

Rådet for Grøn Omstilling byder velkommen til konferencen

# Nye veje for biomasse i Danmark

Tirsdag d. 8. december kl. 13-17



RÅDET FOR  
**GRØN OMSTILLING**



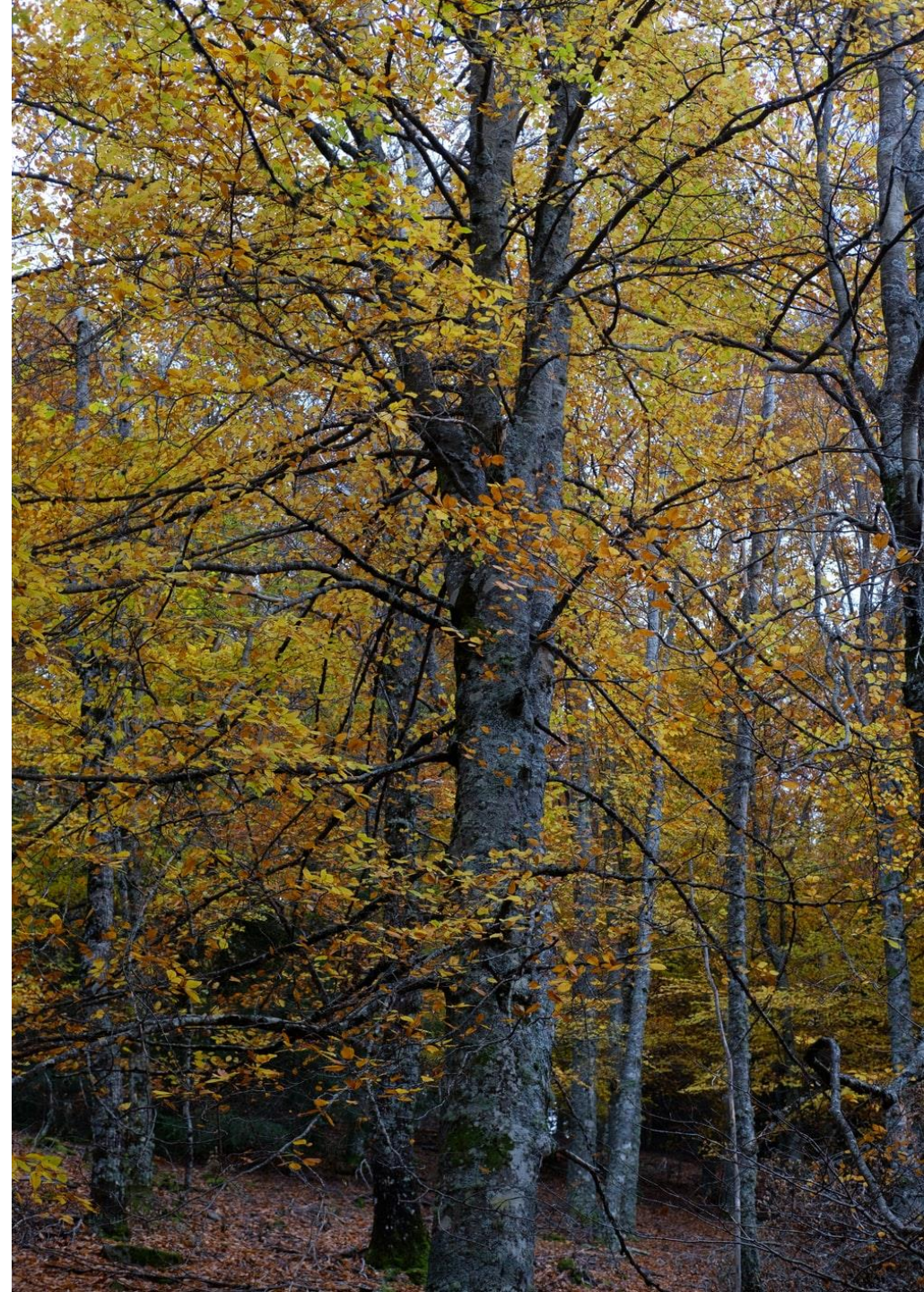
# Lidt information

- Hold venligst kamera og mikrofon slukket
- Alle opfordres til at omdøbe sig selv til fulde navn og evt. organisation i menuen 'Participants'
- Der kan under hele konferencen stilles spørgsmål gennem chatten
- I øverste højre hjørne kan man skifte mellem 'Presenter view' og 'Gallery view'
- Slides samt optagelser af oplæg vil blive lagt på RGOs hjemmeside efter konferencen

# *Bøgetræet* (af H.C. Andersen)

Hist staaer et Bøgetræ paa Høien ene;  
Afhugget har man jo dets bedste Grene,  
Sært ryster Toppen paa den stakkels Fyr;  
Han vist fortæller gamle Eventyr,  
Om Elskende og andet saadant noget,  
Hør kun! — forstod' vi bare Sproget!

„Høi og stolt jeg Kronen bar!  
Ægte jo min Stamme var!  
Mine Børn, de stolte Grene,  
Havde Alting paa det Rene,  
Fik ei Skjænd og fik ei Huk,  
Drak kun Sol og Morgen-Dug;  
Alt har jeg som Moder gjort!  
De maae blive noget stort!  
Tænkte jeg — det kan ei feile!  
Som en Skibsmast, hver skal seile  
Lystigt over salten Vande,  
See og sees i fjerne Lande!  
Men af tretten jeg har havt,  
*Een* blev kun et Kasteskaft!  
Gjærdestave blev de *tre*,  
Men de *ni*, o bittre vee!  
De fik dog den værste Ende,  
De blev kun til Pindebrænde!”





13.00 Velkomst

**Hvad sker der i skovene, når træbiomasse efterspørges**

Jacob Heilmann-Clausen  
Lektor ved Københavns Universitet

**Biomassens rolle i den grønne omstilling**

Henrik Lund  
Professor ved Aalborg Universitet

**Glem ikke privat brændefyring**

Kåre Press-Kristensen  
Seniorrådgiver hos Rådet for Grøn Omstilling

14.20 Pause

14.45 **Træbiomasse der bliver til byggematerialer**

Emil Engelund Thybring  
Lektor ved Københavns Universitet

**Træbiomasse som input til avanceret brændstof**

Henrik Wenzel  
Professor ved Syddansk Universitet

**Strukturelle og økonomiske forandringer, der understøtter udfasning af træbiomasse i energiforsyningen**

Poul Erik Morthorst,  
Professor emeritus ved Danmarks Tekniske Universitet og medlem af Klimarådet

16.00 **Paneldebat**

Anne Paulin (S)  
Carsten Kissmeyer (V)  
Ruben Kidde (RV)  
Søren Egge Rasmussen (EL)  
Henrik Lund  
Poul Erik Morthorst

# Pause 14.20-14.45

## Nye veje for biomasse i Danmark

Tirsdag d. 8. december kl. 13-17

Rådet for Grøn Omstilling er en uafhængig miljøorganisation

- Følg os på Twitter, LinkedIn og Facebook
- Tilmeld dig vores nyhedsbrev ([www.rgo.dk](http://www.rgo.dk))
- Bli medlem af foreningen ([www.rgo.dk/bli-medlem](http://www.rgo.dk/bli-medlem))



RÅDET FOR  
GRØN OMSTILLING



# Paneldebat

- Anne Paulin (S)
- Carsten Kissmeyer (V)
- Ruben Kidde (RV)
- Søren Egge Rasmussen (EL)
- Henrik Lund (AAU)
- Poul Erik Morthorst (DTU)





# Hvad sker der i skovene, når træbiomasse efterspørges?

**Jacob Heilmann-Clausen**

Nye veje for Biomasse i Danmark

Online konference 8 december 2020

- To kriser
- Skov og kulstof
- Skov og biodiversitet
- Trade-offs og synergier



# To kriser – fælles løsninger?

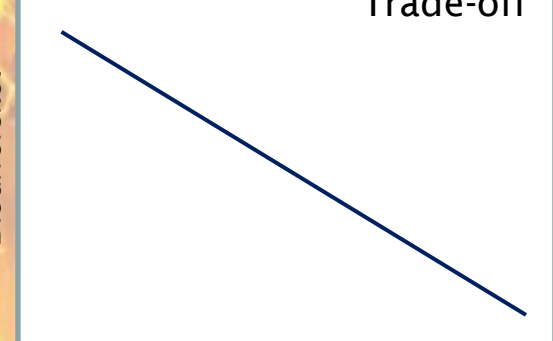
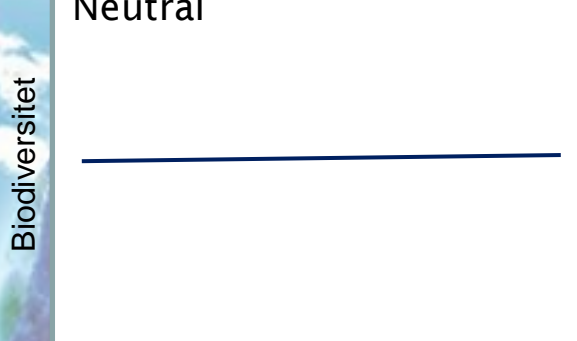
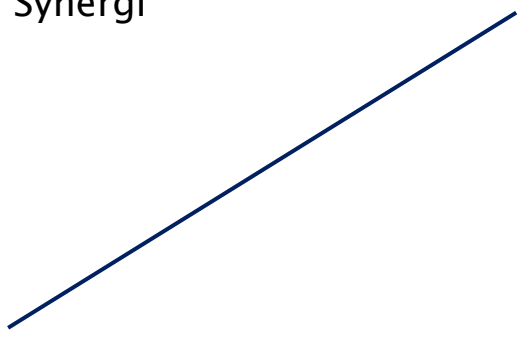
BIODIVERSITET

KLIMA

Synergi

Neutral

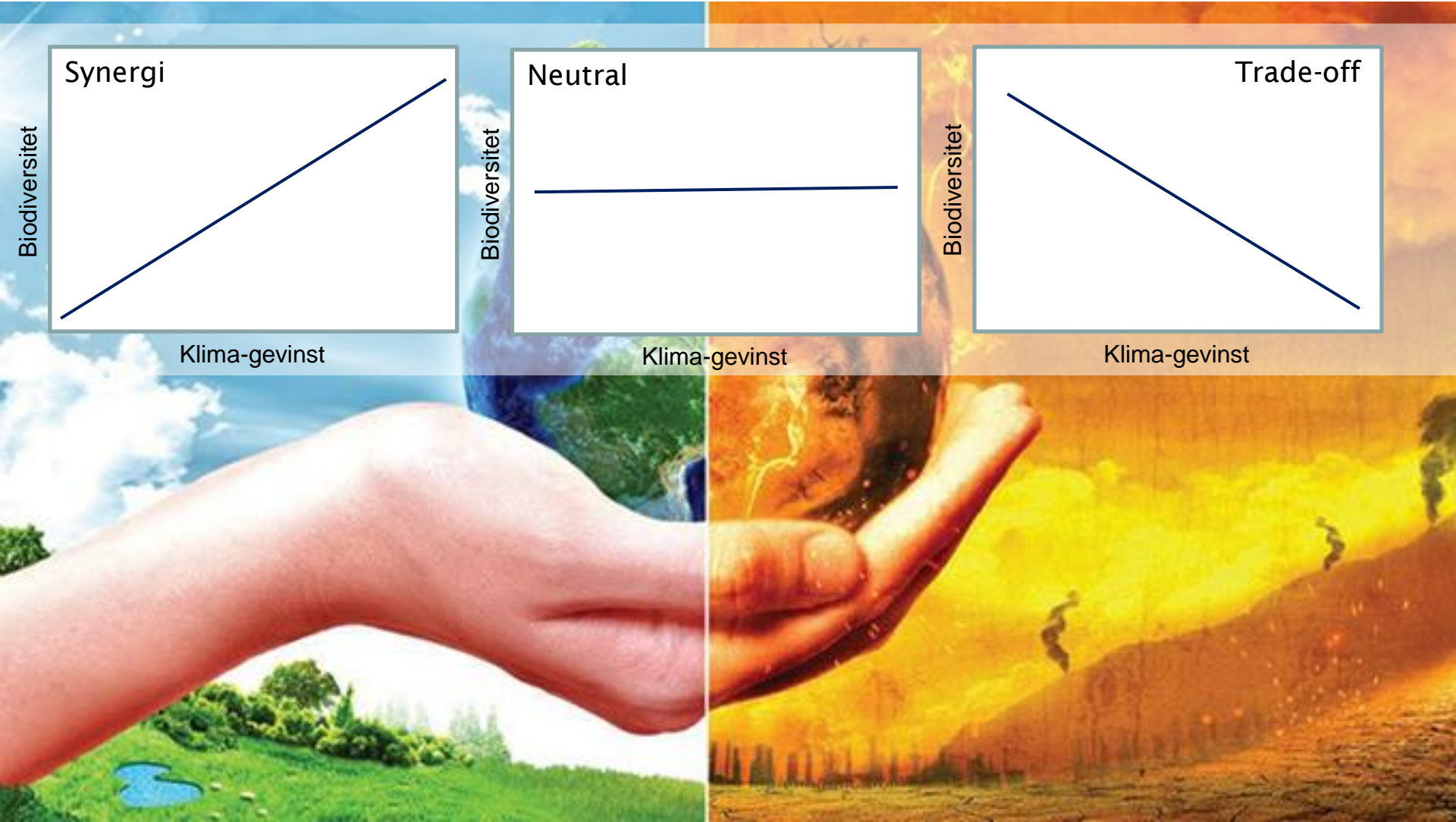
Trade-off



Klima-gevinst

Klima-gevinst

Klima-gevinst

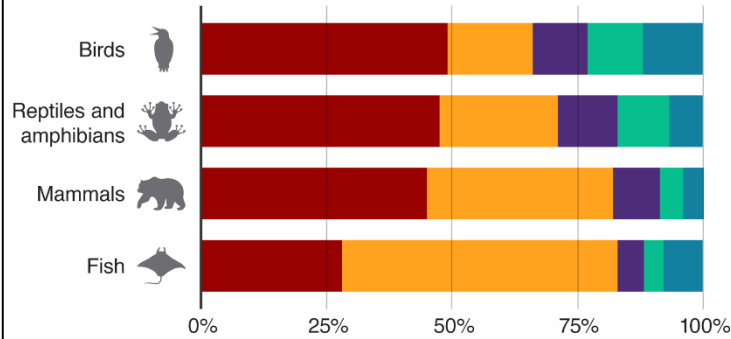




### Habitat loss is a major threat to biodiversity

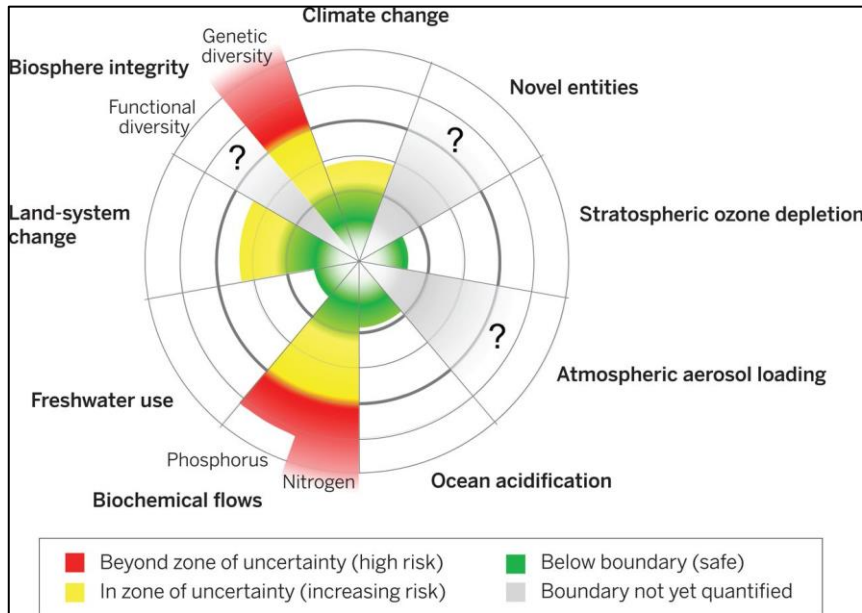
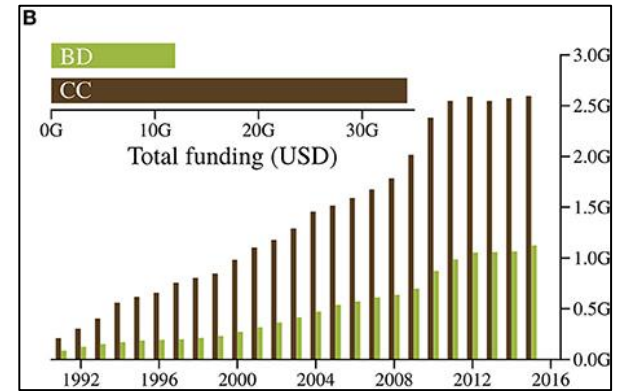
The Living Planet Report assesses key drivers of species decline

- Habitat degradation
- Exploitation
- Invasive species and disease
- Pollution
- Climate change

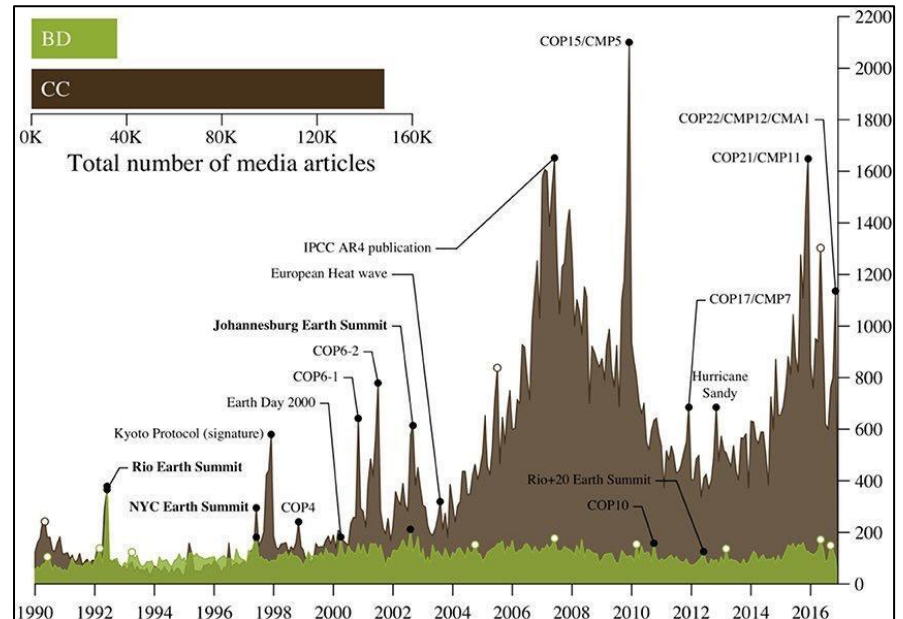


Note: A sample of 3,789 populations evaluated by the Living Planet Index  
Source: WWF, Living Planet Report 2018

# Trusselsbilledet

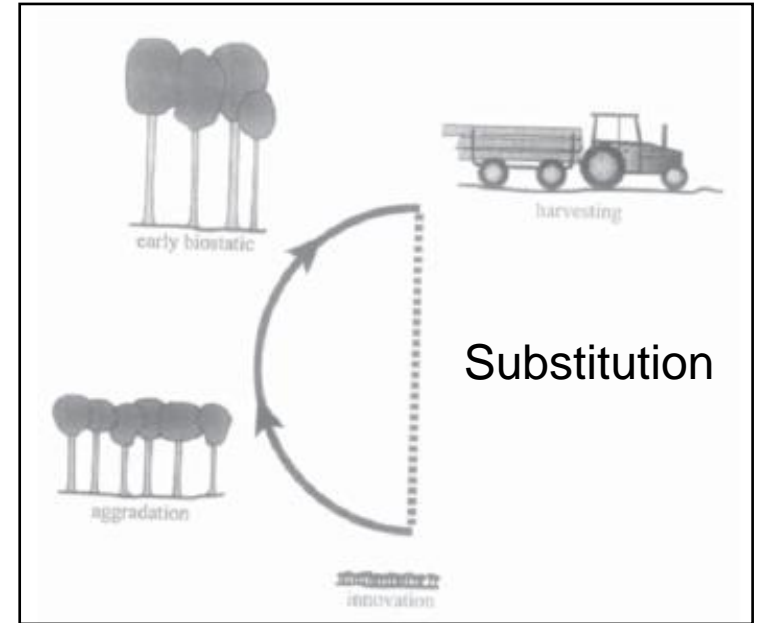
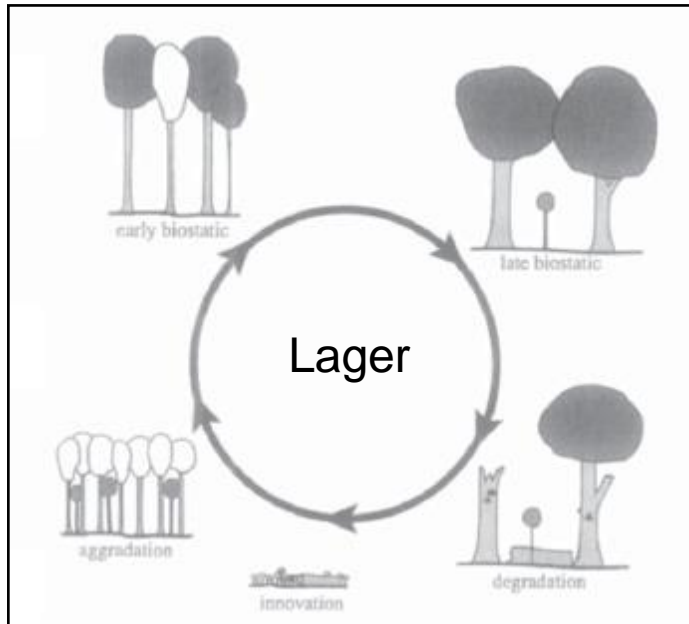


Steffen et al. (2015). Science.



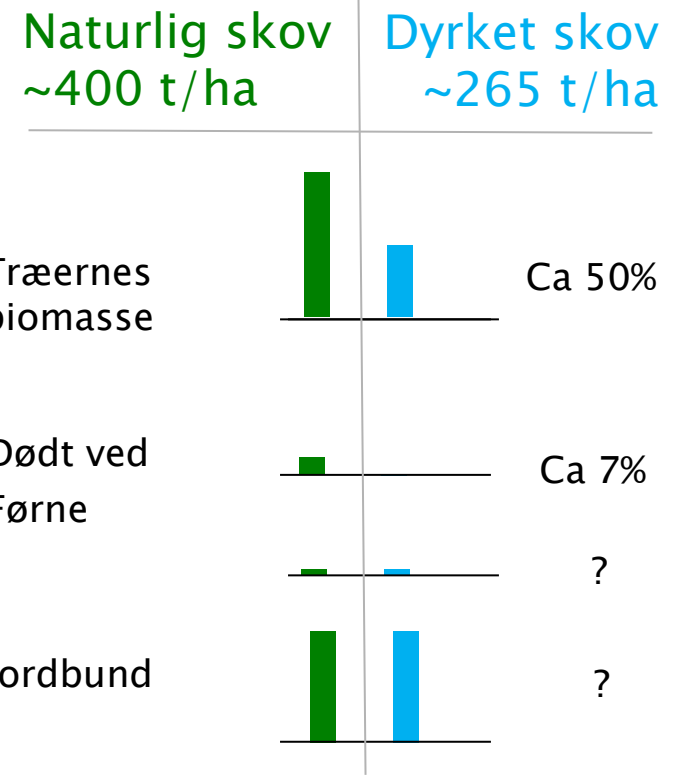
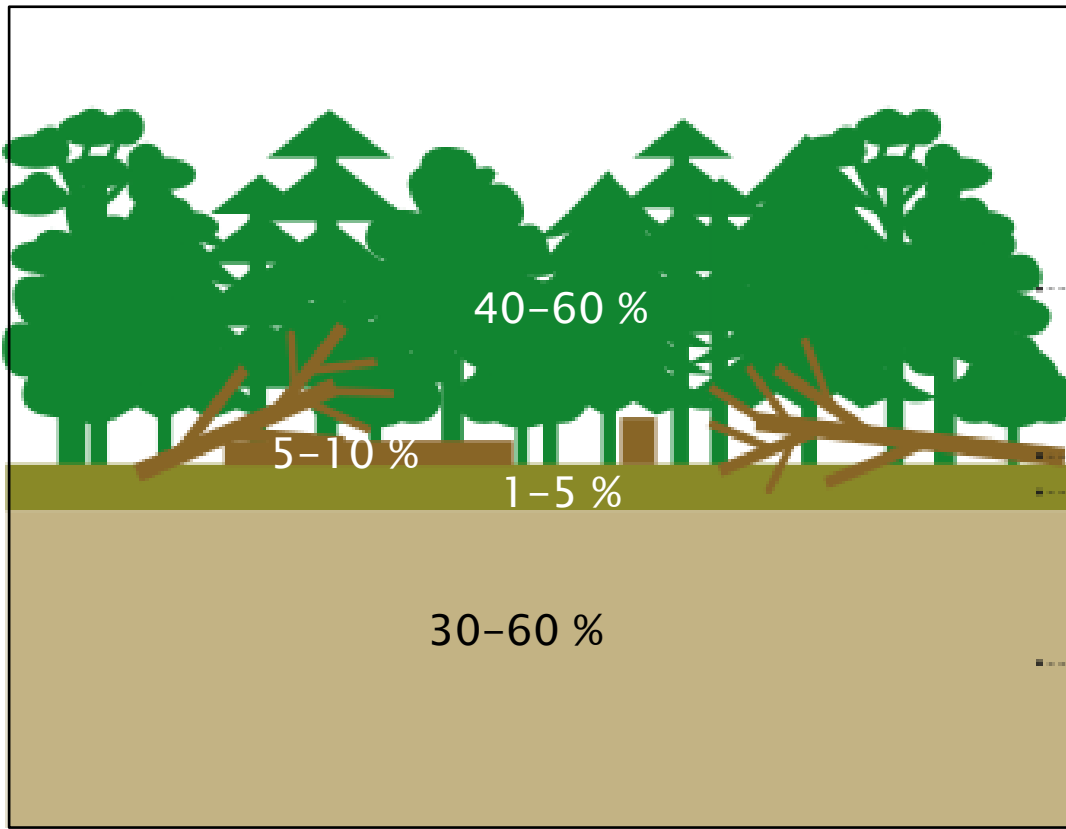
Legagneux et al. (2018). Frontiers Ecol & Evol.

