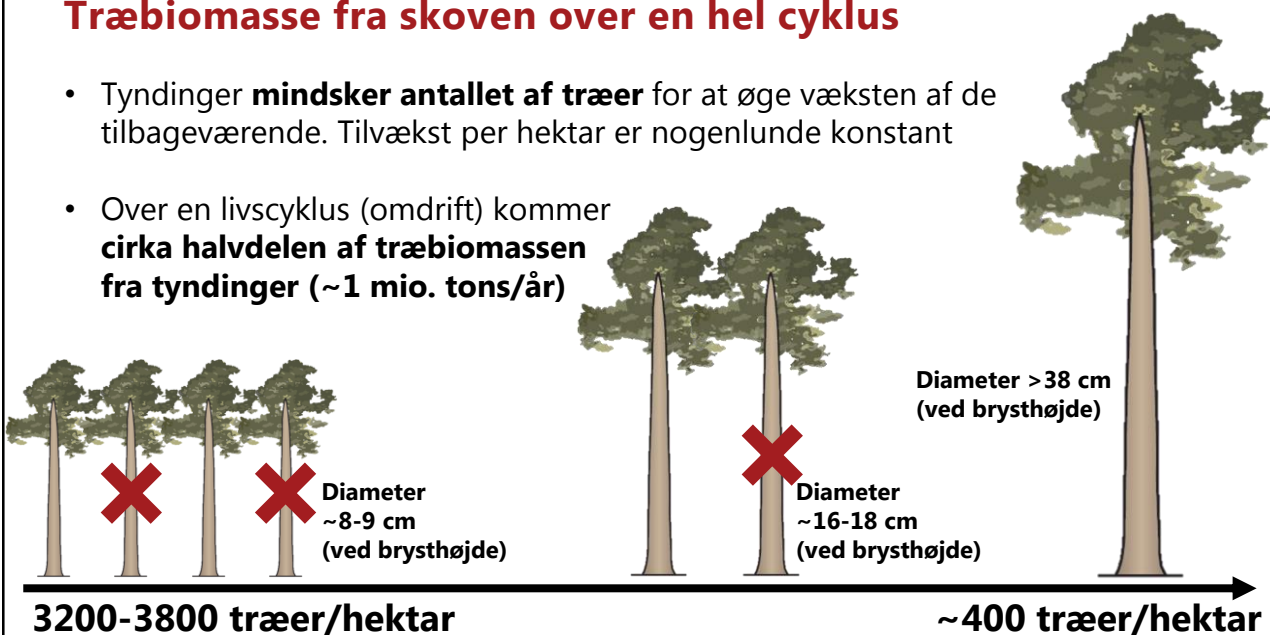
## Hvad bestemmer sortimentet af produkter?