# Skovenes bidrag til klimakampen



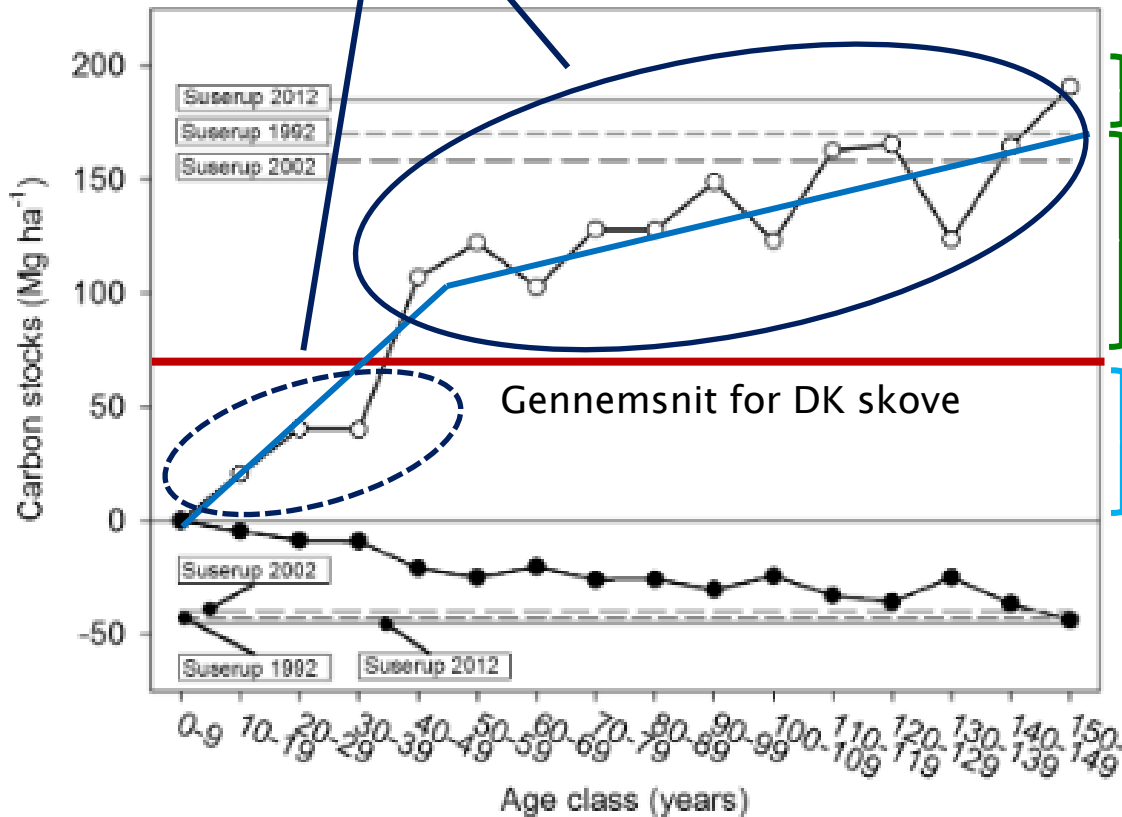
# Kulstoflager i naturlig vs dyrket skov

Øget lagerpotentiale  
Min 135 t/ha



# Lager-potentiale ved ophørt drift vs substitution ved aktiv skovdrift

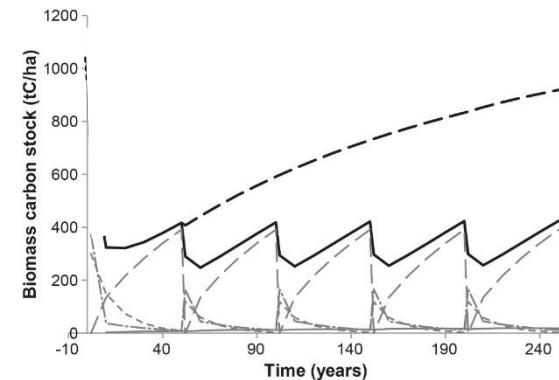
Substitution



+ Dødt ved

Ekstra lager-potentiale i biomasse ved urørt skov

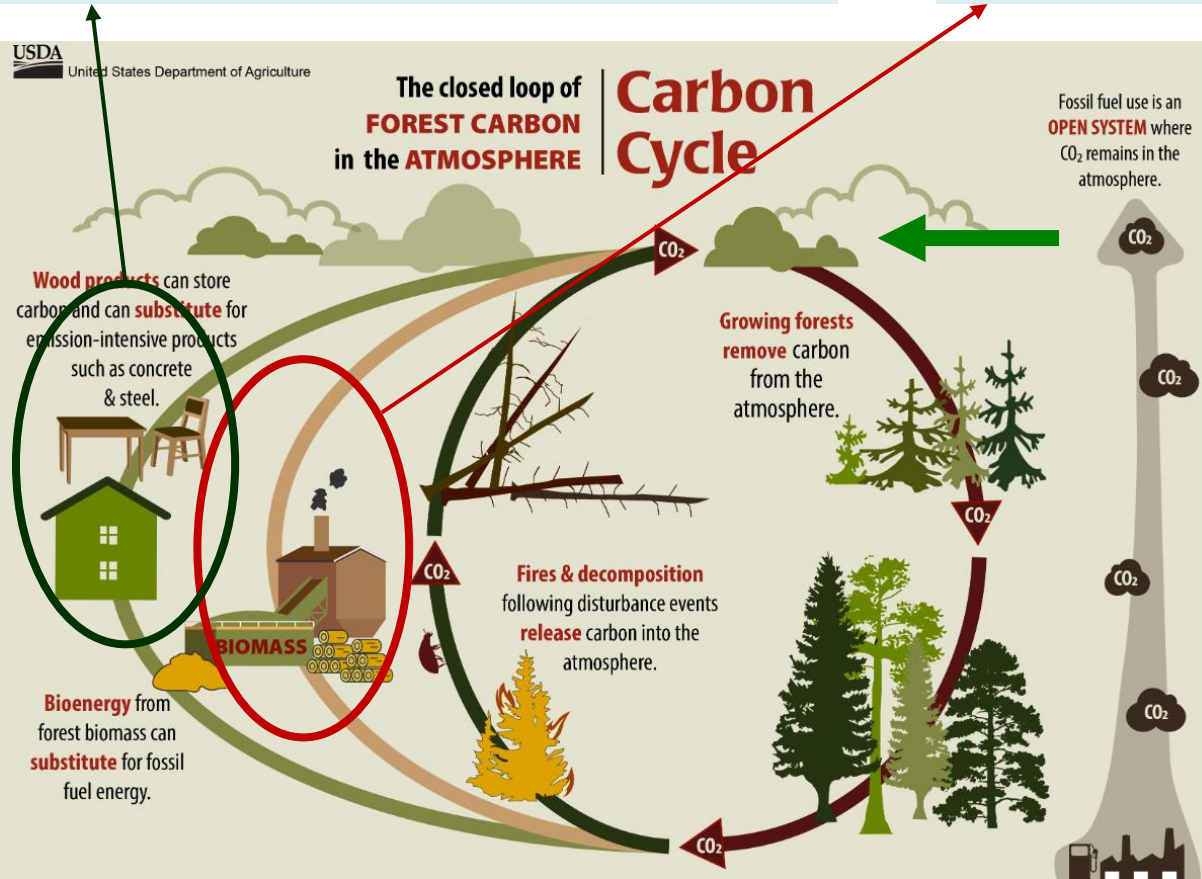
Lager i biomasse, dyrket skov



# Substitution

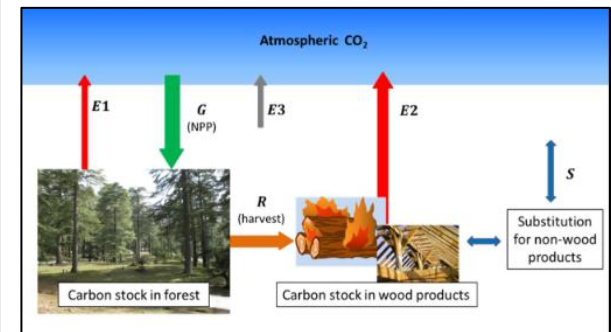
Umiddelbar mindskning af CO2 udledning  
1t C fra træ fortrænger 1,3–1,6 t fossilt C\*\*  
Lager i måneder til århundreder

CO2 udledning ved oparbejdning og transport  
Mindre energieffektivt end fossile brændsler  
= 14 til 75 % højere CO2 udledning per kJ\*  
Årtiers forsinkelse på genoptag



USDA forest service (2019)

\*Koffi mfl. (2017). CoM Default Emission Factors for the Member States of the European Union  
\*\*Leskinen mfl. (2018). Substitution effects of wood-based products in climate change mitigation. EFI



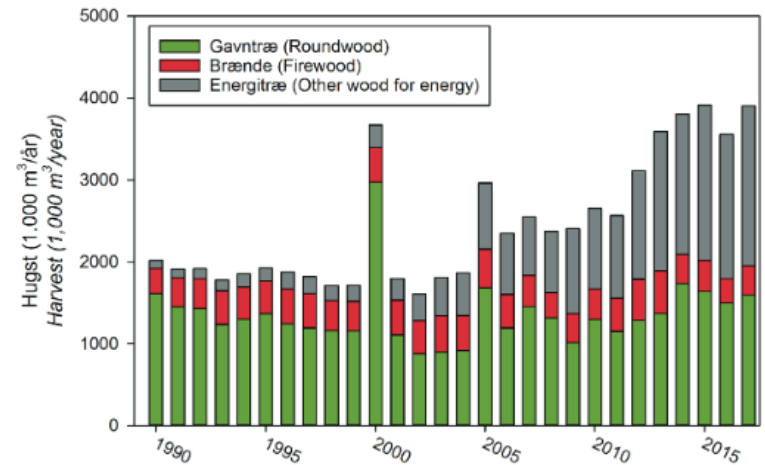
Leturcq, P. (2020). Scientific reports

# Hvor kommer biomassen fra?

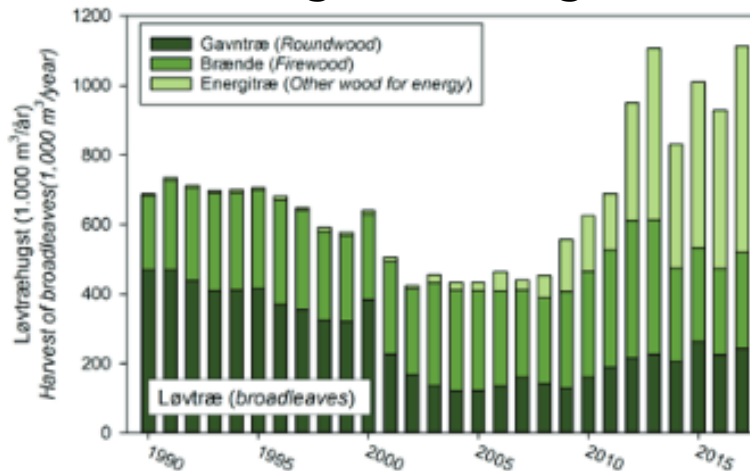
Tyndingstræ

Højere udnyttelsesgrad v. skovning

Rydning af hegn, skovbryn og ukurant skov



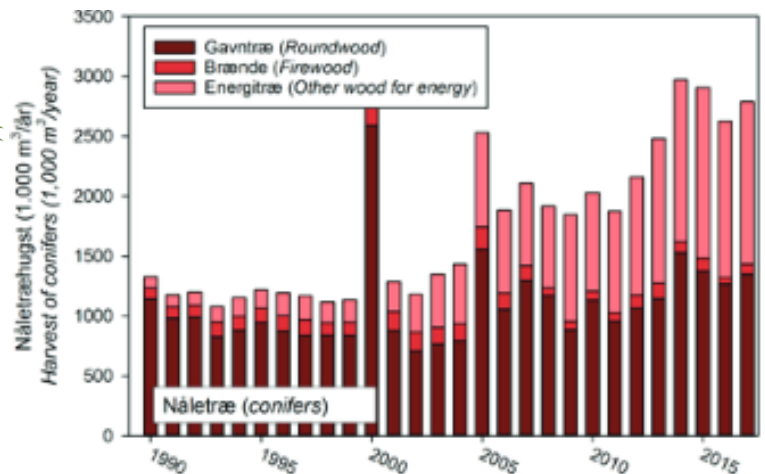
## Andel af hugst til energi i løv vs nål



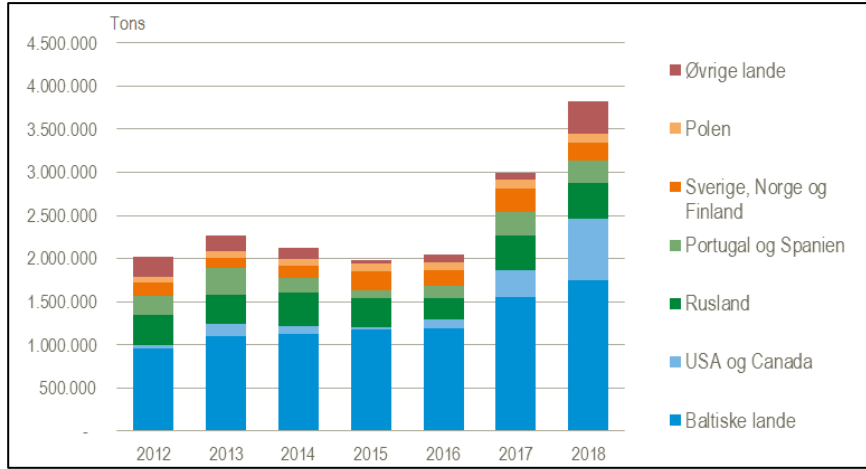
80 %



50 %



# Import af biomasse og tømmer

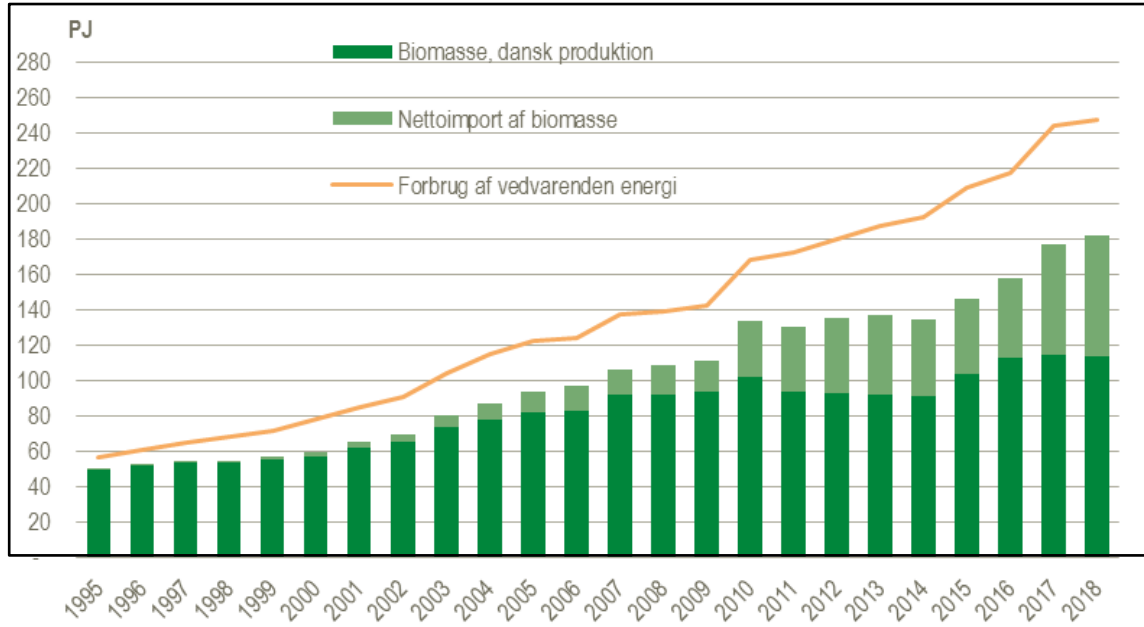


## ENERGYWATCH

Utilities | Oil & Gas | Renewables | Cleantech | **Policy & Trading** | Danish

### Estonian scholars and NGOs: Denmark's biomass usage destroys our forests

Estonian researchers and NGOs pen an open letter to Denmark, warning the latter country that its consumption of wood has major consequences for the former's environment and nature – and damages climate.



Importandel (forbrug)  
90 % tømmer  
70 % træplader  
40 % biomasse

Eksportandel (produktion)  
50 % tømmer  
30 % træplader

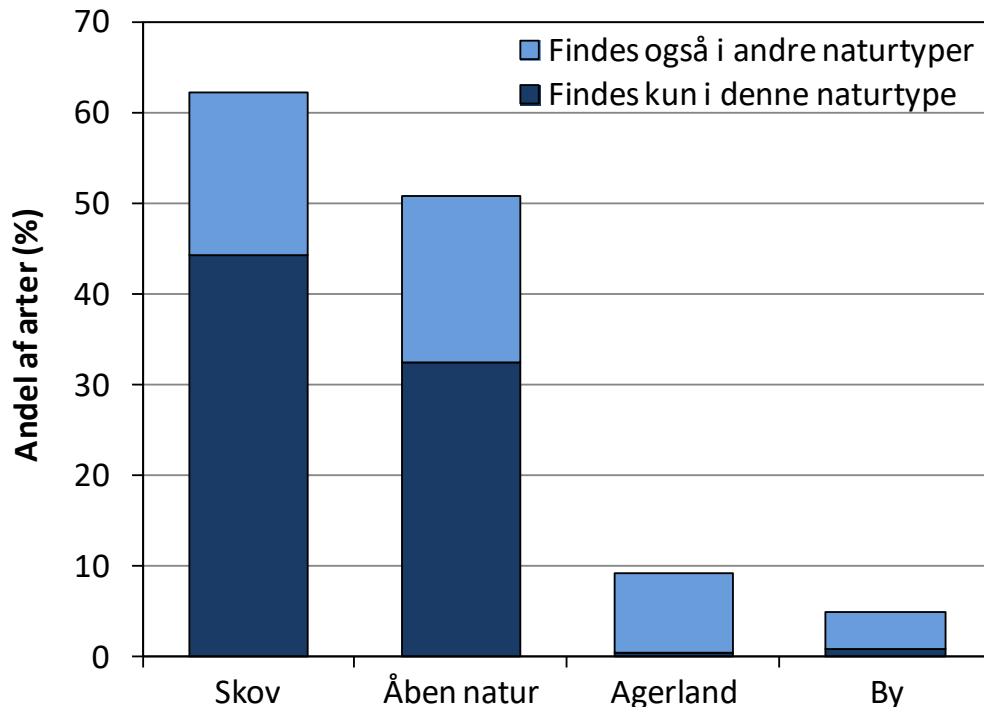
# Skovenes betydning for biodiversitet

Levested for over halvdelen af Danmarks arter

Dårlig bevaringsstatus

< 2 % beskyttet mod skovdrift (øges til ca. 12 % med ny plan)

Truede landlevende arter i rødlisten (1117 arter)



Petersen mfl. (2016): **Levested**  
*Bevarelse af biodiversiteten i de danske skove*

Tabel 2.8a. Bevaringsstatus for skove i de to biogeografiske regioner. Symboler se s. 9.

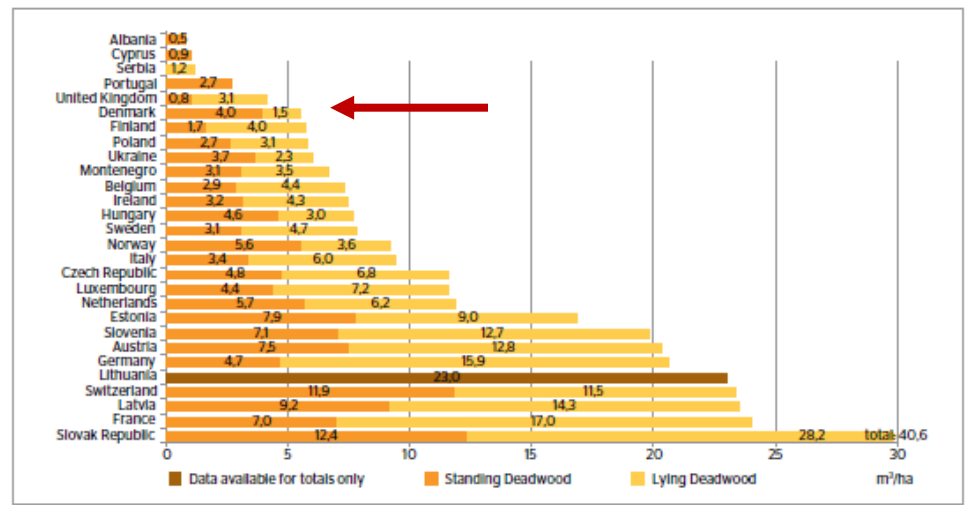
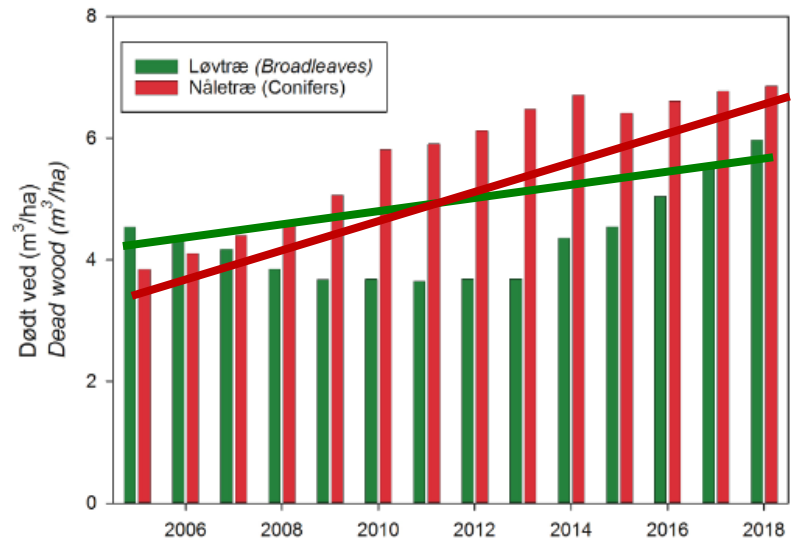
Kode	Naturtype	ATL	CON
2180	Skovklit	●	●
9110	Bøg på mor	●	●
9120	Bøg på mor med kristtorn	●	●
9130	Bøg på muld	●	●
9150	Bøg på kalk		●
9160	Egeblandskov	●	●
9170	Vinteregeskov		●
9190	Stilkegekrat	●	●
91D0	Skovbevokset tørvemose	●	●
91E0	Elle- og askeskov	●	●

Fredshavn mfl. (2014):  
*Bevaringsstatus for naturtyper og arter*

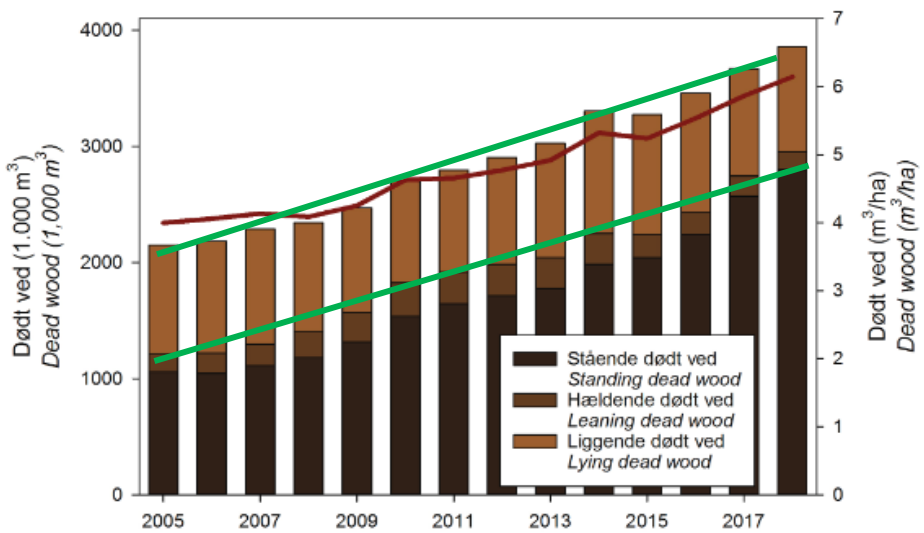




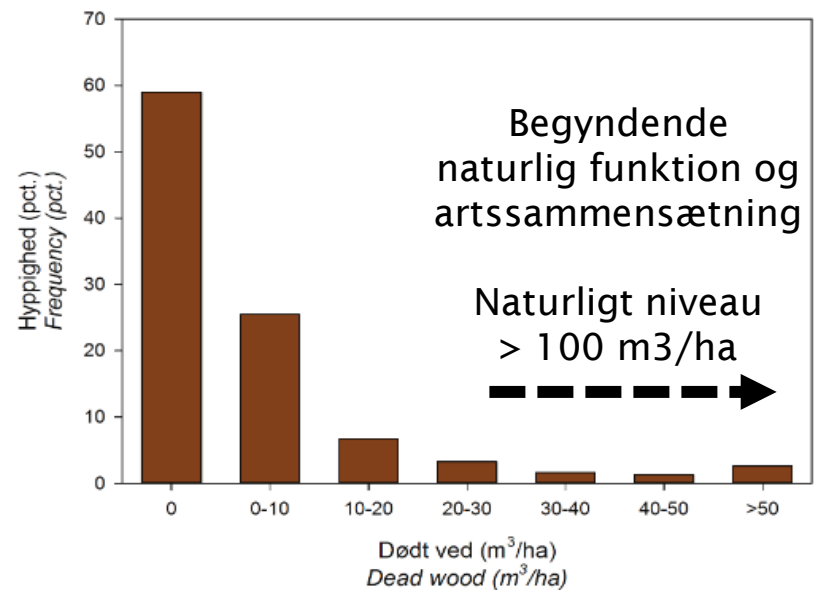
# Status for dødt ved i Danmarks skove



Forest Europe: State of Europe Forests 2015



Nord-Larsen mfl. (2020). Skovstatistik 2018



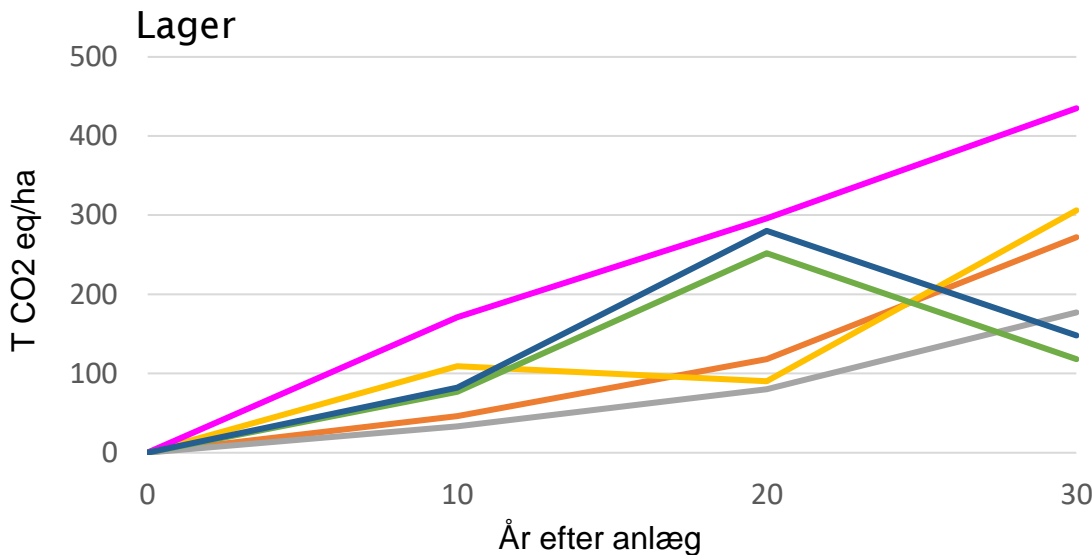
# Skovrejsning som virkemiddel



Høj klimagevinst  
Lav naturgevinst



Moderat klimagevinst  
Høj naturgevinst



Høst



30 års perspektiv:

Først og fremmest  
energitræ

Gavntræ mest i nål og  
efter 50 år

Med nuværende  
teknologi

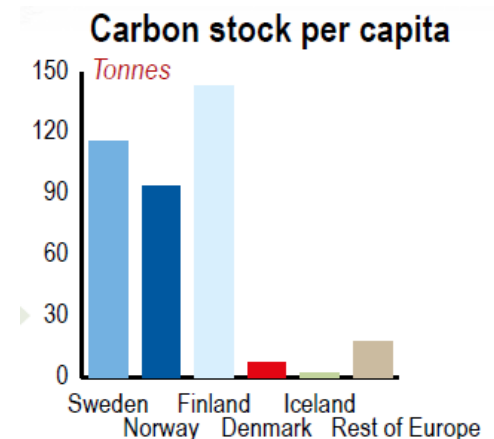
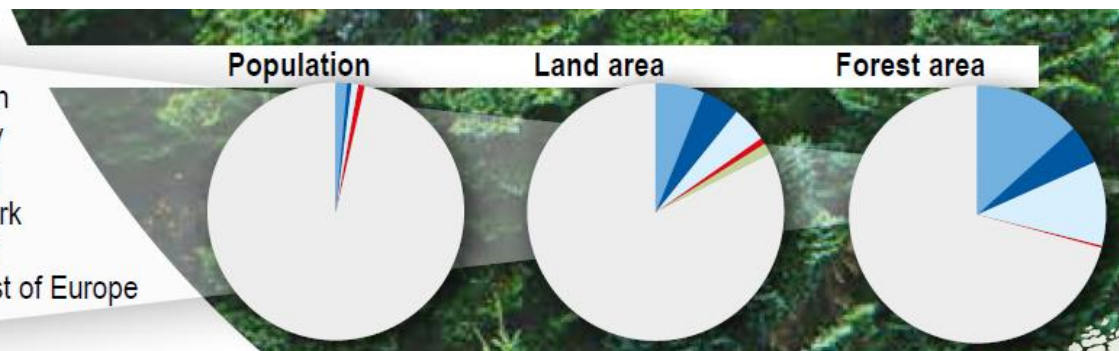
- NFI\_skovrejsning siden 1990
- Høj bonitet, Klimaoptimeret bøg med poppel
- Lav bonitet, klimaoptimeret eg med poppel
- NFI\_naturlig tilgroning
- Høj bonitet, Klimaoptimeret nål
- Lav bonitet, Klimaoptimeret nål

Tal fra Johannsen mfl. (2019). Kulstofbinding ved skovrejsning. Sagsnotat

# Synergier og trade-offs

	Klimagevinst	Effekt biodiversitet
Udlæg af urørt skov i løvskov	+	+++
(Øget) biomassehøst i eksisterende skov	+	-
Naturlig skovrejsning/succession	++	++
Rejsning af klimoptimal skov	+++	0

- Vigtigere hvad vi gør med træet end hvor vi dyrker det
- Danmark bliver aldrig et skovland
- I hvilket omfang skal vi adskille skovens funktioner?
- Har vi plads til løsninger uden synergi?



A lush green forest with a large fallen tree trunk in the foreground. The scene is filled with vibrant green foliage and tall, slender trees in the background. The lighting is bright, suggesting a sunny day. The text is overlaid on the image in white, sans-serif font.

# Take home

## Tak for opmærksomheden

Når vi fjerner biomasse, fjerner vi føde fra skovens arter

Danmark har nogle af Europas laveste værdier for dødt ved

Vores biomasse-forbrug risikerer at eksportere dette problem

Vi skal bruge hovedet når vi bruger træ

Stort behov for afklaring af synergier og trade-offs ved skovrejsning

# NYE VEJE FOR BIOMASSE I DANMARK

Tirsdag d. 8. december 2020, kl. 13-17 online-streaming



## Bæredygtig biomasse i den grønne omstilling?

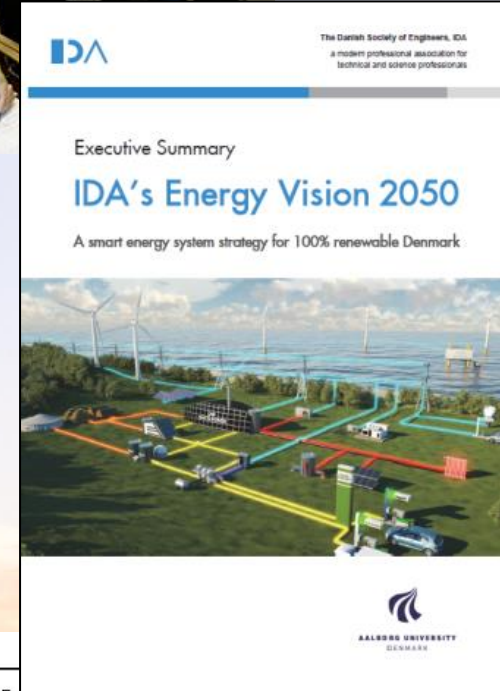
Professor Henrik Lund  
Aalborg Universitet



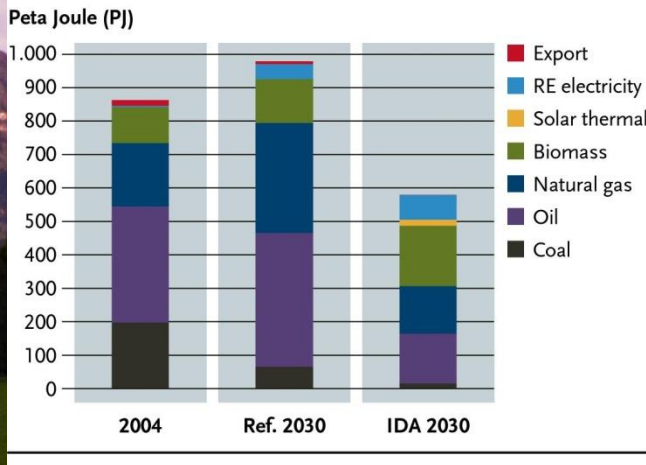
AALBORG UNIVERSITY  
DENMARK



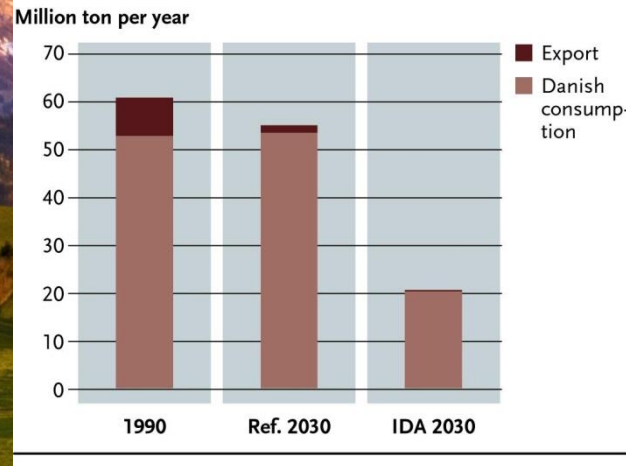
# IDA's Energiplan 2030 og IDA's Energivision 2050



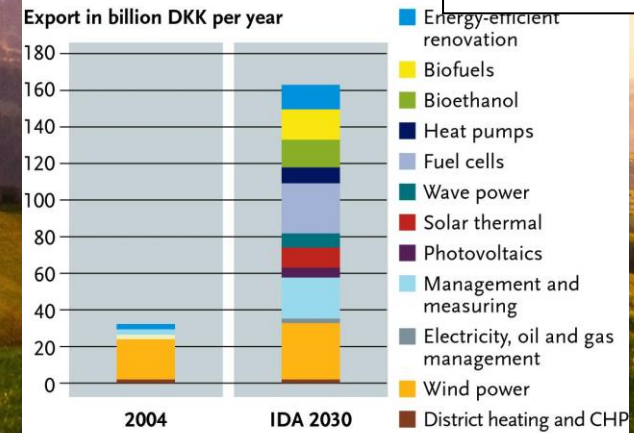
Primary energy supply



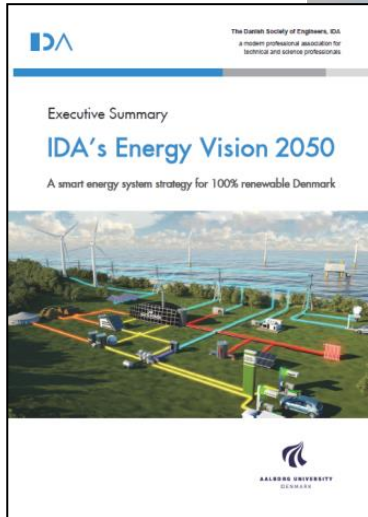
CO<sub>2</sub> emissions



Business potential



# Holistisk tilgang til det smarte energi system



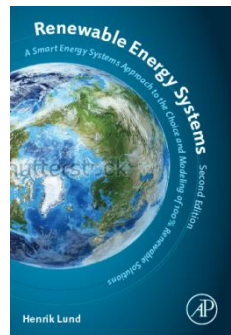
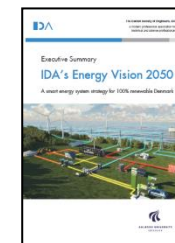


# IDA's Klimasvar: ser frem mod 2045

**Danmark bør opfylde målsætningen om 70 pct. CO2-reduktion i 2030 på en måde, så den passer godt ind i at opnå 100 pct. vedvarende energi og CO2-neutralitet i 2045.**

Det betyder:

- at vi frem til 2030 bør vælge de teknologier, som er hensigtsmæssige for at kunne tage de næste skridt i årene efter 2030.
- at vi frem til 2030 bør have fokus på at udvikle de nye teknologier, som vi får brug for i næste omgang, også selvom de ikke nødvendigvis gør den store forskel i 2030.

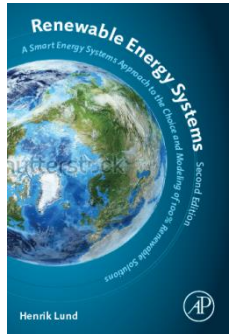
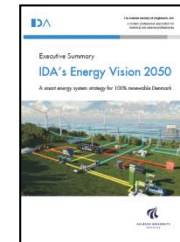


# IDAs Klimasvar: - en del af Europa

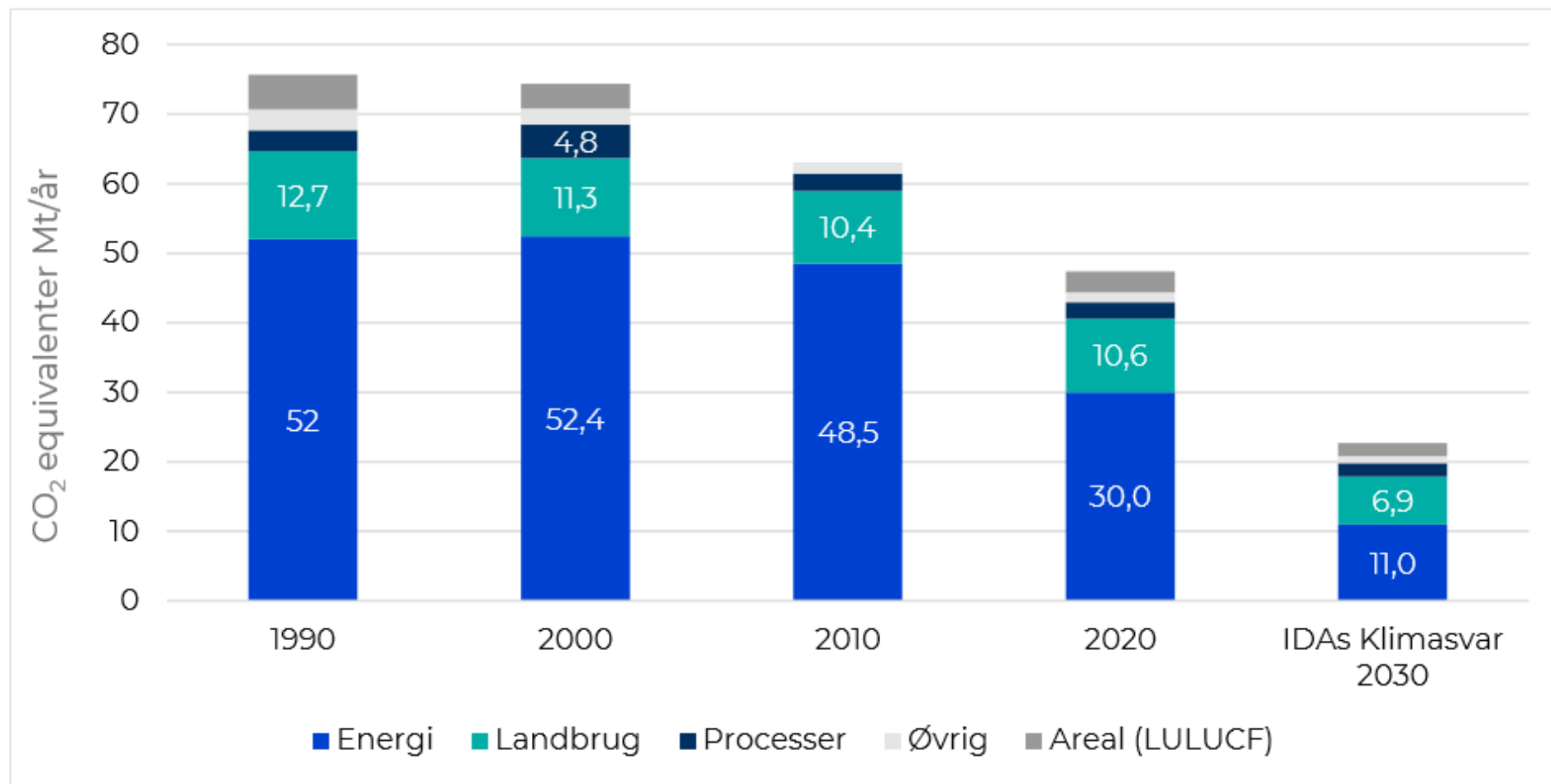
Danmark bør opfylde målsætningerne om vedvarende energi og CO2-reduktion på en måde, så det passer ind i, at resten af Europa og i sidste ende, at resten af verden kan gøre det samme.

Det betyder:

- at vi skal forholde os til Danmarks andel af bl.a. den **internationale fly- og skibstransport** og bidrage til at nedbringe klimagasser fra disse transportformer, også selvom de ikke er med i FN-måden at opgøre vores forpligtigelser på.
- at vi skal holde os inden for Danmarks andel af **verdens bæredygtige biomasse** ressourcer.
- at vi skal bidrage med vores andel af både fleksibilitetsydelse og reservekapacitet på **el-nettet i en europæisk sammenhæng**.



# Figur 1. Dansk CO<sub>2</sub>-emission iflg. FN-opgørelsesmetoden

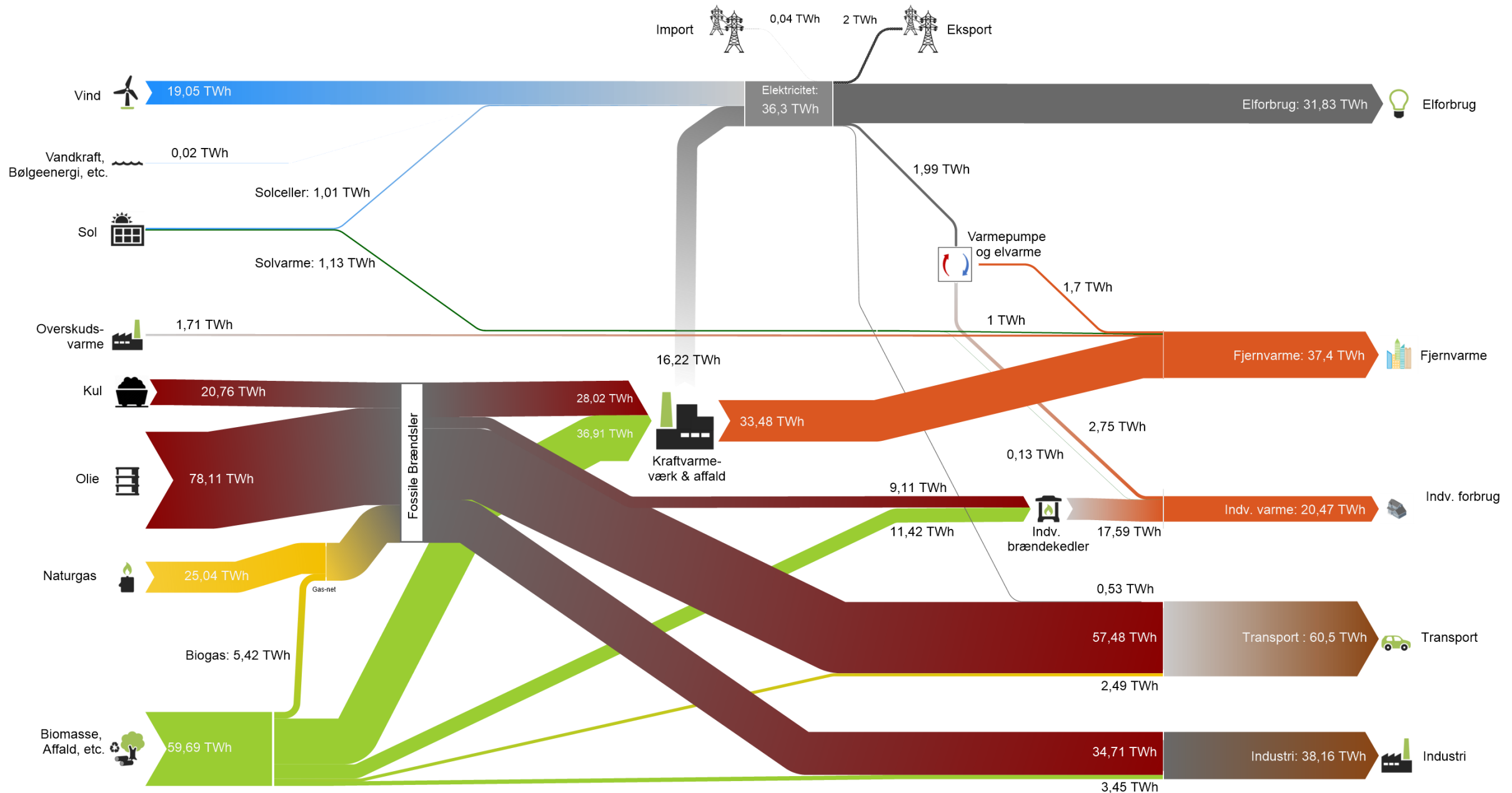


Kilde: Energistatistik 2018.