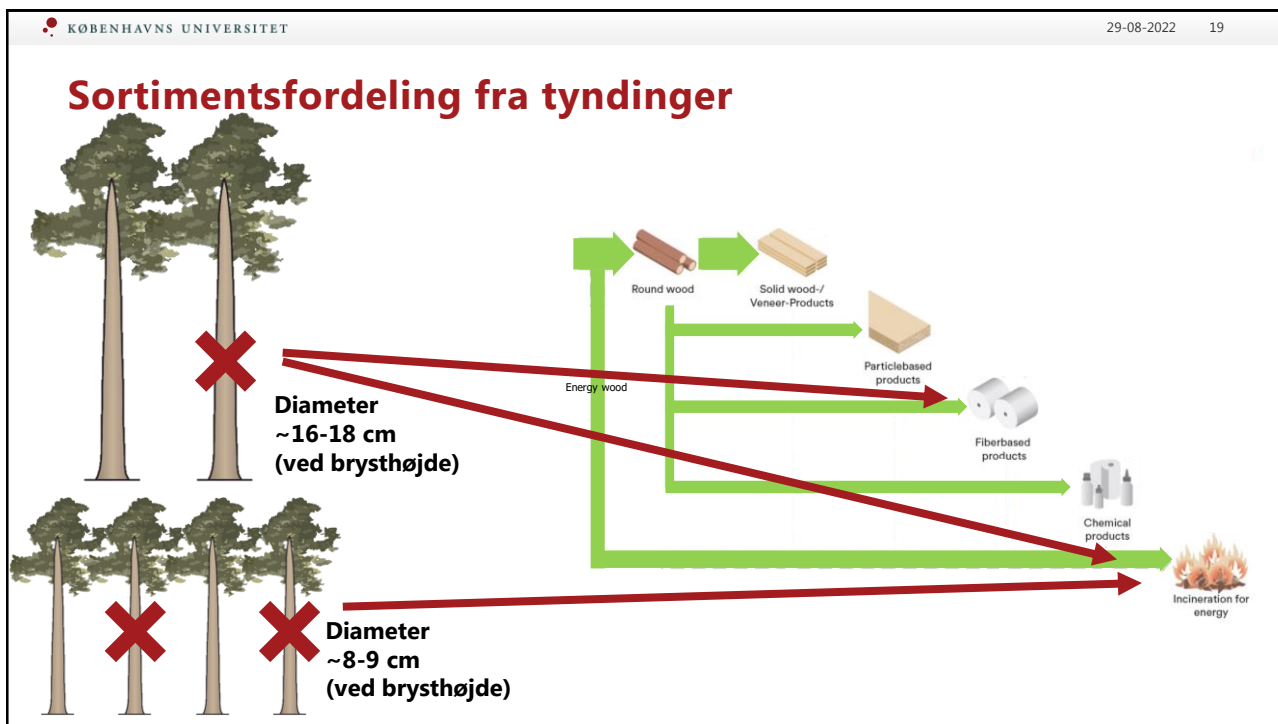


Bergstedt (2016) [https://ign.ku.dk/publikationer/haefter/filer/Skovdyrkning\\_i\\_praksis\\_web.pdf](https://ign.ku.dk/publikationer/haefter/filer/Skovdyrkning_i_praksis_web.pdf)

## Træbiomasse fra skoven over en hel cyklus

- Tyndinger **mindsker antallet af træer** for at øge væksten af de tilbageværende. Tilvækst per hektar er nogenlunde konstant
- Over en livscyklus (omdrift) kommer **cirka halvdelen af træbiomassen fra tyndinger** (~1 mio. tons/år)





KØBENHAVNS UNIVERSITET 29-08-2022 20

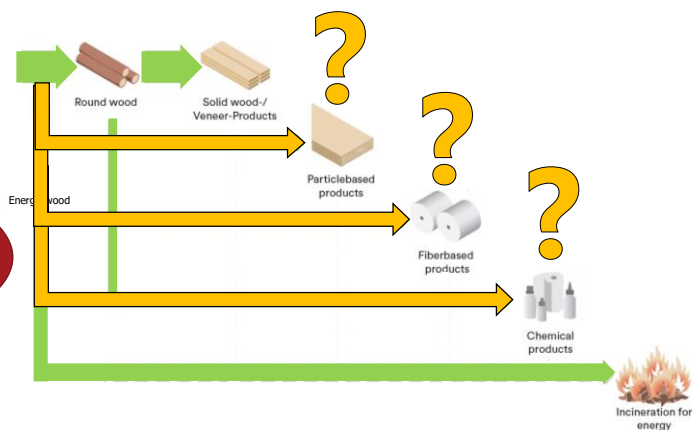
## AGENDA

- HVAD BLIVER TRÆBIOMASSE BRUGT TIL?
- KUNNE VI GØRE DET BEDRE?