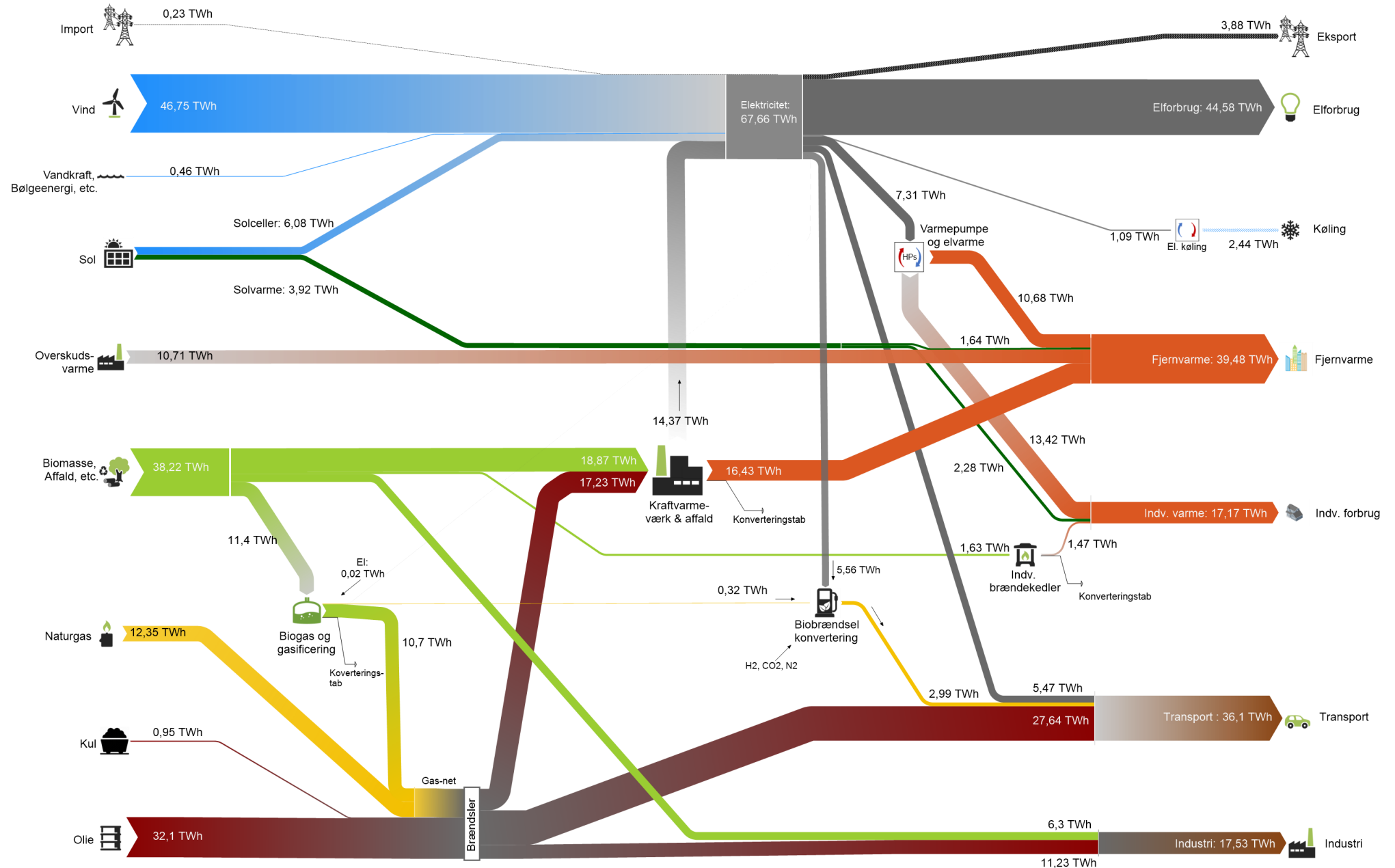
Note: Tallene er justeret for LULUCF og tilpasset 75,7 i 1990. \*Øvrig omfatter "andre emissioner" og "indirekte emissioner". 2020 er delvist baseret på historiske tal for 2017 samt fremskrivning til 2020. IDAs Klimasvar omfatter energi og transport - den blå



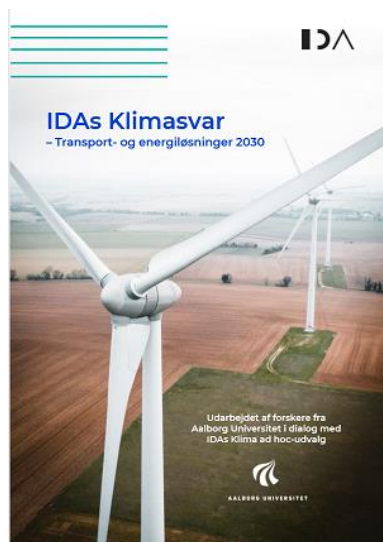
# 2020



# 2030

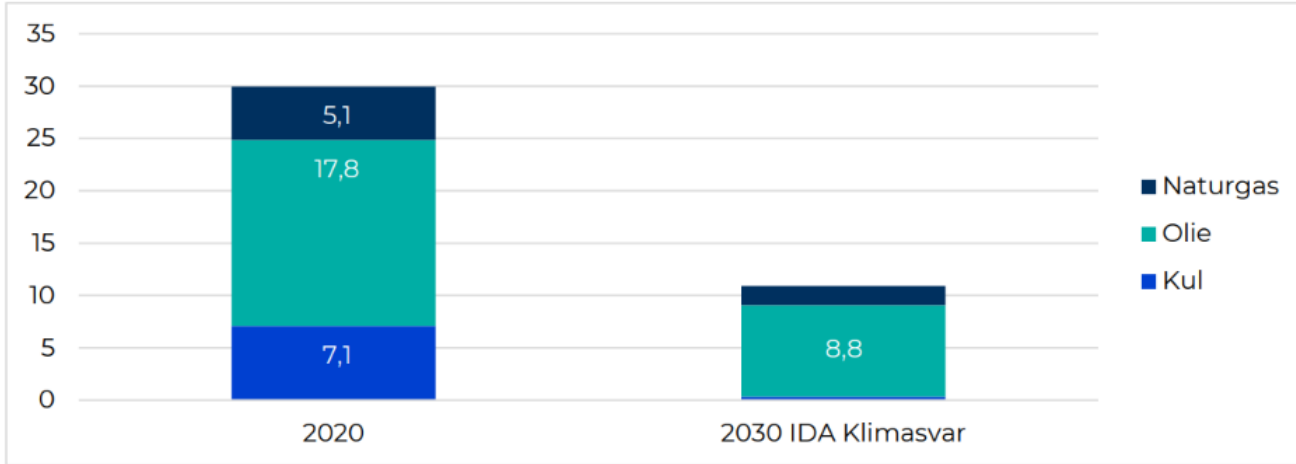


# Erstatte træbiomasse (og fossile brændsler) i el-og varme-sektoren:

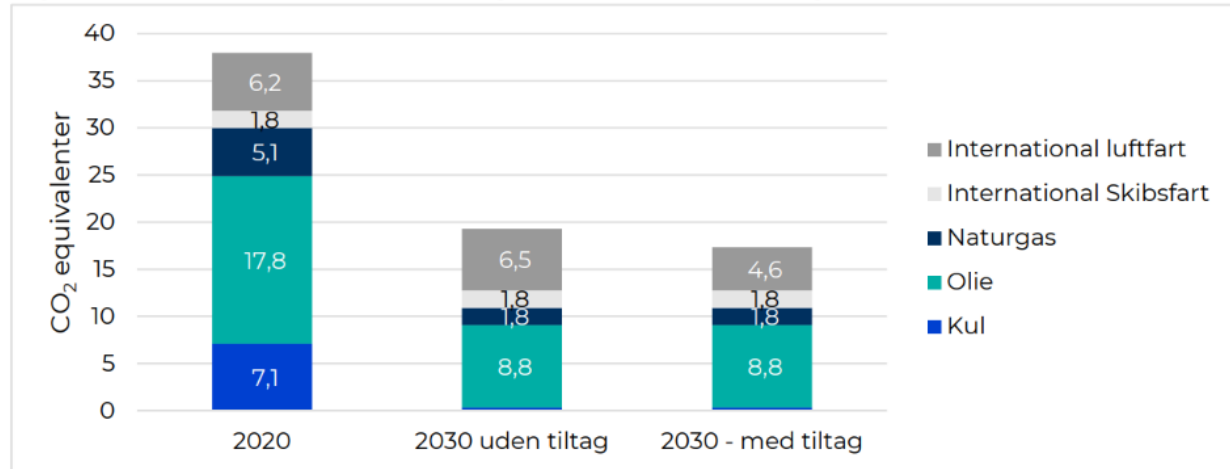


- Energirenovering
- Udbygning af fjernvarmen (erstatte olie- og naturgasfyr)
- Små varmepumper (erstatte olie- og træpillefyr og brændeovne)
- Overgang til 4G fjernvarme (lavtemperatur)
- Udnyttelse af overskudsvarme fra industri
- Udnyttelse af overskudsvarme fra datacentre og elektrolyseanlæg
- Store varmepumper i fjernvarmen
- Store varmelagre i fjernvarmen
- Geotermi
- Bevare decentrale gasfyrede kraft/varme-kapacitet (samt udbygge)
- Solvarme i fjernvarme og individuel opvarmning
- Vindkraft
- Solceller
- Sektorintegration (bedre udnyttelse af strøm fra vindkraft og solceller)
- PtX
- Fleksibel drift af eksisterende træbiomassefyrede kraftvarmeværker

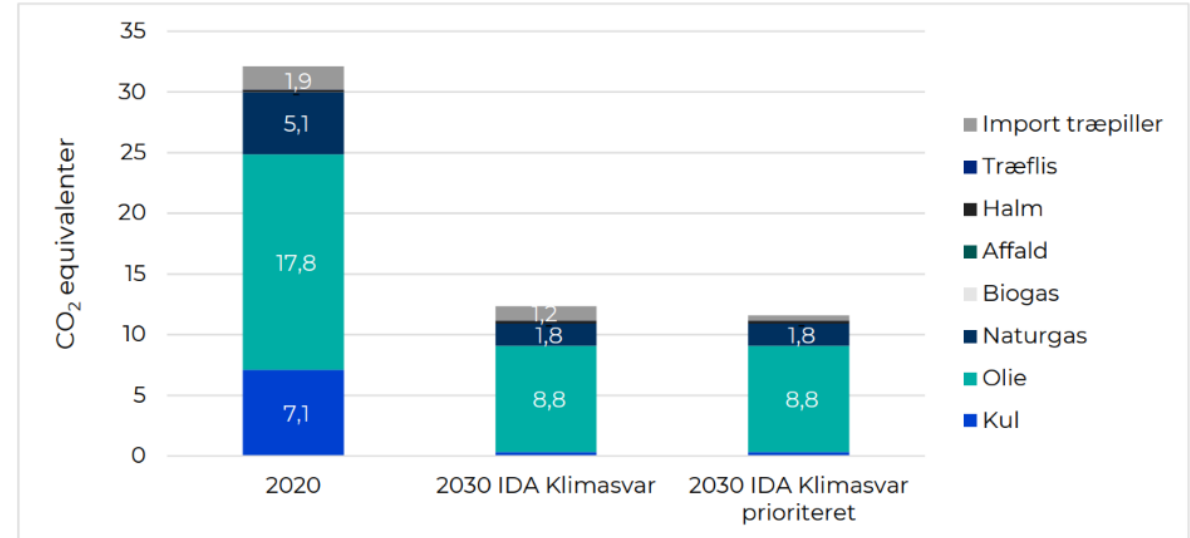
**Figur 6. CO<sub>2</sub>-emissioner fordelt på brændsler opgjort efter FN-opgørelsesmetoden.**



**Figur 8. Emissioner fra brændsler og international skibs- og luftfart, dansk andel**



**Figur 7. Emissioner fordelt på brændsler "Cradle-to-gate" i en 100 år tids horisont**



# Biomasse

**Tabel 11. Udfordringer ved biomasseforbrug i Danmark og globalt**

	Biomasseforbrug pr. person
I dag i DK (166 PJ)	29 GJ/capita
Seneste forskning for EU (8500 PJ) (Hamelin <i>et al.</i> , 2019)	17 GJ/capita
EU 2050 scenarier (A Clean Planet for all)	14 - 21 GJ/capita
IDA 100 pct. VE i 2050 (200 PJ – Dansk andel)	32 GJ/capita
Energistyrelsens scenarier fra 2014	35 – 45 GJ/capita

IDAs Klimasvar nedbringer biomasseforbruget ca. 29 til ca. 24 GJ/capita.

## IDAs Klimasvar fokuserer på:

- at Danmark nedbringer sin afhængighed af biomasse,
- omlægges til primært indenlandske biomasse ressourcer med prioritet til biomasse med lave CO<sub>2</sub>-emissioner, samt
- forbereder Danmark på at begrænse os til Danmarks andel af mængden af et globalt bæredygtigt biomasseforbrug.





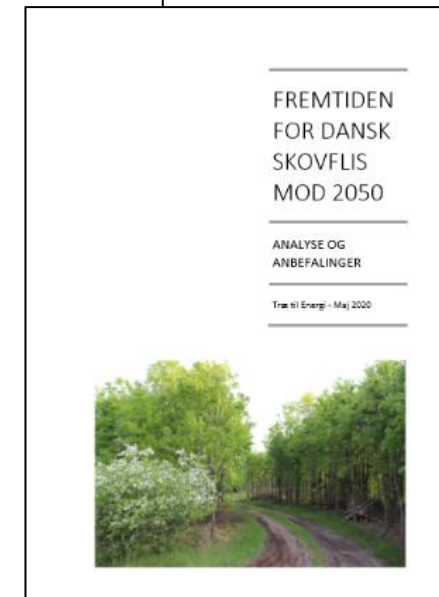
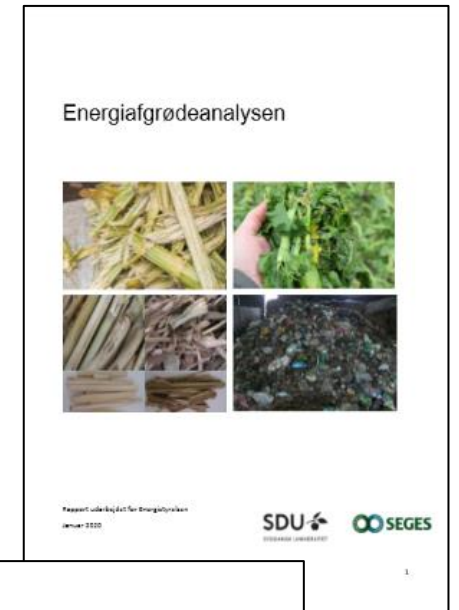
# Bæredygtig Biomasse i 2045

## 2 dimensioner/aspekter:

- Den samlede **mængde** (andel af verdens bæredygtige ressourcer)
- **Oprindelsen** (hvordan er det høstet?)

Mængden afhænger af hvad vi gør. Om vi fører en aktiv politik.

- Halm i biogas
- Omlægning af skovdrift



# Overvejelser for 2045: Robust teknologipakke

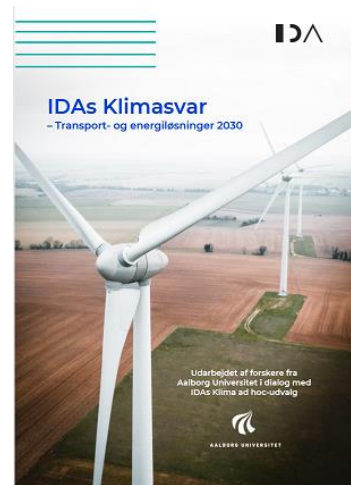
**Biomassekonvertering:** Satse på flere teknologier: Biogasanlæg, Pyrolyse, Termisk forgasning, HTL - HydroThermal liquefaction, afbrænding - sammentænkt med PtX, Brint og CCU

**Transport:** Kollektiv trafik, cykler, el-køretøjer, biobrændsler, brint.

**CO2-Sink:** Bio-char og CCS

**Fordi:**

- De supplerer hinanden godt
- De kan helt eller delvist ersatte hinanden



# Problemer i den nuværende regulering:



- Der er ikke fokus og initiativer nok til energirenovering
- Måden el-afgift-reduktionen gøres på modarbejder fjernvarme
- Udbygning med varmepumper i Københavnsområdet forhindres stadig
- Der mangler rammer for udbygning med Geotermi
- Er rammerne for industriel overskudsvarme, varmepumper, datacentre OK..? Mangler der kun udvikling og demonstration eller skal der mere til..?
- Hvordan bevarer vi den decentrale gasfyrede kraft/varme-kapacitet (endsige udbygger)
- Solvarme i fjernvarme og individuel opvarmning
- Hvordan sikrer vi fleksibel drift af eksisterende træbiomassefyrede kraftvarmeværker



# Elafgiften

”...en familie med fjernvarme, el-bil og et højt elforbrug vil kunne spare mere end 6.000 kroner om året i elafgifter ved at koble sig fra fjernvarmen og få enten elvarme eller varmepumpe....”



The screenshot shows the top section of the website 'A: energi og klima'. The header is split into a red section with the logo 'A: energi og klima' and a dark blue section with navigation links: 'KONTAKT | ABONNEMENT | ANNONCER | OM ALTINGET | COOKIEPOLITIK'. Below the header is a search bar with the text 'Søg på Altinget...' and a 'Søg' button. A navigation menu includes 'vælg område', 'IP ADGANG - LOG IND PÅ MIT ALTINGET', 'OM PORTALEN', 'ARTIKLER', 'DEBAT', 'KARRIERE', and 'MERE'. Below the menu is a grid of four news articles, each with a small image and a title.

## Forskere og erhverv til regeringen: Løs problemer med skæv elafgift, inden den træder i kraft



*DEBAT: Det er positivt, at regeringen vil sænke elafgiften for at fremme varmepumper, men metoden kommer til at ramme helt skævt. Problemet skal løses nu, inden afgiftssænkningen træder i kraft, skriver forskere og repræsentanter fra erhvervslivet.*



# NYE VEJE FOR BIOMASSE I DANMARK

Tirsdag d. 8. december 2020, kl. 13-17 online-streaming



## Bæredygtig biomasse i den grønne omstilling?

Professor Henrik Lund  
Aalborg Universitet



AALBORG UNIVERSITY  
DENMARK



RÅDET FOR  
**GRØN OMSTILLING**

# Privat brændefyring

Kåre Press-Kristensen  
Seniorrådgiver, luftkvalitet  
Miljøingeniør, Ph.D., HD(A)  
Rådet for Grøn Omstilling  
kaare@rgo.dk



# Konklusion

- Brændeovne er hyggelige ... Præcis ligesom rygning ... men de tilknyttede helbredsskader er ikke acceptable.
- Brænderøg koster flere dødsfald end passiv rygning.
- Hvis cigaretter og brændeovne blev opfundet i dag, så var de aldrig blevet tilladt.
- Fremtidens grønne samfund er røgfrit - det gælder både boligopvarmning, transport og andre sektorer.
- Vi skal have røgfri boligområder ligesom vi har røgfri fly. Man skal med sindsro kunne stille barnevognen i haven.

# Helbredsskader af brænderøg

- Hjertekarsygdomme, blodpropper og derved tidlig død.
- Luftvejslidelser: Astma, bronkitis og rygerlunger.
- Kræft: Kræftfremkaldende på højeste niveau (WHO).
- Nedsat intelligens og lungekapacitet hos børn.
- Sygedage og dage med nedsat aktivitet.
- Mistanke: Alzheimers demens, Parkinsons sygdom m.v.

REF se originalkilder hos: <https://woodsmokepollution.org/references.html>



# Helbredsskader og omkostninger

- Brænderøg i udeluften forårsager ca. 550 dødsfald årligt.
- Det svarer til lidt over 1 % af alle danske dødsfald.
- Dertil kommer dødsfald grundet indeklimaforurening og 400-500 dødsfald i udlandet grundet dansk brænderøg.
- Brænderøg skader folkesundheden for ca. 8 mia. kr årligt svarende til prisen på 2-3 supersygehuse hvert år !
- Der betales ingen afgifter for brændefyring – fyrbøderen lever godt i skattely, mens samfundet betaler regningen.



# Dominerende forureningskilde

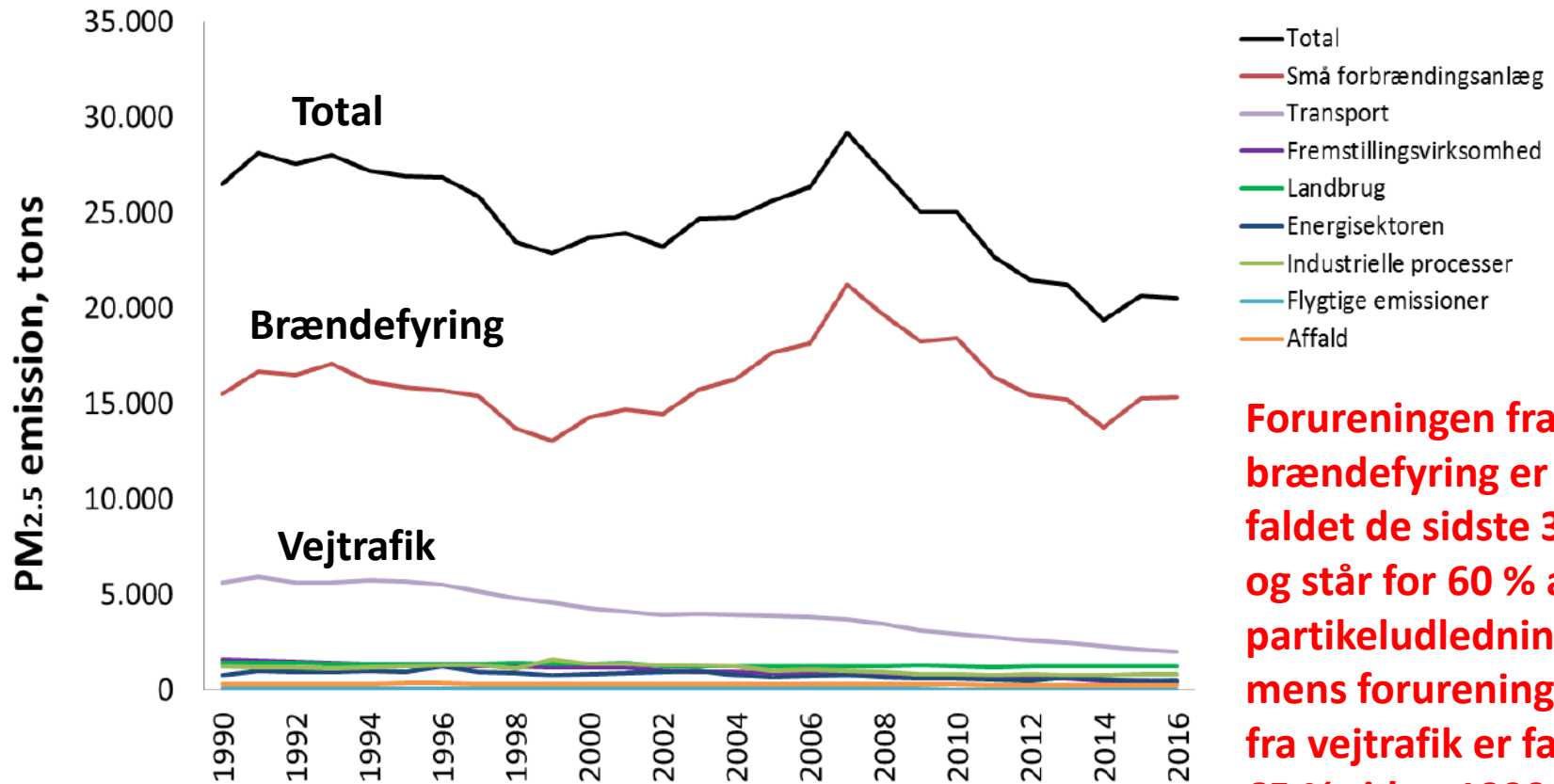
- **Brænderøg er ansvarlig for:** (DCE, Scientific Report 369, 2020)
  - Ca. 70 % af det danske udslip af tjærestoffer.
  - Ca. 70 % af det danske udslip af dioxiner. **Kraftværker: 2-3 %**  
**Transport: 10 %**
  - Ca. 60 % af det danske udslip af **fine partikler.**
  - Ca. 55 % af det danske udslip af sodpartikler (Black Carbon).
- Brænderøg er derved en dominerende kilde til en række stærkt helbred-, klima- og naturskadelige stoffer, selv om brændefyring kun dækker 4-5 % af landets energiforbrug.
- Brændefyring er samtidig helt overflødigt i et moderne samfund med isolering og meget renere varmekilder.