## Kunne vi gøre det bedre?

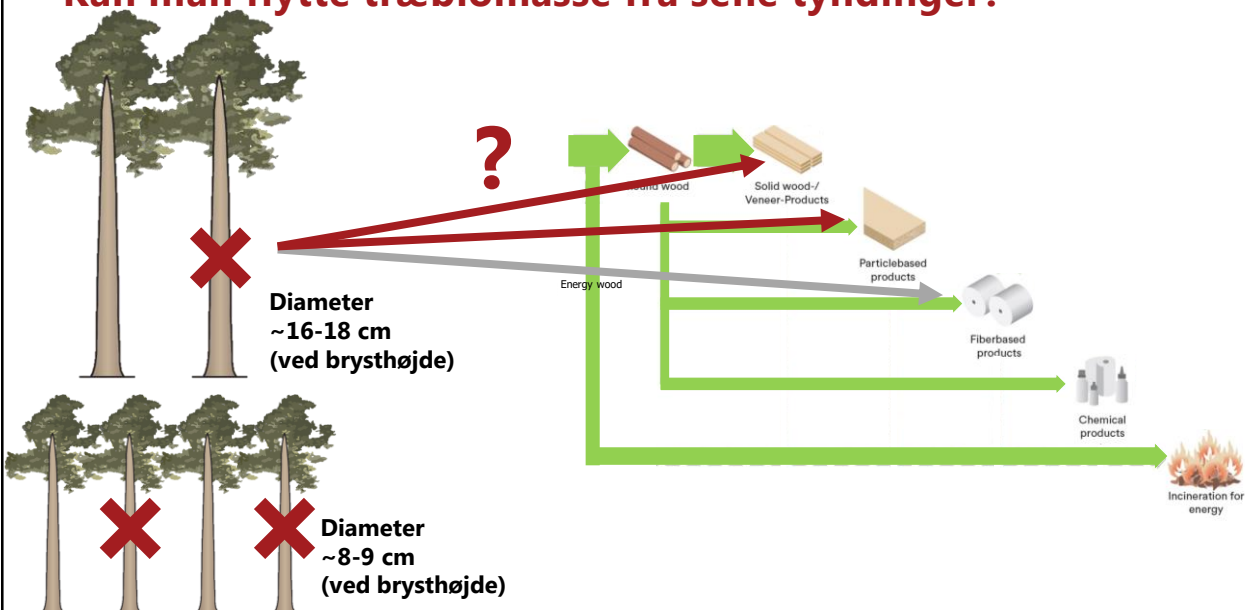


**Løsning 1: Mere biomasse fra skoven til træprodukter og mindre til energi**



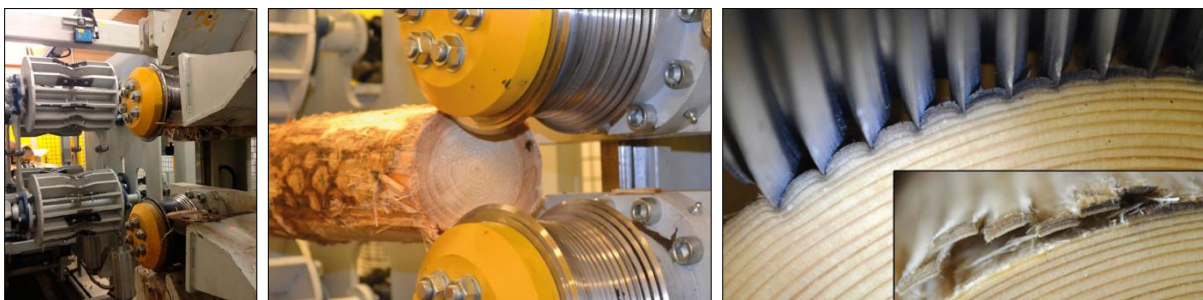
Tilpasset fra  
Hughes (2019) <https://doi.org/10.1515/9783035617061-002>  
Bergstedt (2016) [https://ign.ku.dk/publikationer/haefter/filer/Skovdyrkning\\_i\\_praksis\\_web.pdf](https://ign.ku.dk/publikationer/haefter/filer/Skovdyrkning_i_praksis_web.pdf)

## Kan man flytte træbiomasse fra sene tyndinger?



## Kan vi skille mindre træstokke ad i større stykker?

- Makro-fiber teknologi **skræller træstokken** til lange fiberlameller
- Pilotskala: Topdiameter >10 cm (skræller diameter ned til 4 cm)
- Potentiale for videre forarbejdning af tilbageværende stok (evt. spånplade)



Frybort et al. (2020) <https://doi.org/10.1080/17480272.2020.1778078>  
 Bliem et al. (2020) Holztechnologie, 61(3):30-38

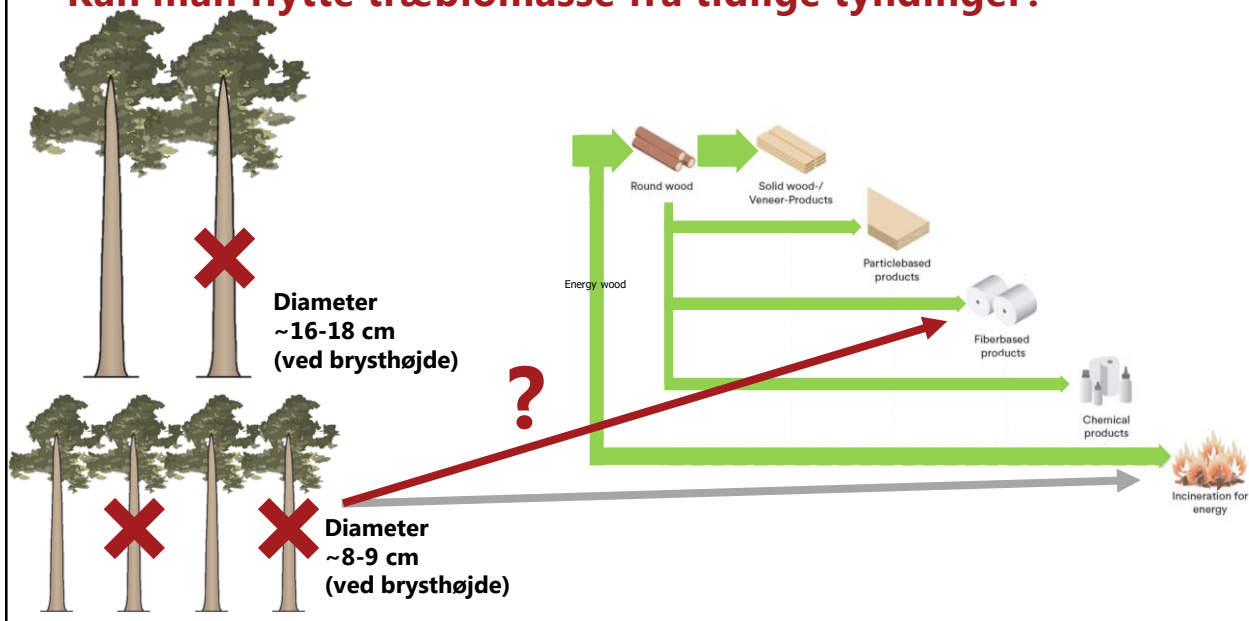
## Kan vi samle mindre træstykker til større elementer?

- Udskæring af **kortere (~1,5 m), rette træstykker** til limtræproduktion
- Mulighed for **anvendelse af kortere træstokke**



Foto: SRF, 10VOR10, Fredag d. 02/10/2020, kl. 22:39

## Kan man flytte træbiomasse fra tidlige tyndinger?

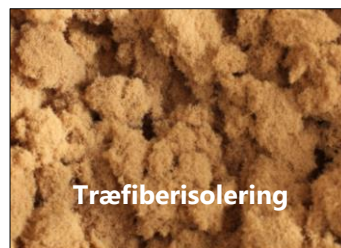


## Kan vi lave træfiberisolering af de tidlige tyndinger?

- Udfordring: **Mindre diameter** betyder (relativt) **mere bark**
- Kunne man lave **isoleringsmaterialer** ved formaling af små træstokke? (og ellers er der mulighed for at lave spånplader...)