# Brænderøg kan give sag ved EU-domstolen

Emissioner [tons]	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	NM <sub>VO</sub> C	NH <sub>3</sub>	PM <sub>2,5</sub>
2005	26.212	188.117	110.000	79.822	25.636
2020	10.727	78.985	61.713	64.402	18.470
2025	11.548	68.733	60.270	64.515	16.732
2030	12.217	58.880	58.832	64.046	15.204
Reductions (%) since 2005					
2020	59 [60*] ± 8**	58 ± 15**	43 ± 30**	19 ± 15**	28 ± 40**
2025	56 [60*] ± 8**	63 ± 15**	44 ± 30**	19 ± 15**	35 ± 40**
2030	53 [60*] ± 8**	69 ± 15**	46 ± 30**	20 ± 15**	41 ± 40**
Reductions commitments (%)					
2020	35	56	35	24	33
2030	59	68	37	24	55

REF: Miljøstyrelsen, 2019: Nationale program for reduktion af luftforurening

# Forureningen er ikke faldet i 30 år

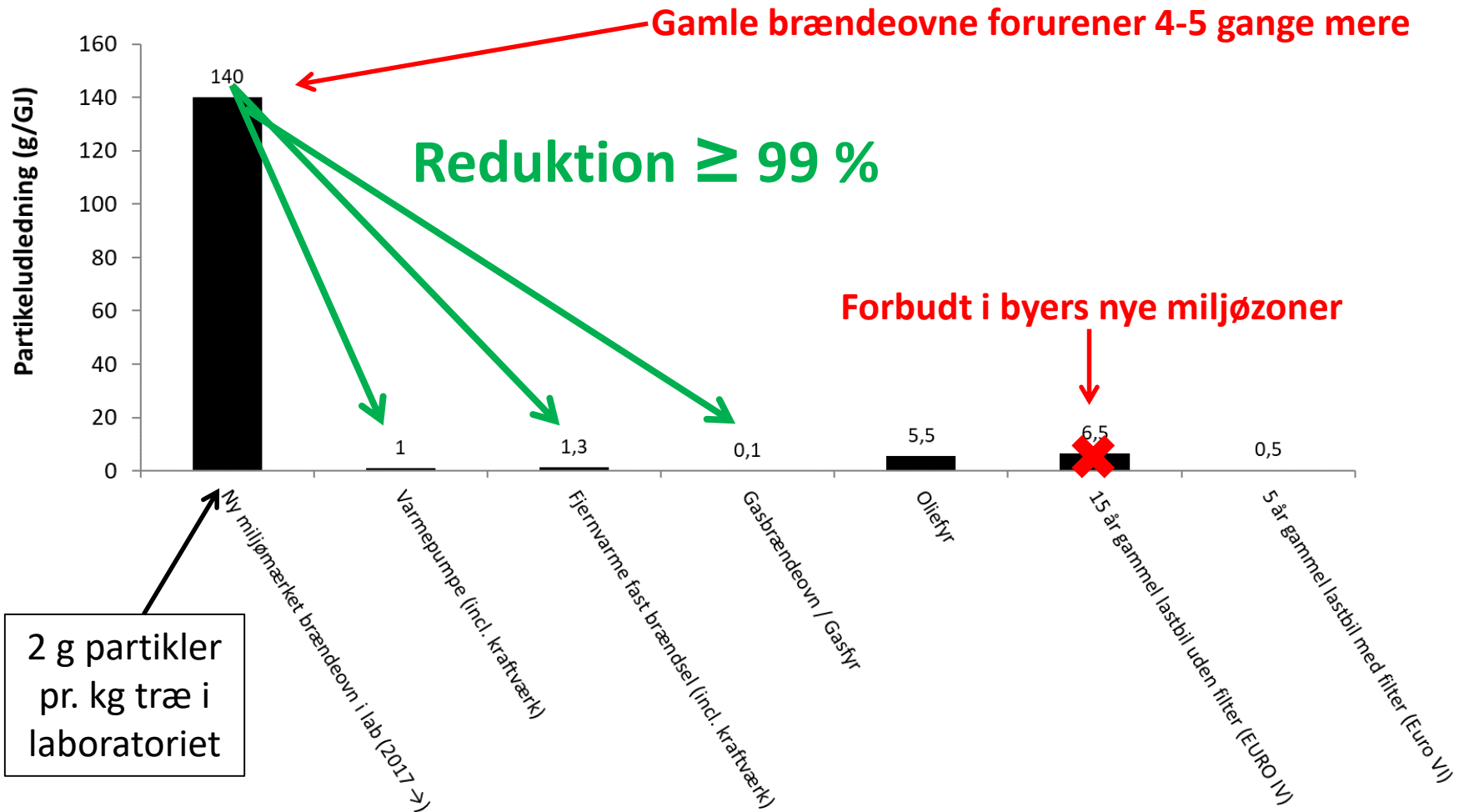


**Forureningen fra brændefyring er ikke faldet de sidste 30 år og står for 60 % af partikeludledningen, mens forureningen fra vejtrafik er faldet 65 % siden 1990.**

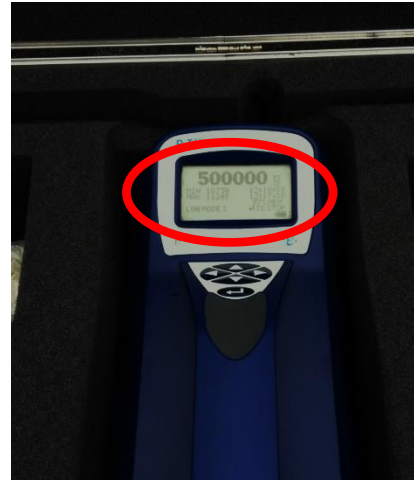
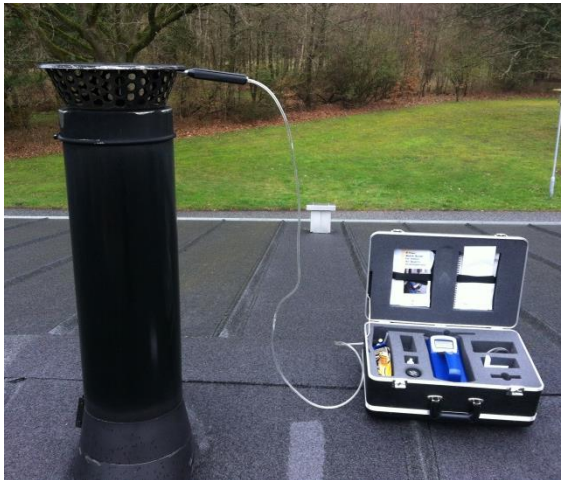
Figur 2.2 Udvikling i emissioner af partikler fra 1990 til 2016 fordelt på kilder DCE



# Nye brændeovne er ikke løsningen



# Massiv forurening selv ved "usynlig" røg



Øverst: Før målingerne.

Nederst: Efter 1 times måling.



## Konklusion:

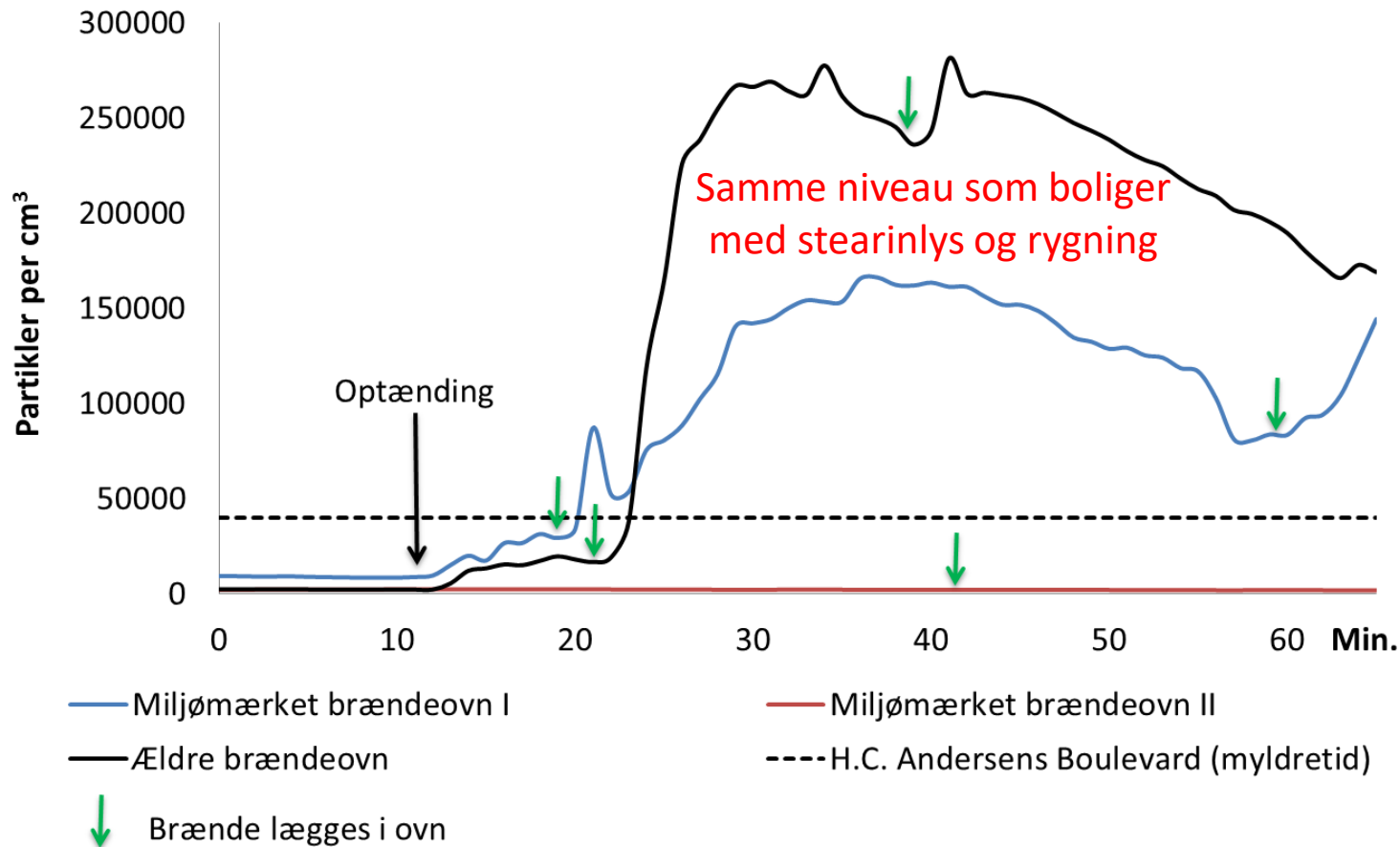
Fyring under optimale fyringsforhold i en miljømærket ovn forurener mere end måleudstyrets øvre målegrænse – til sammenligning ses forurening fra en ny lastbil med filter.

## Eks. Brænderøg i København

- I København fyres kun lidt, men brænderøg står alligevel for ca. 45 % af partikeludledningen og en gennemsnitlig brændeovn koster ca. 15.000 kr årligt i helbredsskader.
- De kun 16.000 brændeovne i København udleder over dobbelt så mange fine partikler på en fyringssæson, som al vejtrafikken i København udleder på et helt år.
- Erstattes lidt brændefyring med isolering og fjernvarme kan partikeludledningen altså reduceres over dobbelt så meget som ved at forbyde alle biler i byen året rundt ...

# Indeklimaforurening

## Indeklimaforurening fra brændefyring







# Brænderøg er klimabelastning

- Når træ afbrændes frigives  $\text{CO}_2$  der bidrager til global opvarmning - præcis ligesom når kul afbrændes.
- Afbrænding af træ (kemisk oxidation) er den hurtigste måde at frigive  $\text{CO}_2$  og forøge atmosfærens indhold af  $\text{CO}_2$  og den tilknyttede globale opvarmning.
- Hvis vi skal afbrænde biomasse skal det derfor være biomasse med kort  $\text{CO}_2$ -cyklus (< 5 år) = **ikke** brænde.
- Sodpartikler er samtidig en af de vigtigste årsager til global opvarmning og særligt nye brændeovne frigiver meget sod og bidrager markant til global opvarmning.

# Tæl årringene ... CO<sub>2</sub>-optaget tager 50 år !



# Mere træ i byggeriet og til naturen

- Hvor det både er CO<sub>2</sub>-lager og øger biodiversiteten.



# Løsning: Røgfri boligområder

- Beskatning af brændefyring, så fyrbøderen betaler for røgens helbredsskader og klimabelastning.
- Forbud imod brændefyring i byernes boligområder med mindre de er udstyret med højeffektiv røggasrensning (det eksisterer ikke i dag og bliver nok rigtig dyrt ...).

... Behov for et politisk opgør med de fredede fyrbødere, der lever godt i skattely og fylder vor fælles luft med både helbreds-, klima og naturskadelig røg og bare efterlader naboerne og skatteyderne med regningen.



# Aktuelle ren luft kampagner

Rådet for Grøn Omstilling - underskriftindsamling:

<https://rgo.dk/skriv-under-for-at-stoppe-luftforurening/>

Københavns Kommune – Ren luft redder liv:

<https://renluft.kk.dk/>

# Byggematerialer af træbiomasse

**Emil Engelund Thybring**

Lektor i Trævidenskab

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

KØBENHAVNS UNIVERSITET



# Byggebranchen sætter et markant aftryk...

**Globale CO<sub>2</sub>-udledninger**

**28 % fra energi til drift**

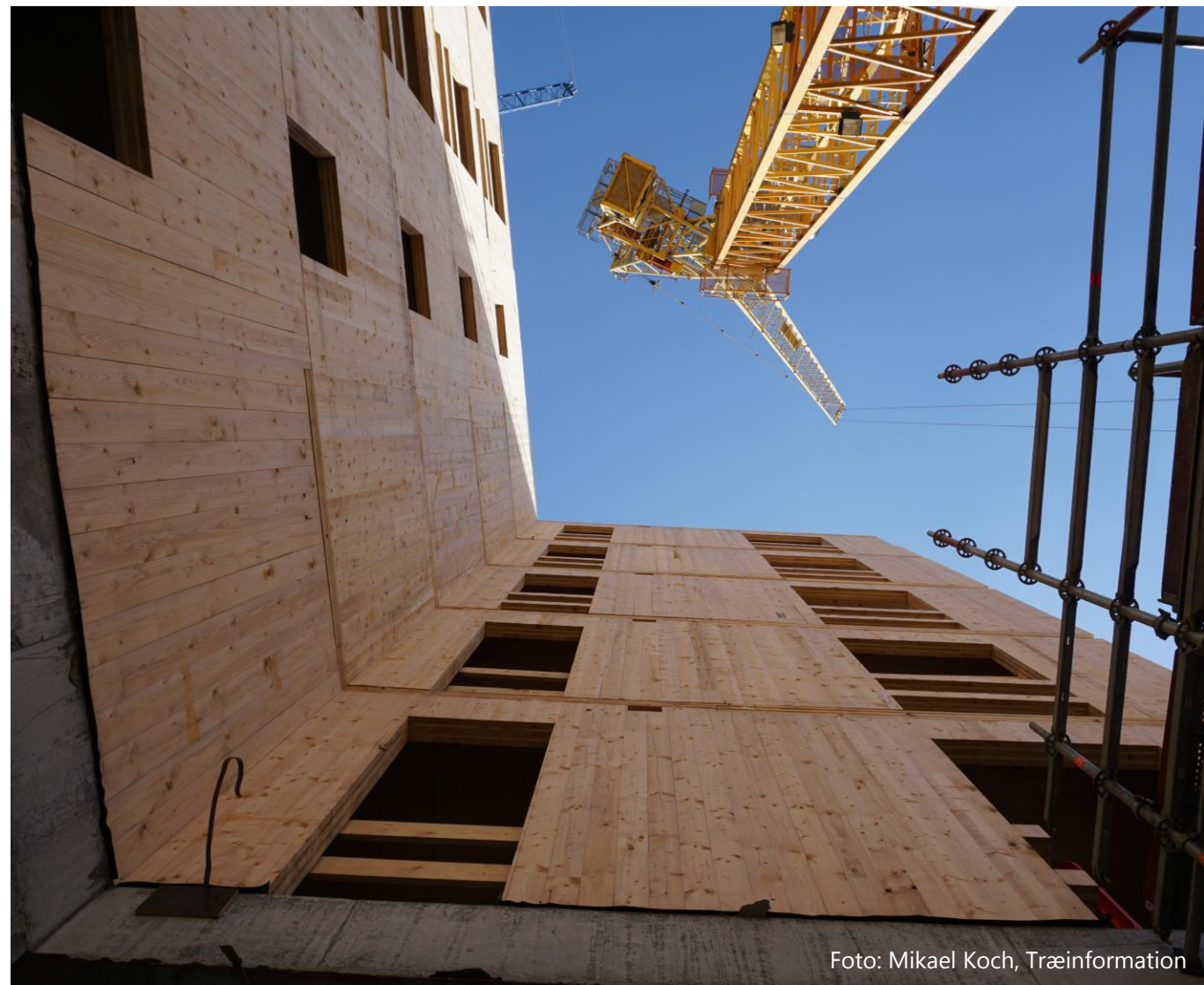
**11 % fra materialeproduktion**

**Globalt forbrug af råstoffer**

**45 % af udvundne råstoffer**

## ...men branchen er under forandring

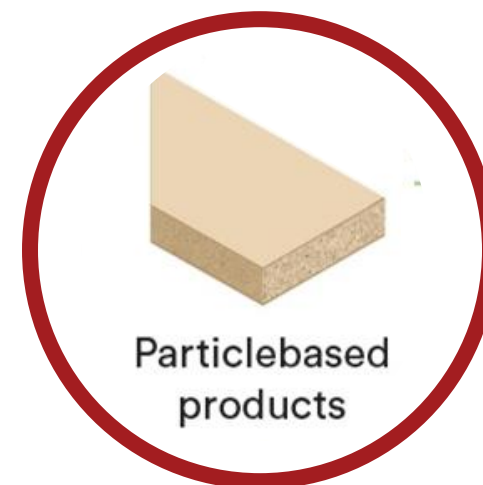
- **Byggematerialer af træ** vinder frem i Europa og Nordamerika
- Udvikling er båret af
  - fokus på et **mindre klimaaftryk** og **fornybare råstoffer**
  - **teknologisk udvikling** inden for byggematerialer af træ





# Dagens store spørgsmål

## 1. Hvordan bliver træbiomasse til byggematerialer?



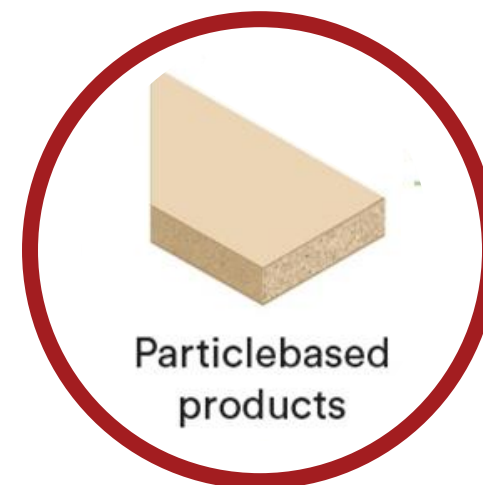
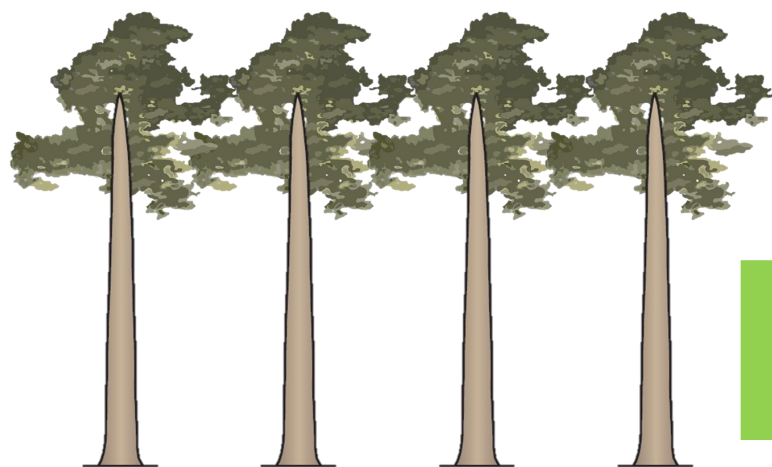
## 2. Hvordan kan træbiomasse fra skovbruget udnyttes bedre?



## 3. Hvordan kan træbiomasse ude i samfundet udnyttes bedre?

# Dagens store spørgsmål

## 1. Hvordan bliver træbiomasse til byggematerialer?

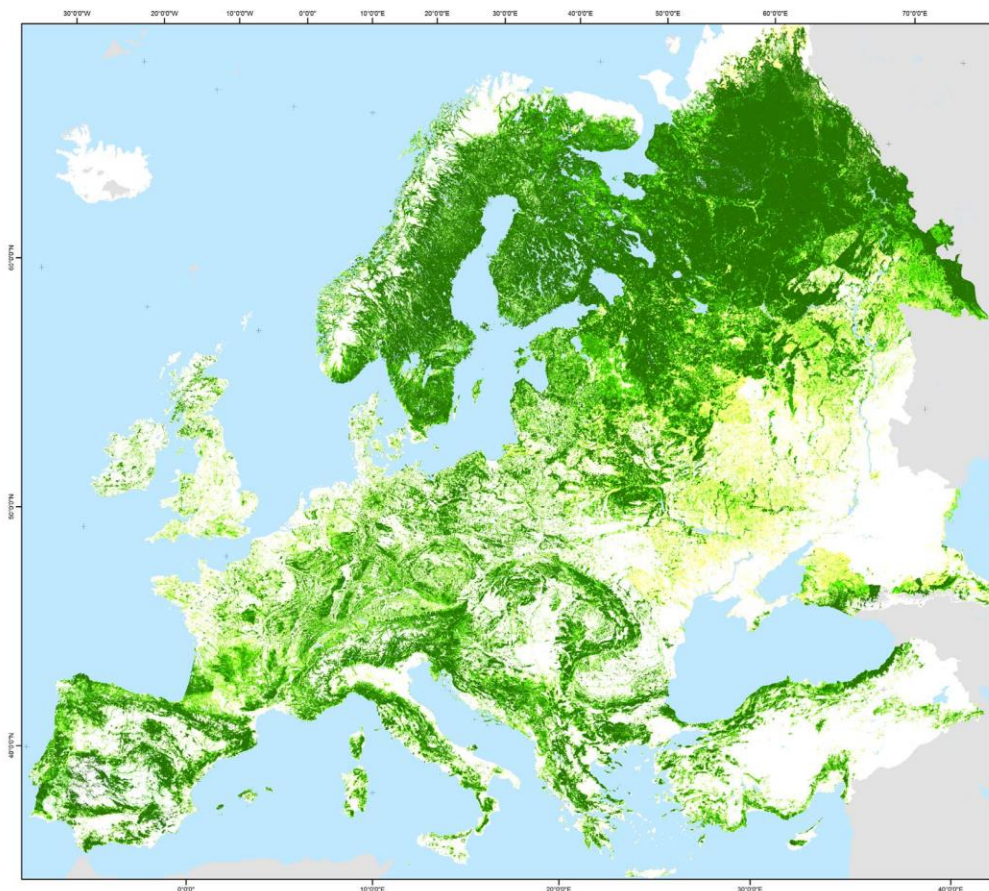
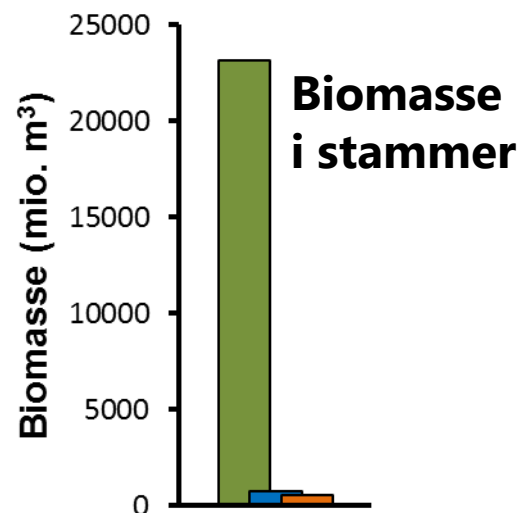


2. Hvordan kan træbiomasse fra skovbruget udnyttes bedre?

3. Hvordan kan træbiomasse ude i samfundet udnyttes bedre?

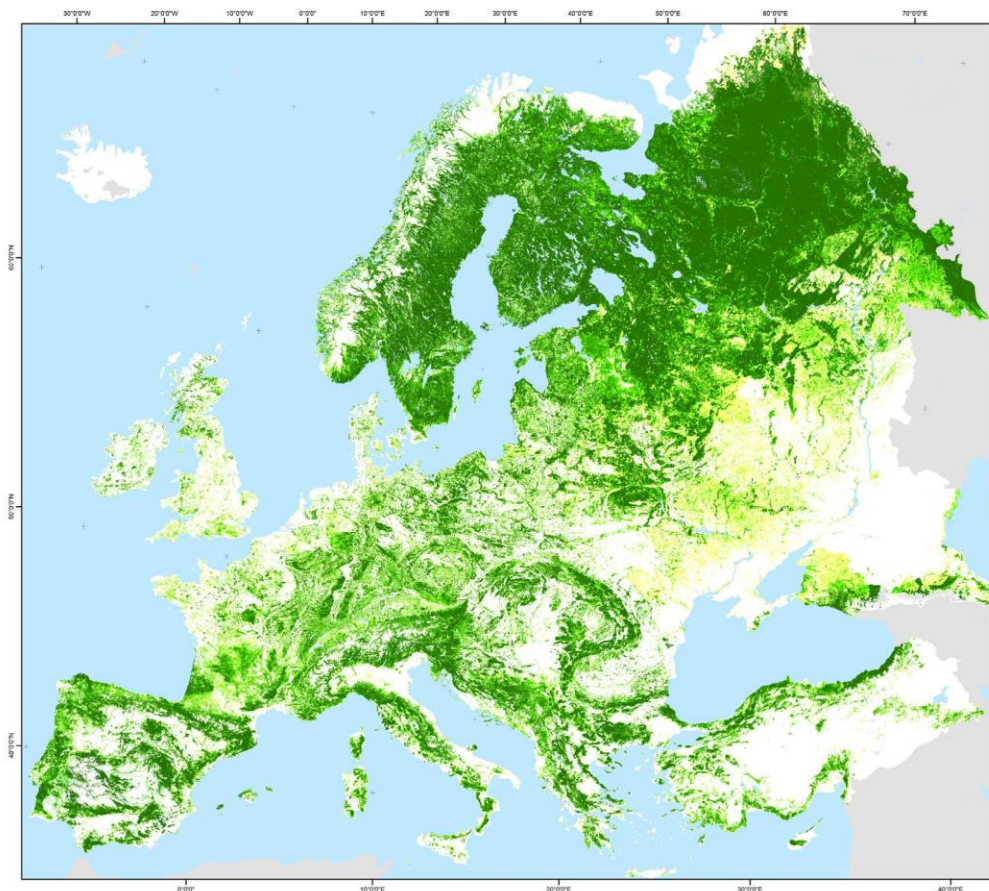
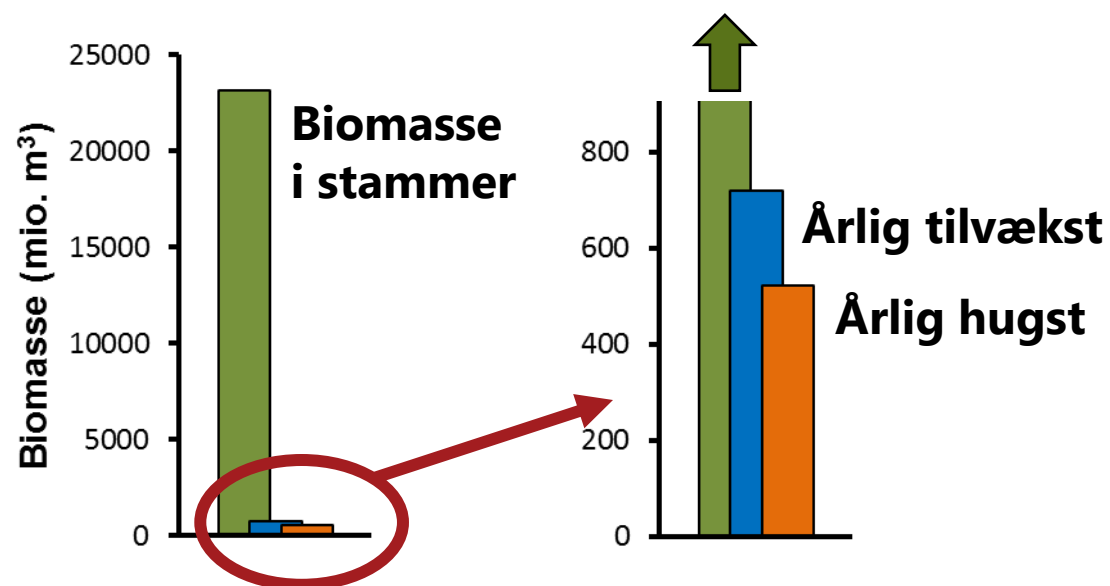
# Produktionen af træ i Europas skove

- Mængden af biomassen i de produktive skove i Europa (EU27+UK) udgør **~23.000 mio. m<sup>3</sup>** (i træstammerne)

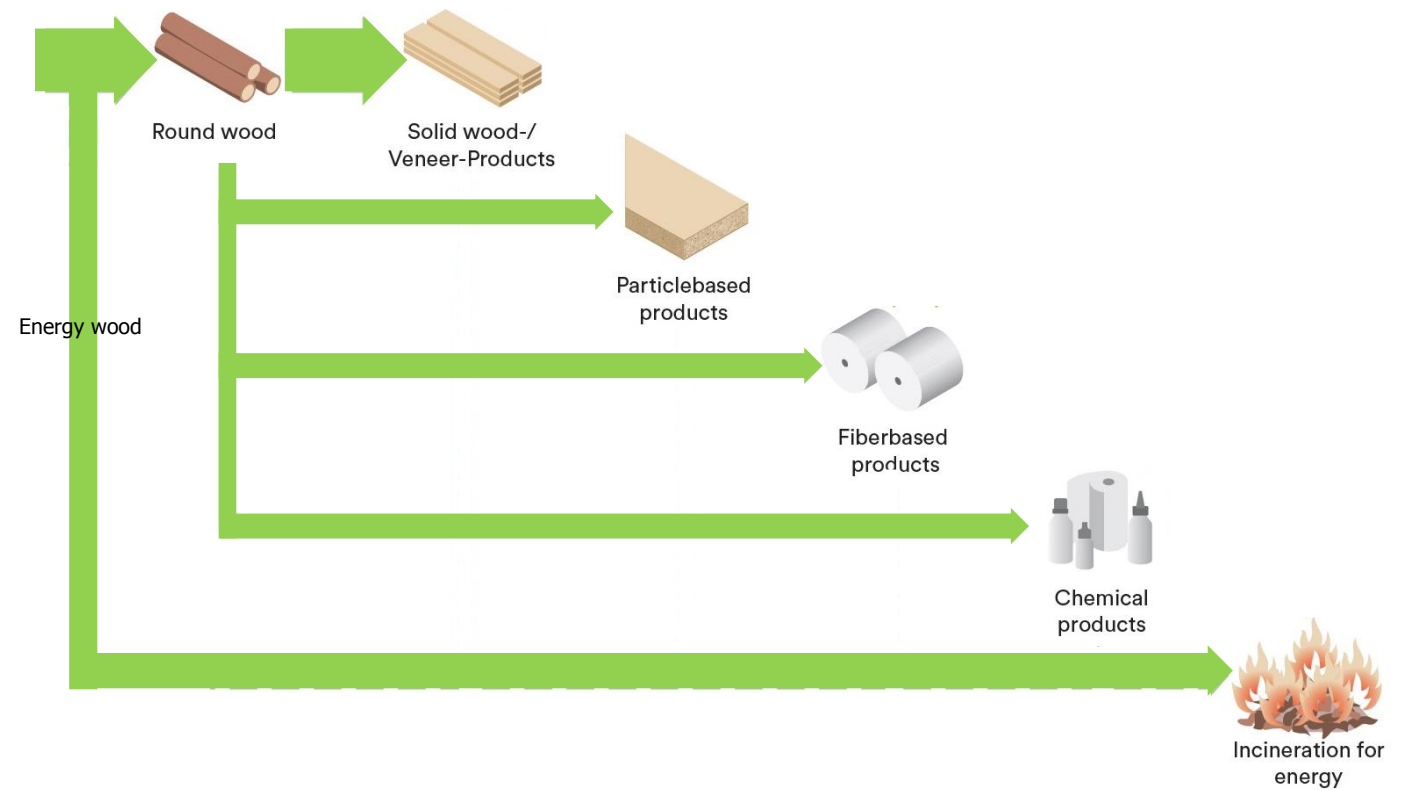


# Produktionen af træ i Europas skove

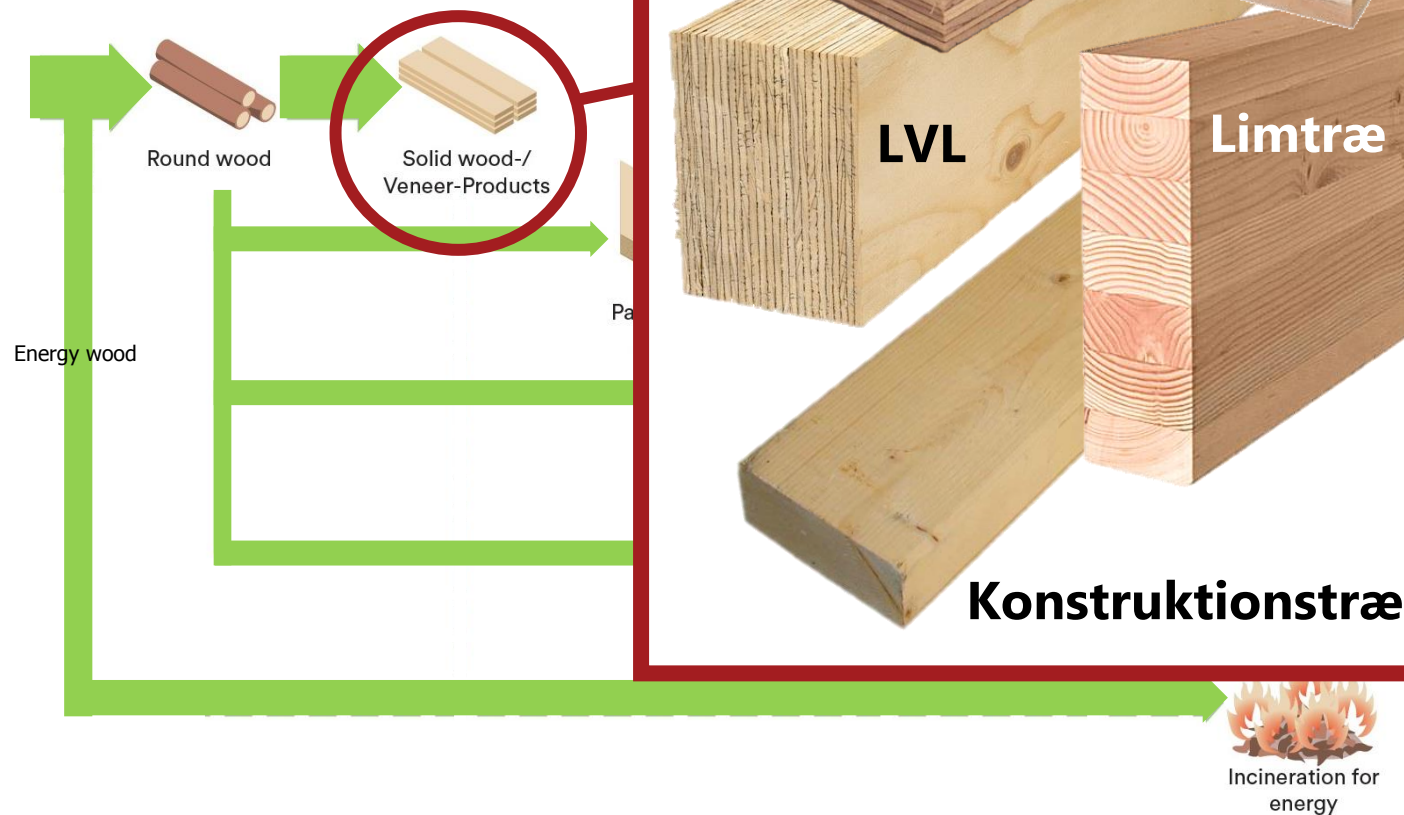
- Mængden af biomassen i de produktive skove i Europa (EU27+UK) udgør **~23.000 mio. m<sup>3</sup>** (i træstammerne)
- Årligt vokser skovene med **~720 mio. m<sup>3</sup>** hvoraf **~520 mio. m<sup>3</sup>** fældes



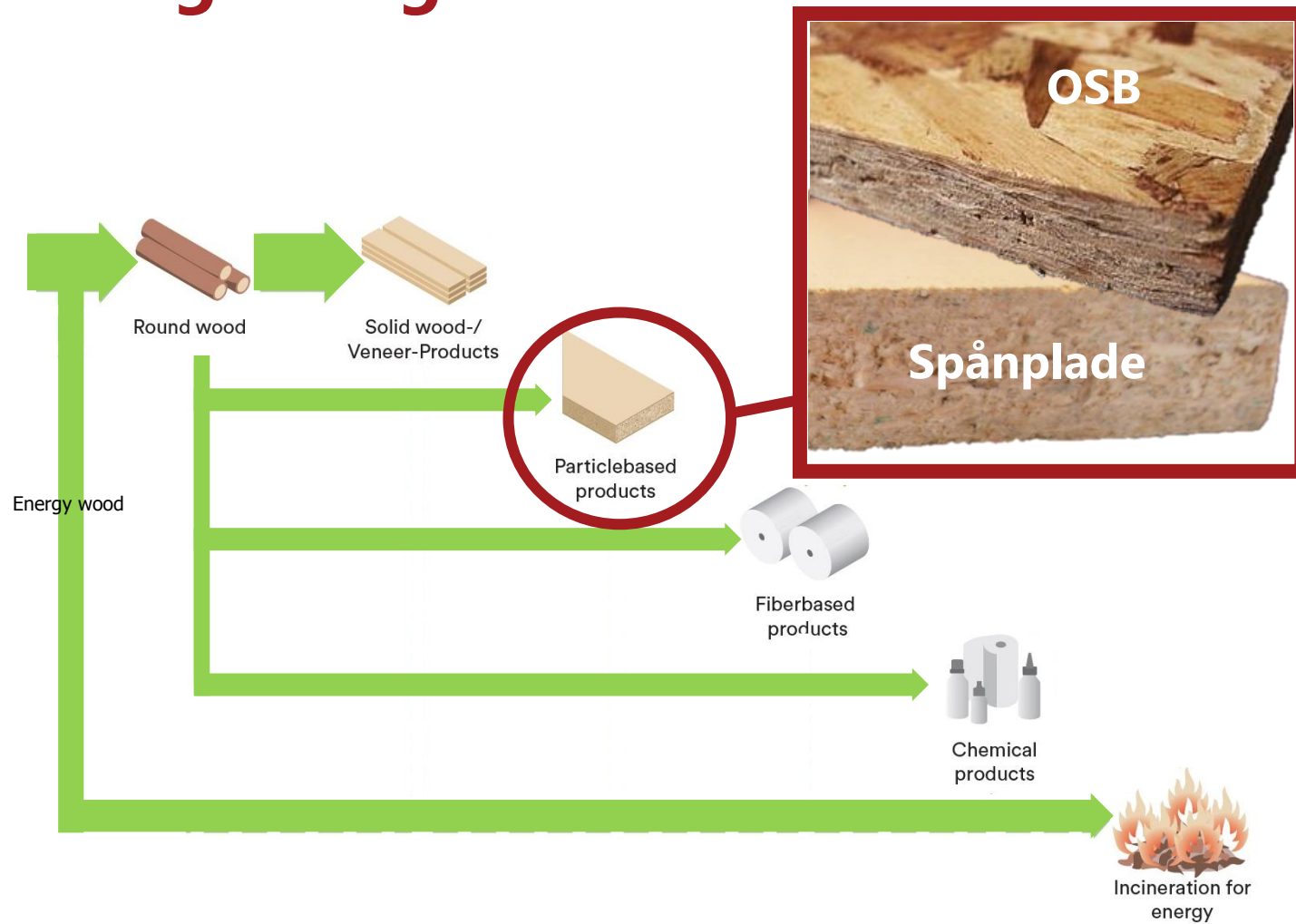
# Fra skov til byggematerialer og energi



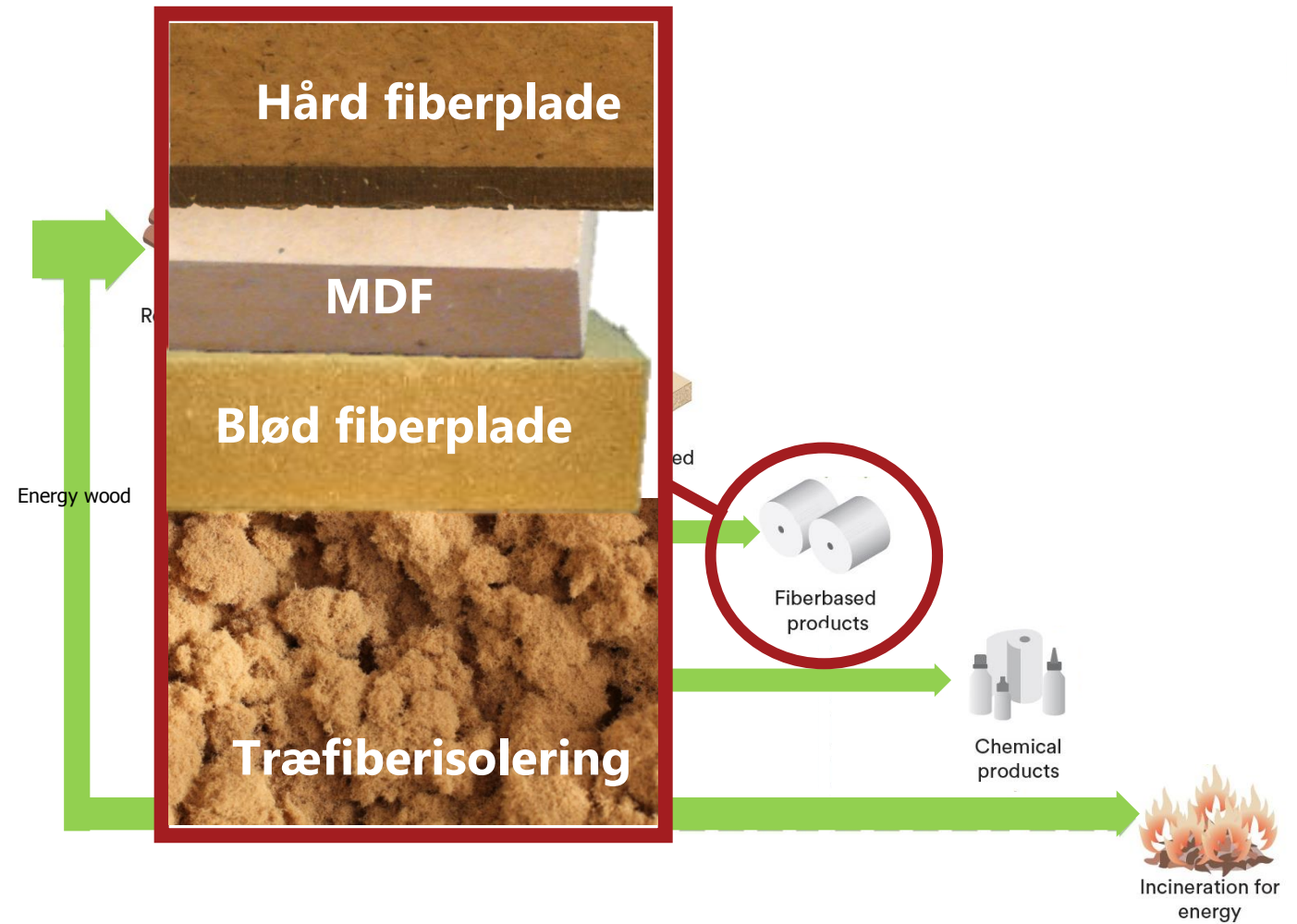
# Fra skov til byggematerialer og energi