+

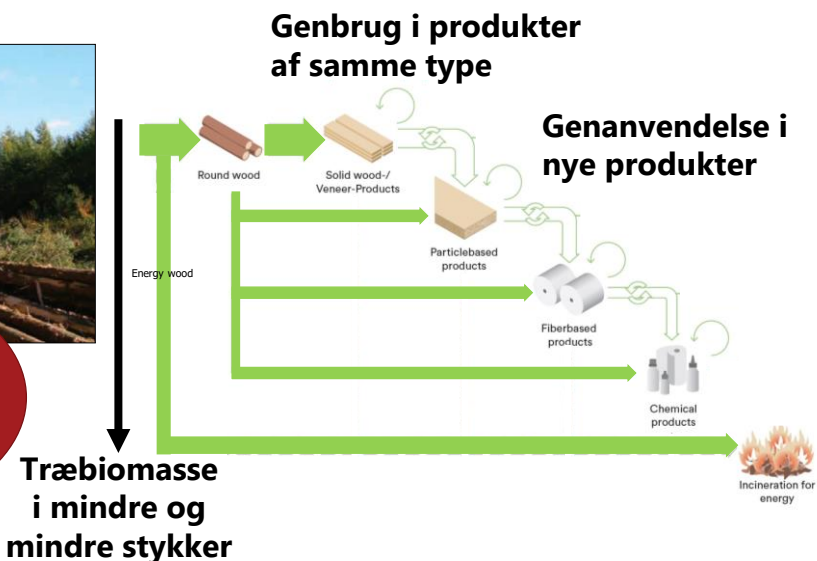


?

## Kunne vi gøre det bedre?



**Løsning 2: Længere levetid af træ i produkter og mindre træaffald til energi**

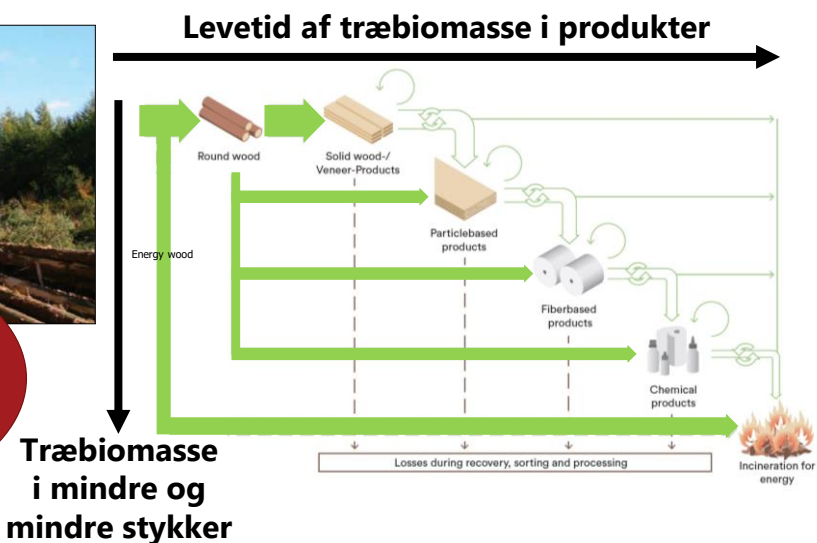


Tilpasset fra  
Hughes (2019) <https://doi.org/10.1515/9783035617061-002>  
Bergstedt (2016) [https://ign.ku.dk/publikationer/haefter/filer/Skovdyrkning\\_i\\_praksis\\_web.pdf](https://ign.ku.dk/publikationer/haefter/filer/Skovdyrkning_i_praksis_web.pdf)

## Kunne vi gøre det bedre?



**Løsning 2: Længere levetid af træ i produkter og mindre træaffald til energi**



Tilpasset fra  
Hughes (2019) <https://doi.org/10.1515/9783035617061-002>  
Bergstedt (2016) [https://ign.ku.dk/publikationer/haefter/filer/Skovdyrkning\\_i\\_praksis\\_web.pdf](https://ign.ku.dk/publikationer/haefter/filer/Skovdyrkning_i_praksis_web.pdf)

## Længere levetid af træ – selv i fugtige miljøer



- Ved **modificering** af træ kan man opnå lang levetid i fugtige miljøer uden brug af giftige biocider (som forhindrer genbrug)