# Fra skov til byggematerialer og energi

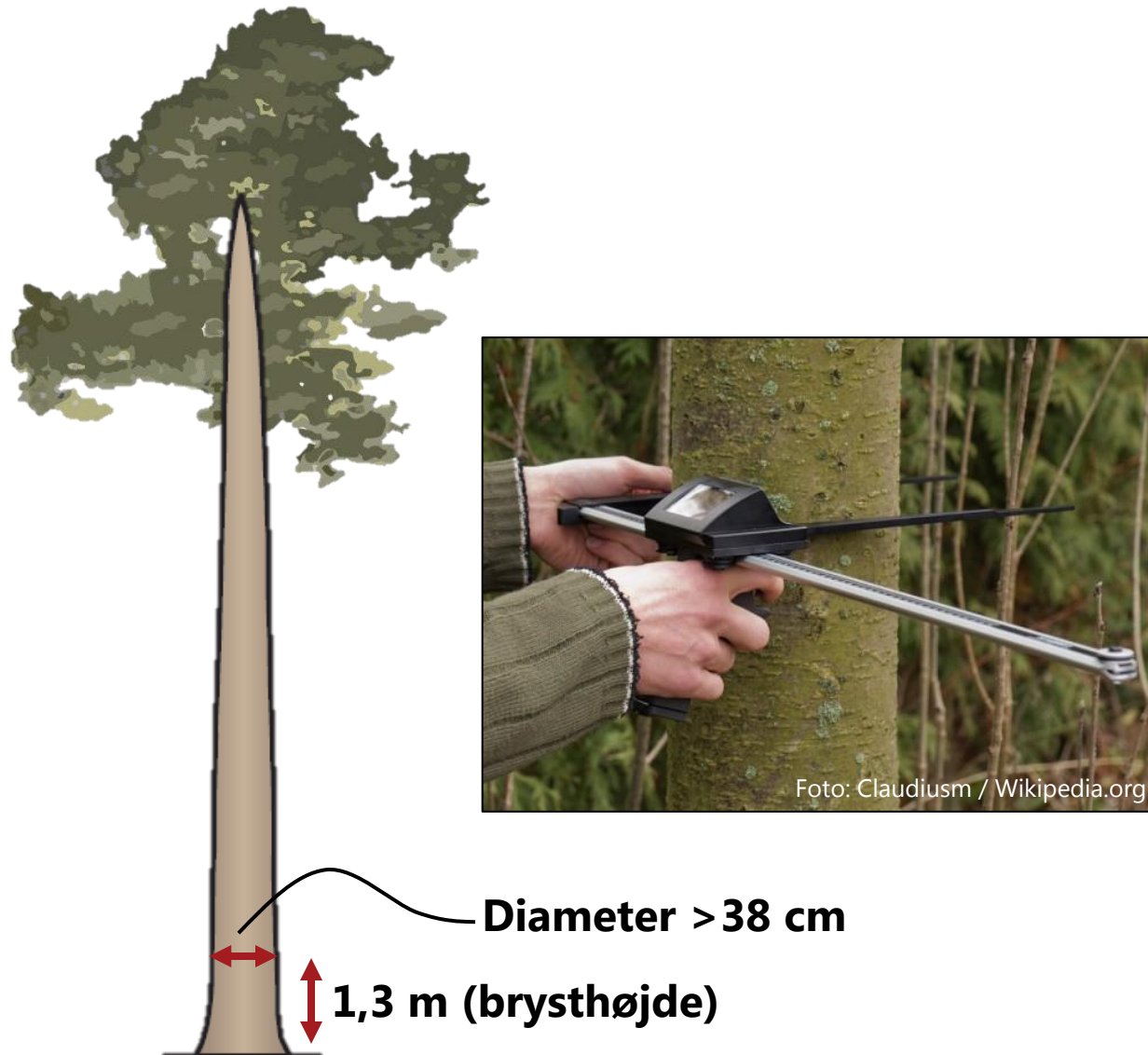


# Fra skov til byggematerialer og energi

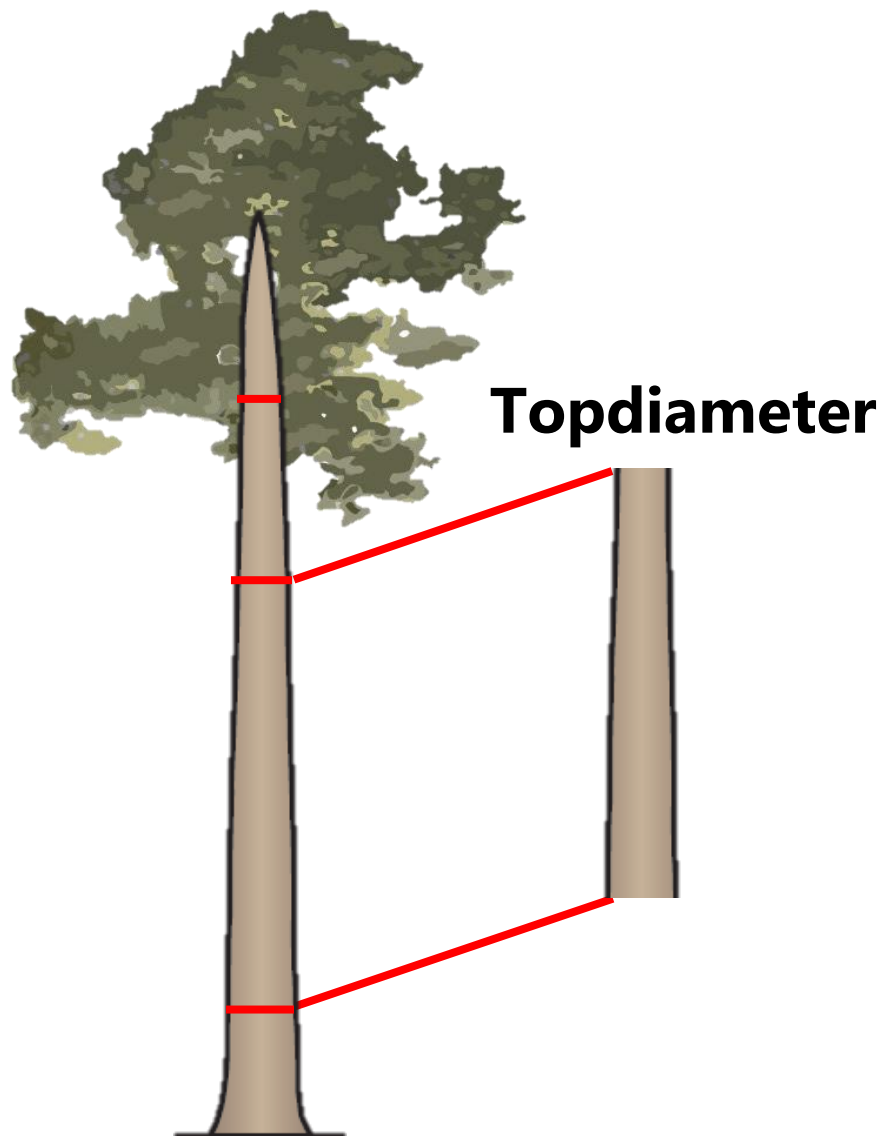




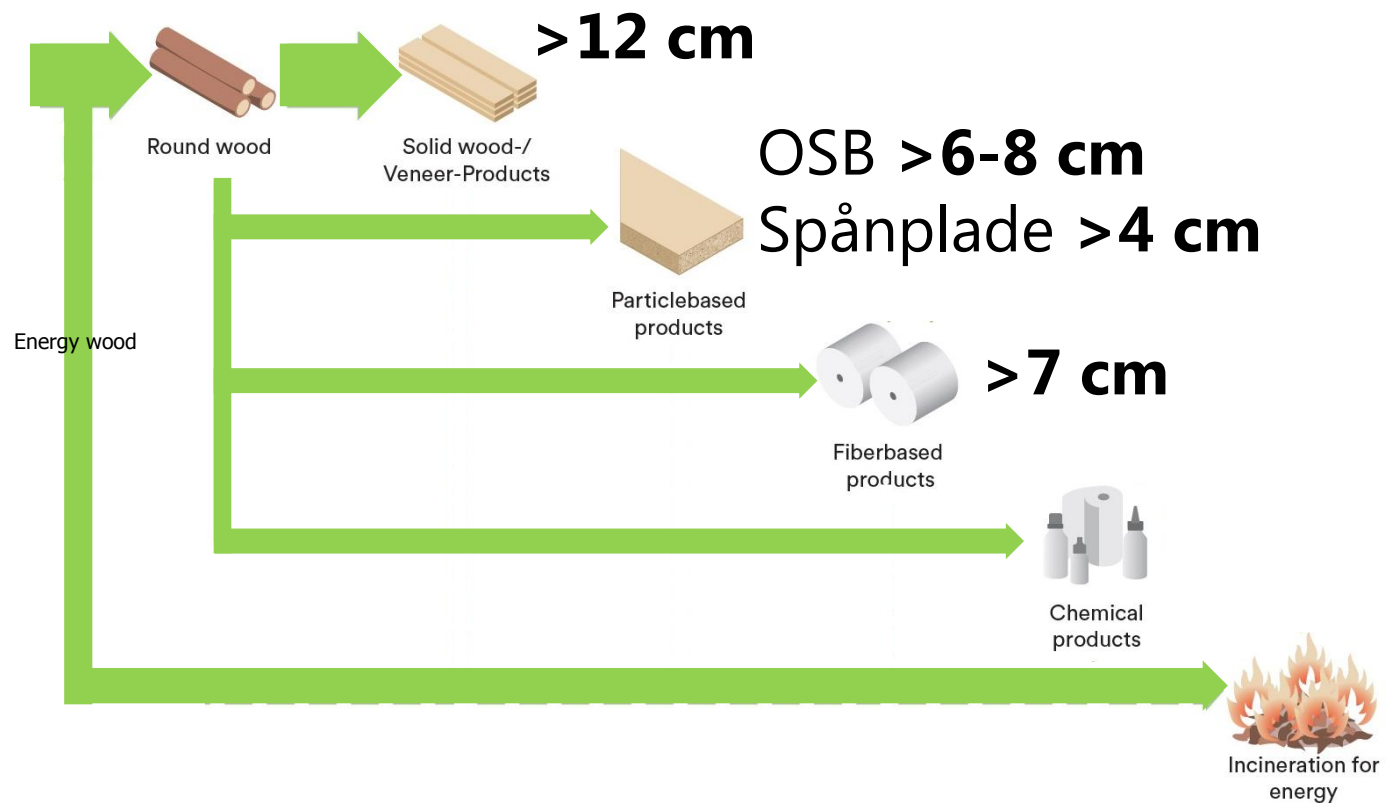
# Hvad bestemmer sortimentet af produkter?



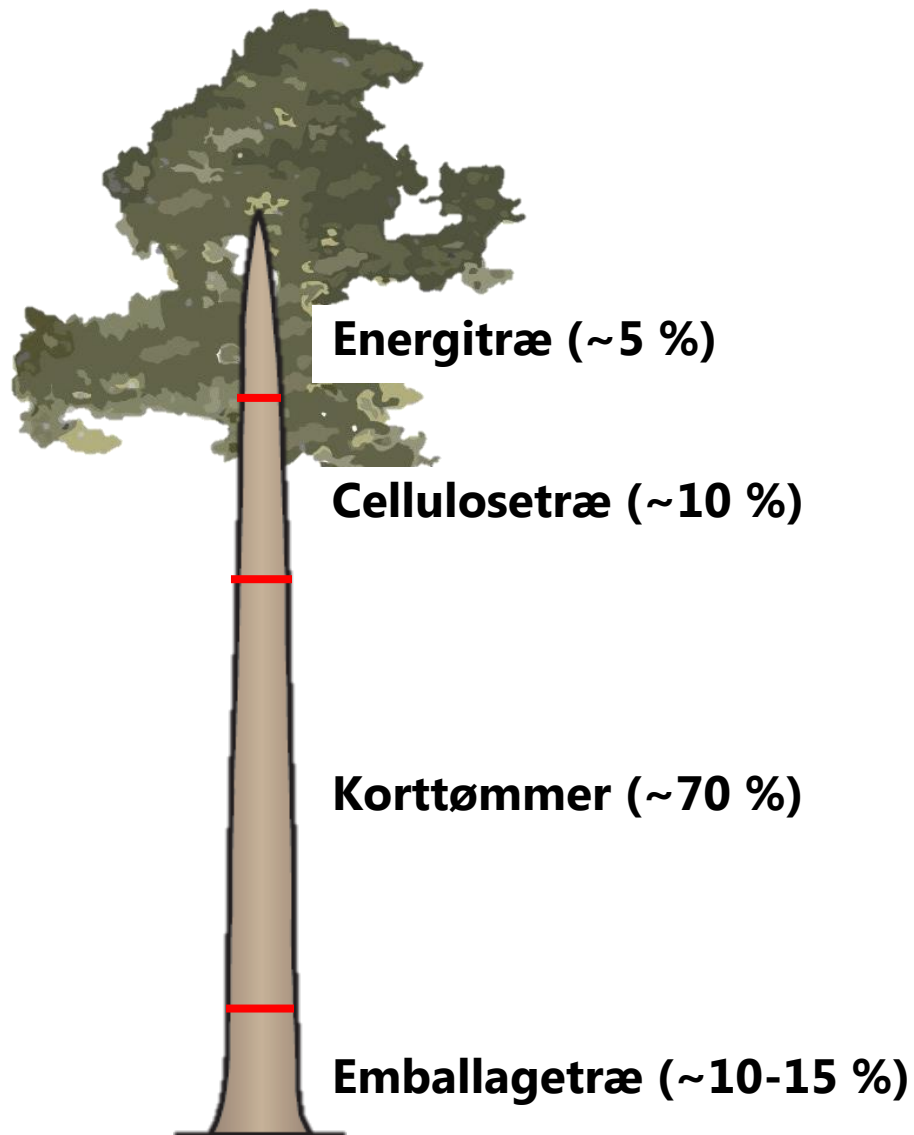
# Hvad bestemmer sortimentet af produkter?



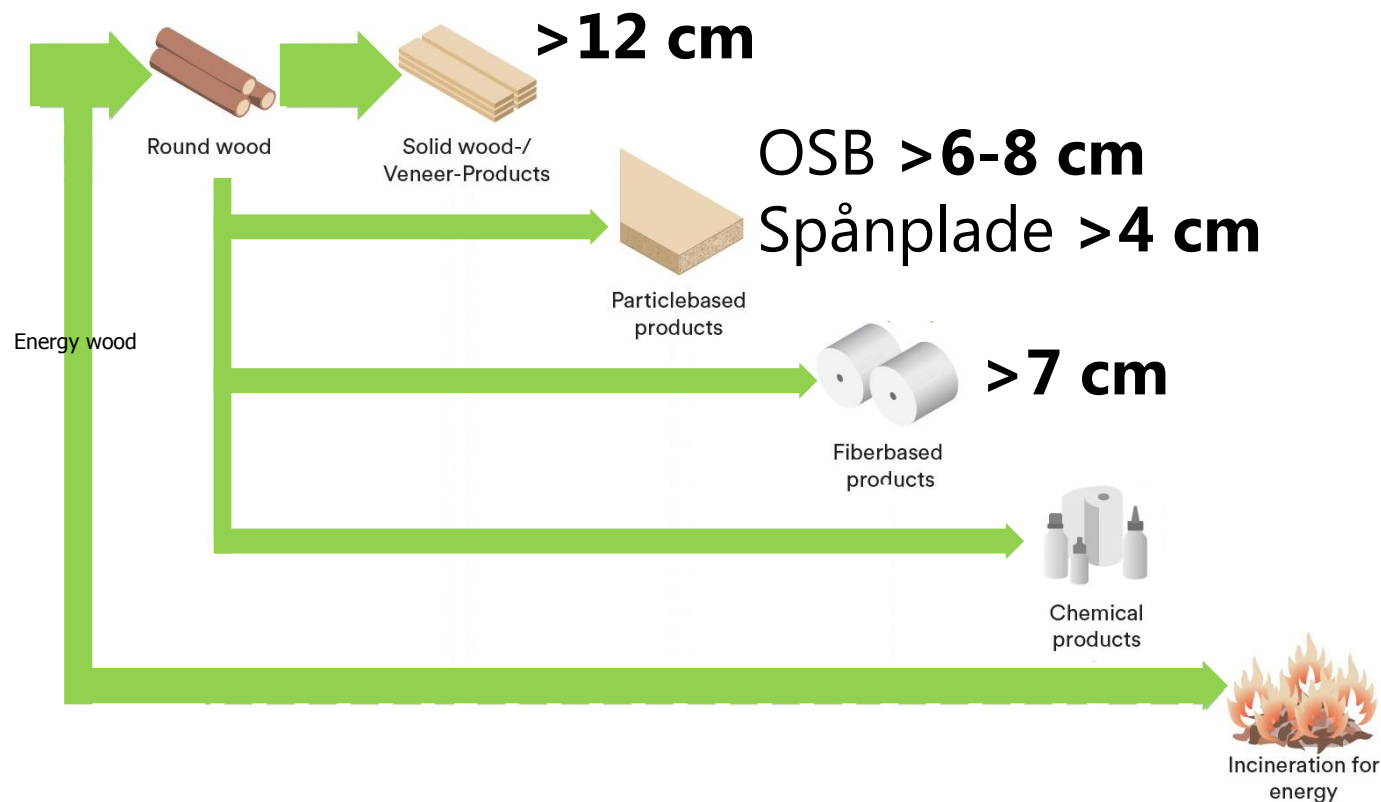
## Krav til topdiameter på træstok



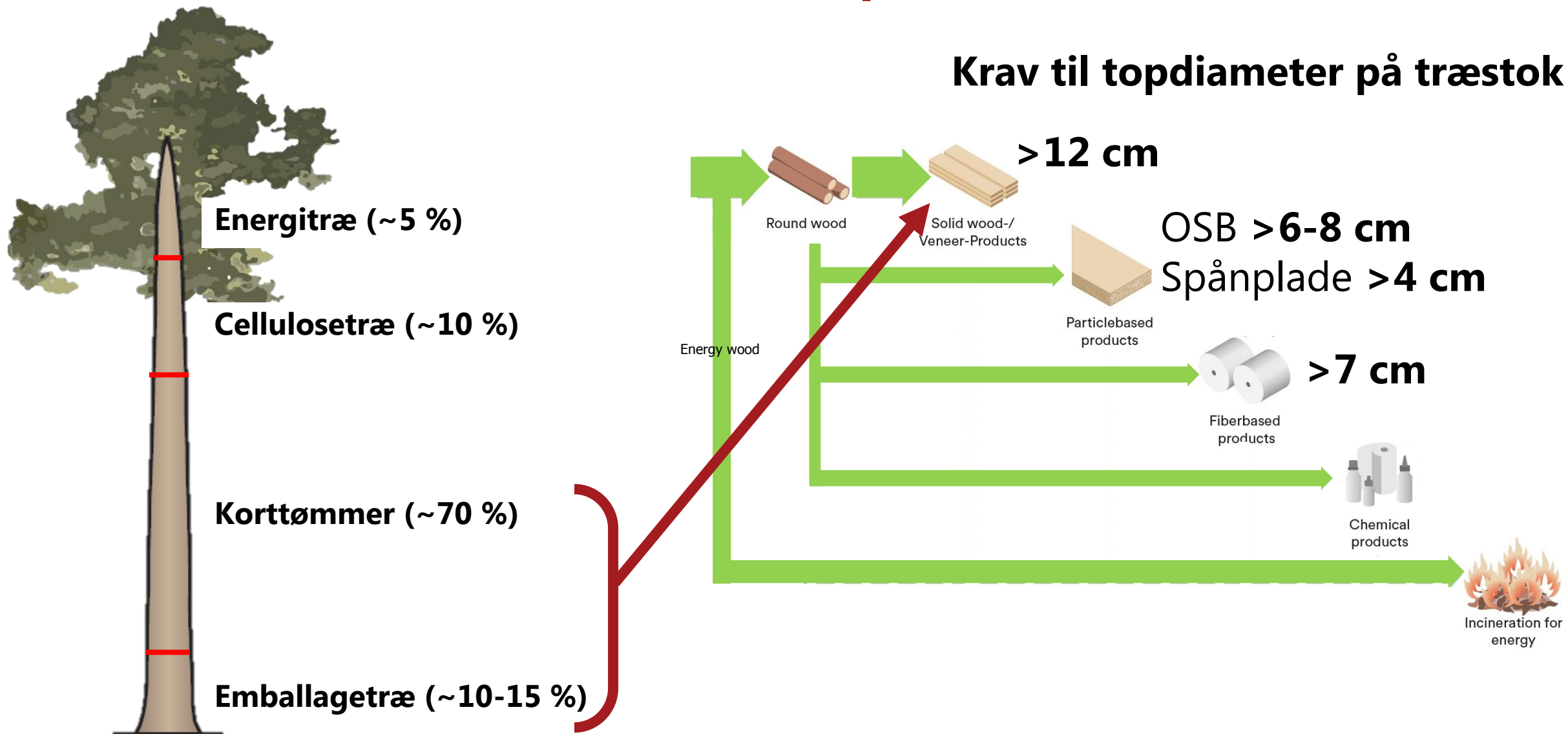
# Hvad bestemmer sortimentet af produkter?



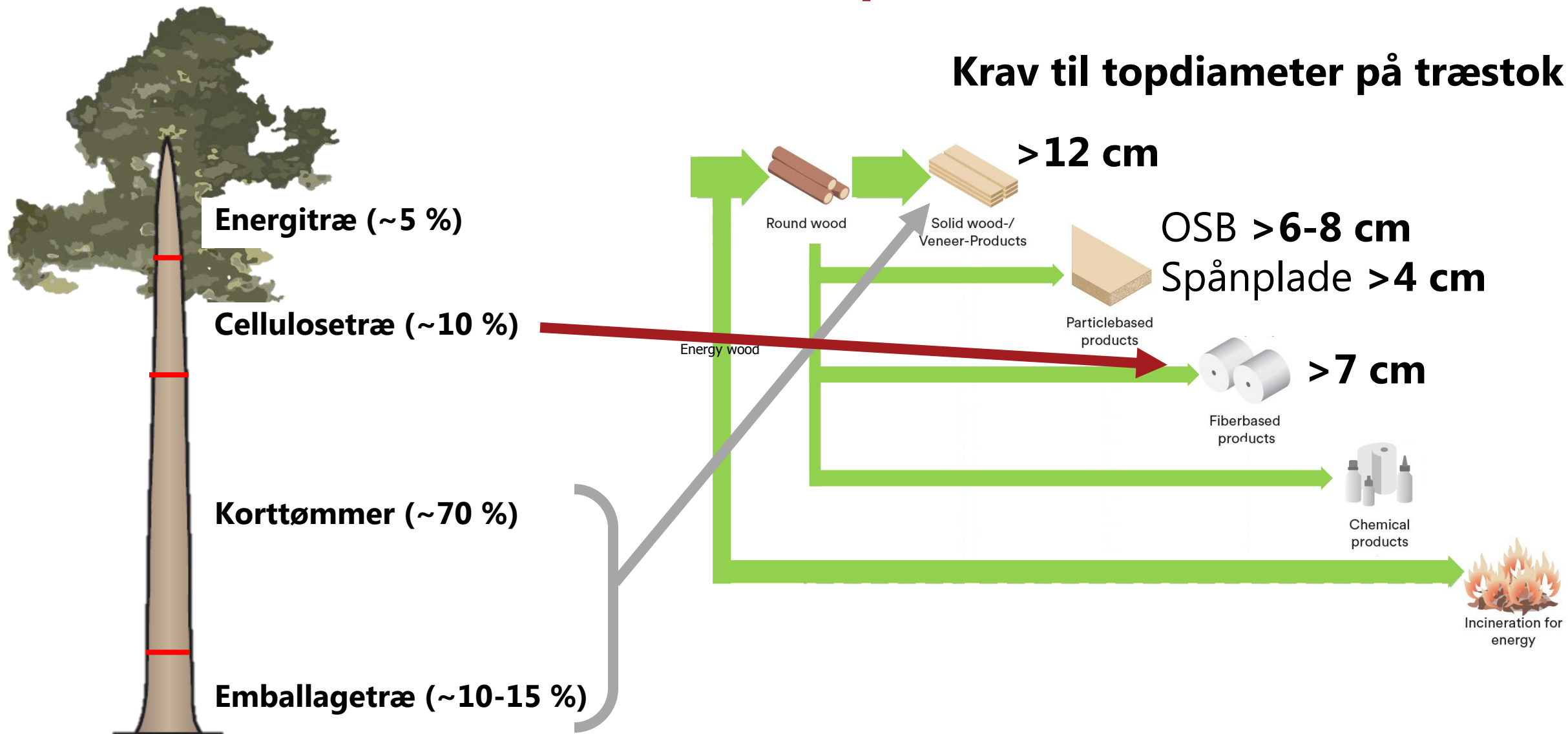
## Krav til topdiameter på træstok



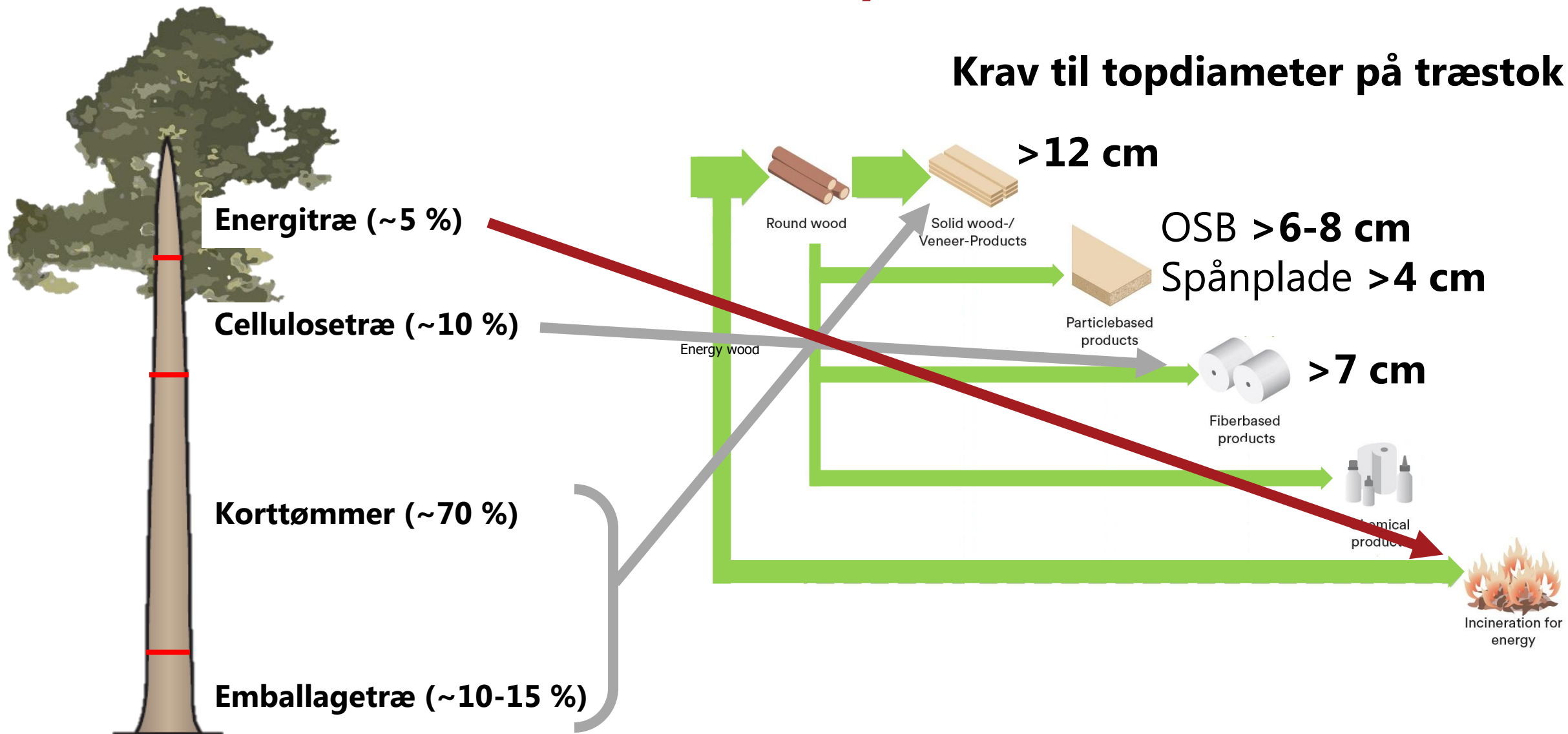
# Hvad bestemmer sortimentet af produkter?