**BIOCIDER!**



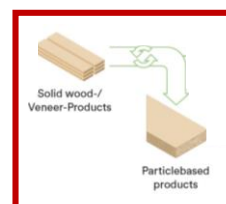
**Modificering**



Foto: Samuel L. Zelinka, Forest Products Laboratory, USA

## Kaskadebrug af genbrugstræ i Danmark

- Indsamling af træ på genbrugsstationer **~400.000 tons/år**
- Halvdelen af energitræet vurderes egnet til genanvendelse



Spånplader  
~50%

Energi ved  
forbrænding  
~50 %



Foto: RenoSyd



Foto: D-Kuru / Wikipedia.org

Miljøstyrelsen (2018) Kortlægning af genanvendeligt træaffald i Danmark  
<https://mst.dk/service/publikationer/publikationsarkiv/2018/apr/genanvendeligt-traeffald/>

## Genbrugstræ til nye fibermaterialer?

- Træ neddelt til fibre er et fantastisk råstof til **kompositmaterialer** og andre fiberbaserede materialer



Fotos: RenoSyd / thingermeijq/Wikipedia.org

## Kan vi genbruge træ til andre produkter før neddeling?

- Genbrugstræ kan **modificeres** (fx varmebehandles) så holdbarheden i udendørs miljø øges
- Kan **konstruktionstræ fra nedrivninger genbruges** til nye konstruktioner (fx i limtræ, CLT, mv.)?



**InFutURe Wood**  
[www.infuturewood.info/](http://www.infuturewood.info/)

Arbelaez et al. (2020) Wood and Fiber Science, 52(2):178-190

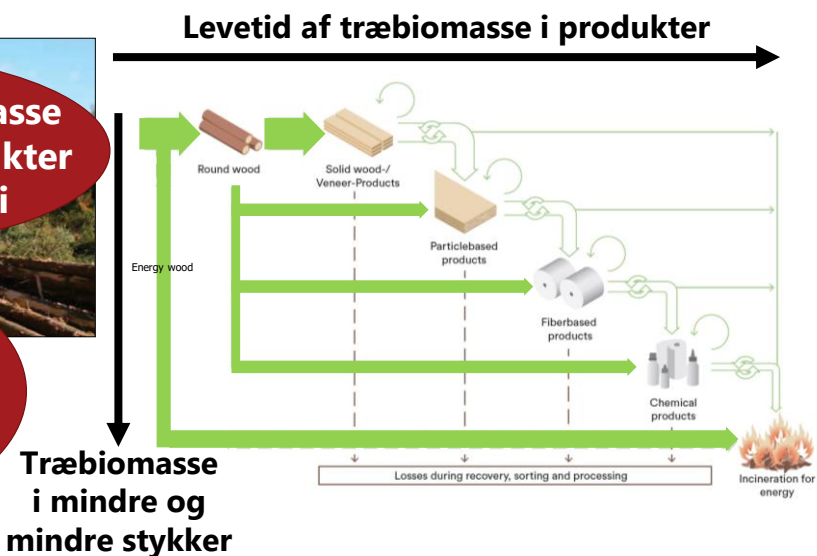


# ULTRAKORT OPSUMMERING

## Hvordan bruger vi træbiomasse bedre?

**Løsning 1: Mere biomasse fra skoven til træprodukter og mindre til energi**

**Løsning 2: Længere levetid af træ i produkter og mindre træaffald til energi**



Tilpasset fra

Hughes (2019) <https://doi.org/10.1515/9783035617061-002>

Bergstedt (2016) [https://ign.ku.dk/publikationer/haefter/filer/Skovdyrkning\\_i\\_praksis\\_web.pdf](https://ign.ku.dk/publikationer/haefter/filer/Skovdyrkning_i_praksis_web.pdf)

## Hvordan bruger vi træbiomasse bedre?

### Hovedpointe

- vi fortaber ikke muligheden for at få energi fra træbiomasse ved at bruge den til materialer først .. men vi får mere nytte

### Målsætning

- genbrug før neddeling & genanvendelse før energi

### Forudsætning

- bredere vifte af materialeteknologier & produkttyper