# Hvad bestemmer sortimentet af produkter?

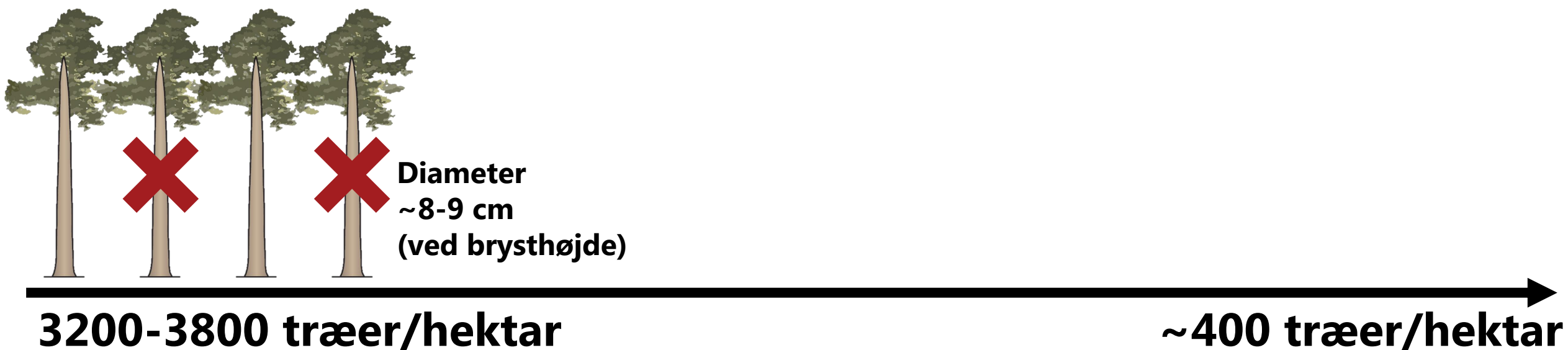


# Hvad bestemmer sortimentet af produkter?



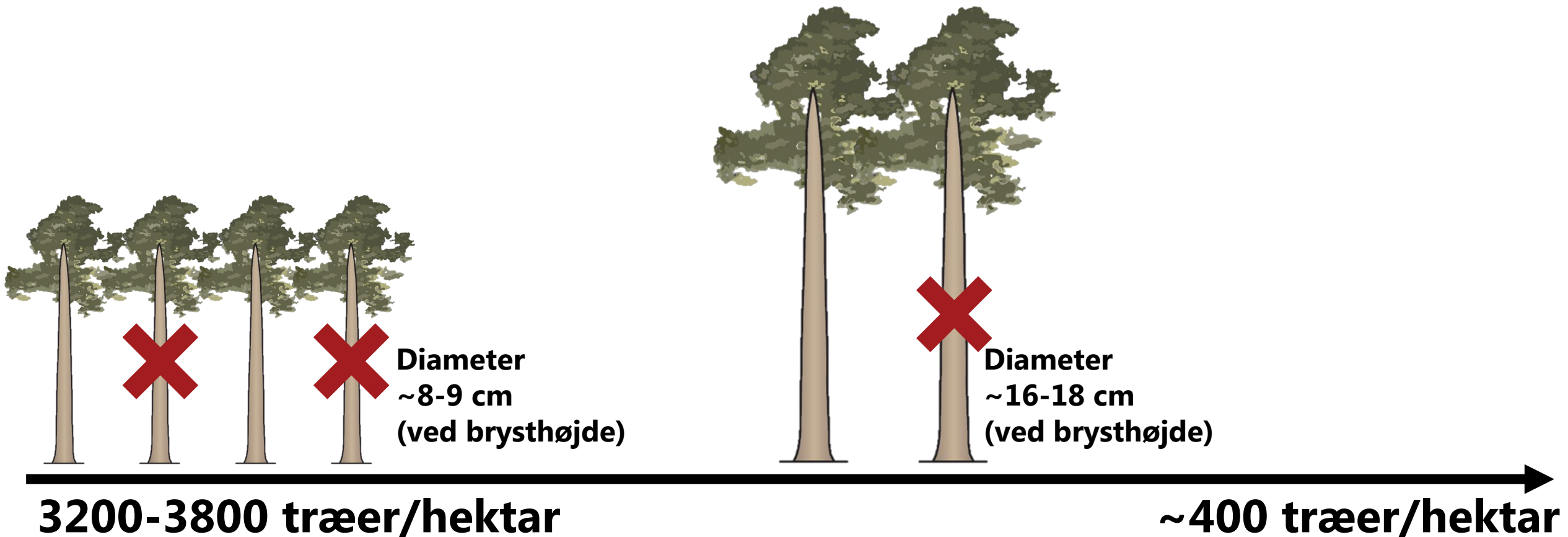
# Træbiomasse fra skoven over en hel cyklus

- Tyndinger **mindsker antallet af træer** for at øge væksten af de tilbageværende. Tilvækst per hektar er nogenlunde konstant



# Træbiomasse fra skoven over en hel cyklus

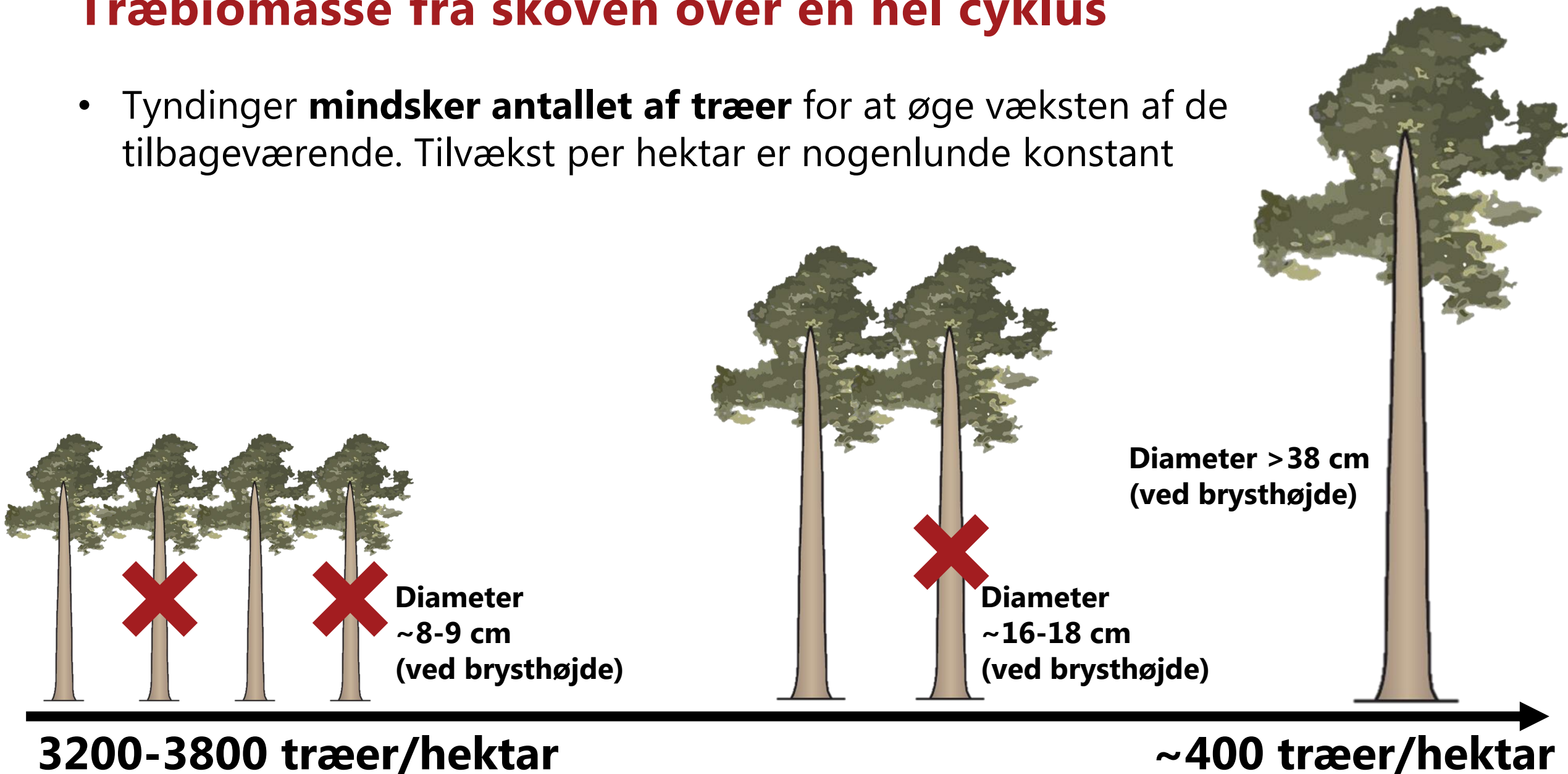
- Tyndinger **mindsker antallet af træer** for at øge væksten af de tilbageværende. Tilvækst per hektar er nogenlunde konstant





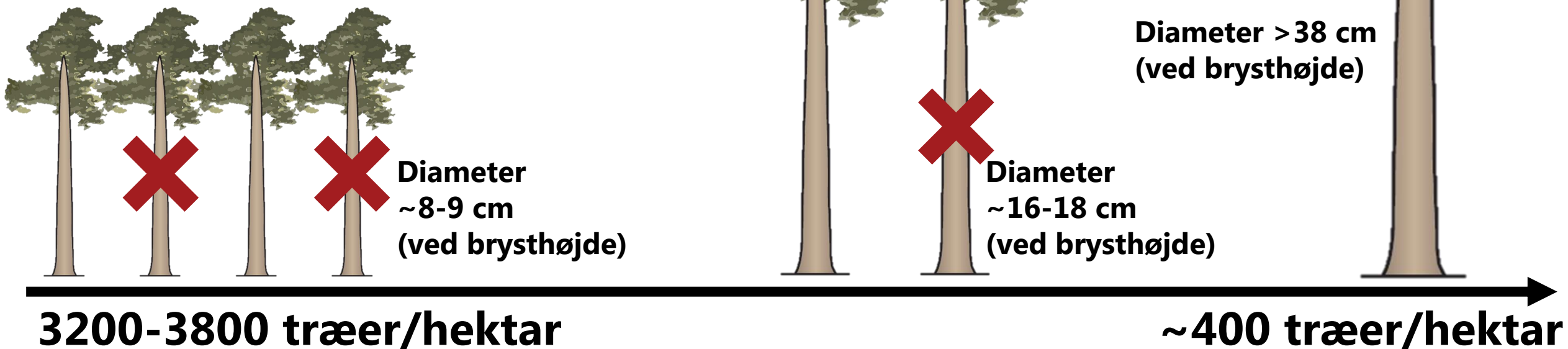
# Træbiomasse fra skoven over en hel cyklus

- Tyndinger **mindsker antallet af træer** for at øge væksten af de tilbageværende. Tilvækst per hektar er nogenlunde konstant

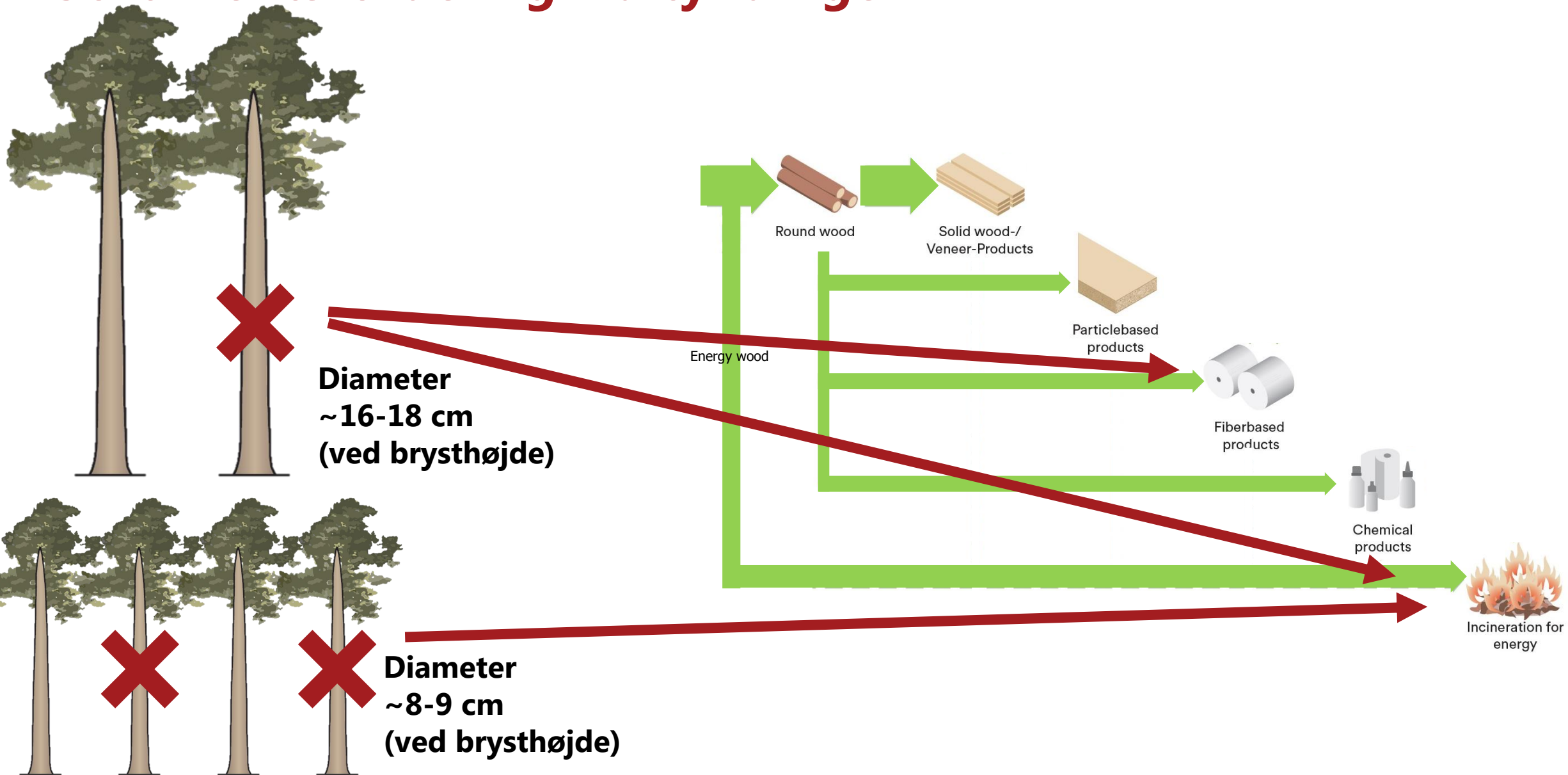


## Træbiomasse fra skoven over en hel cyklus

- 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)

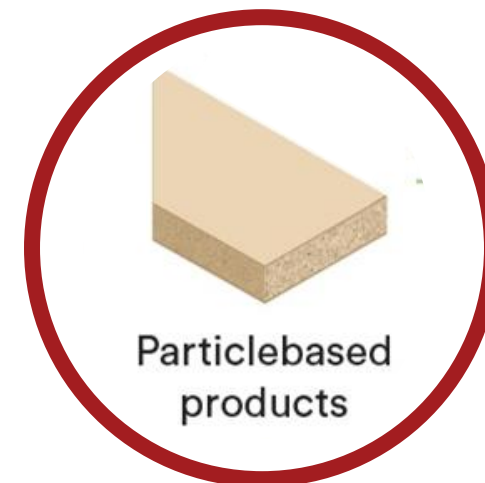
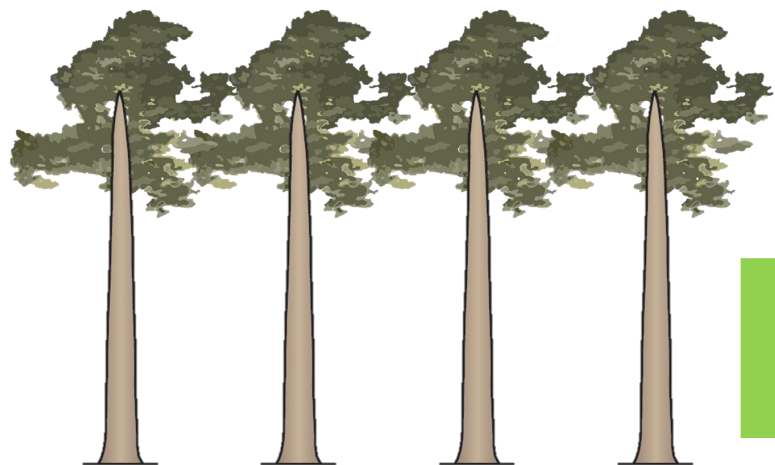


# Sortimentsfordeling fra tyndinger



# Dagens store spørgsmål

1. Hvordan bliver træbiomasse til byggematerialer?

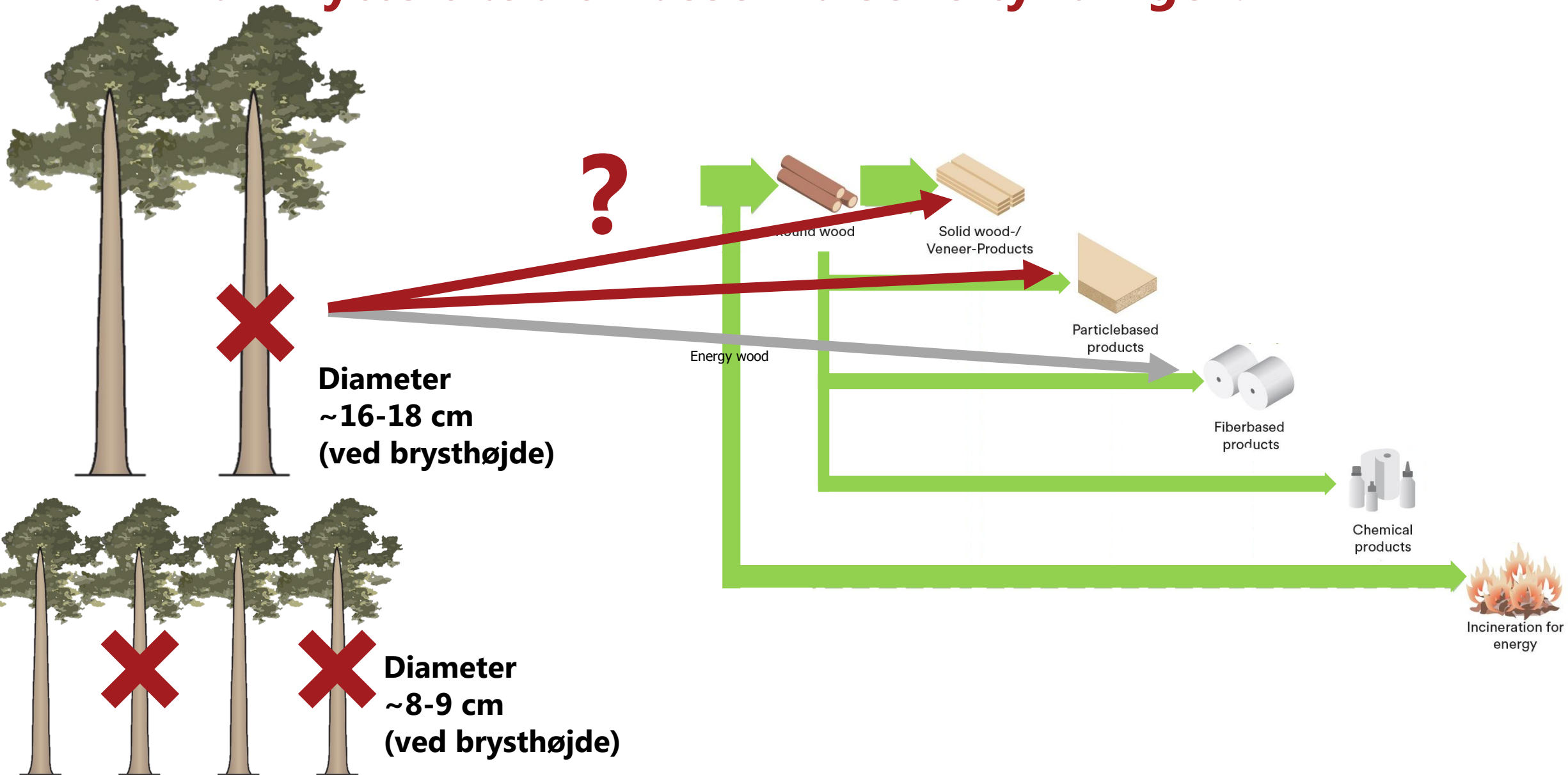


**2. Hvordan kan træbiomasse fra skovbruget udnyttes bedre?**



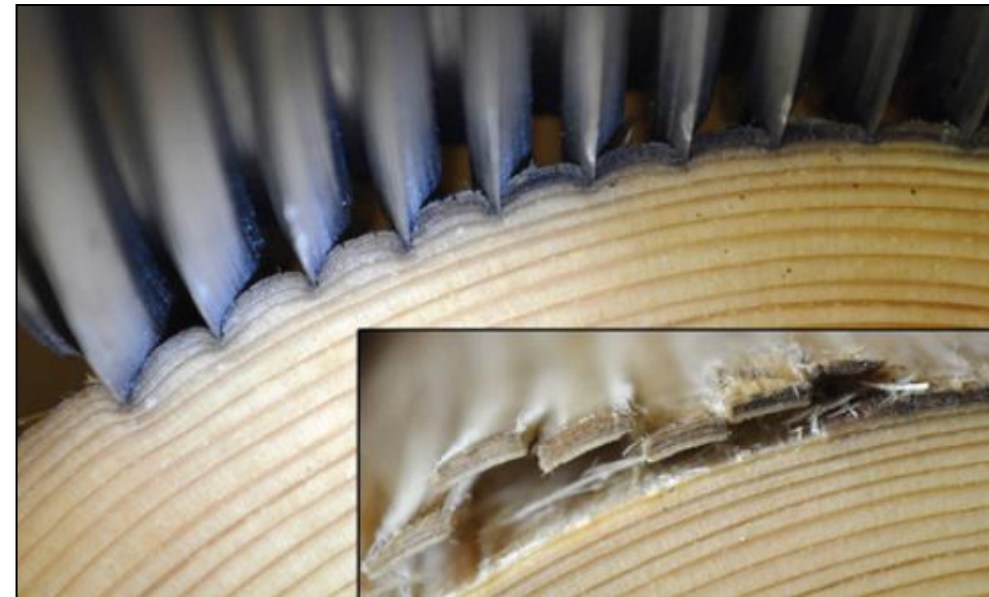
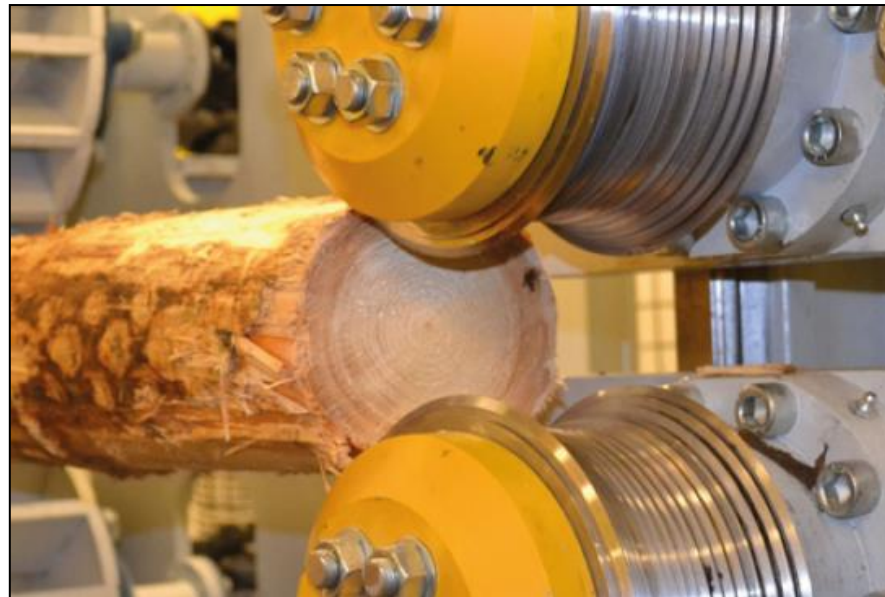
3. Hvordan kan træbiomasse ude i samfundet udnyttes bedre?

# 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)



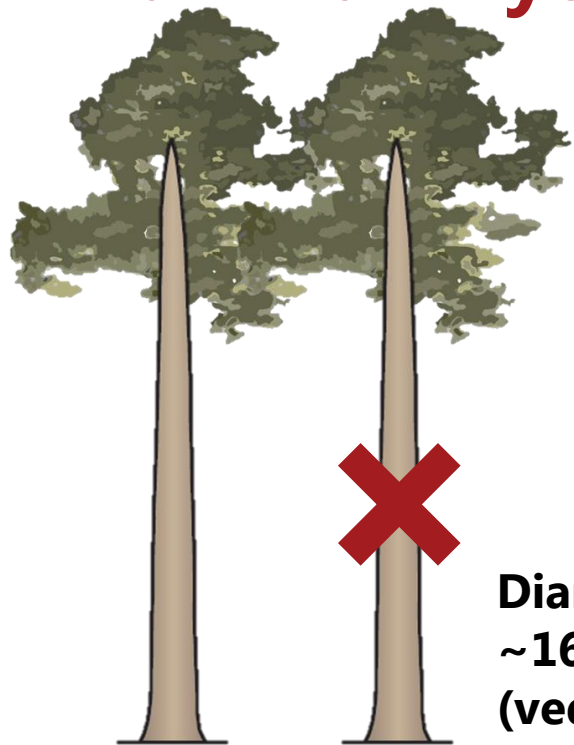
# Kan vi samle mindre træstykker til større elementer?

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

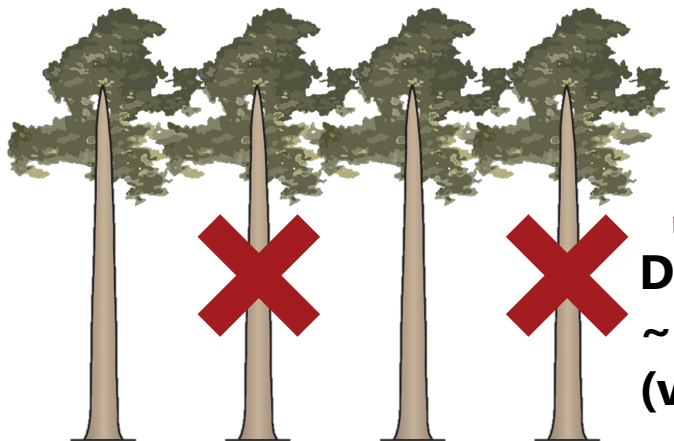


Foto: SRF, 10VOR10, Fredag d. 02/10/2020, kl. 22:39

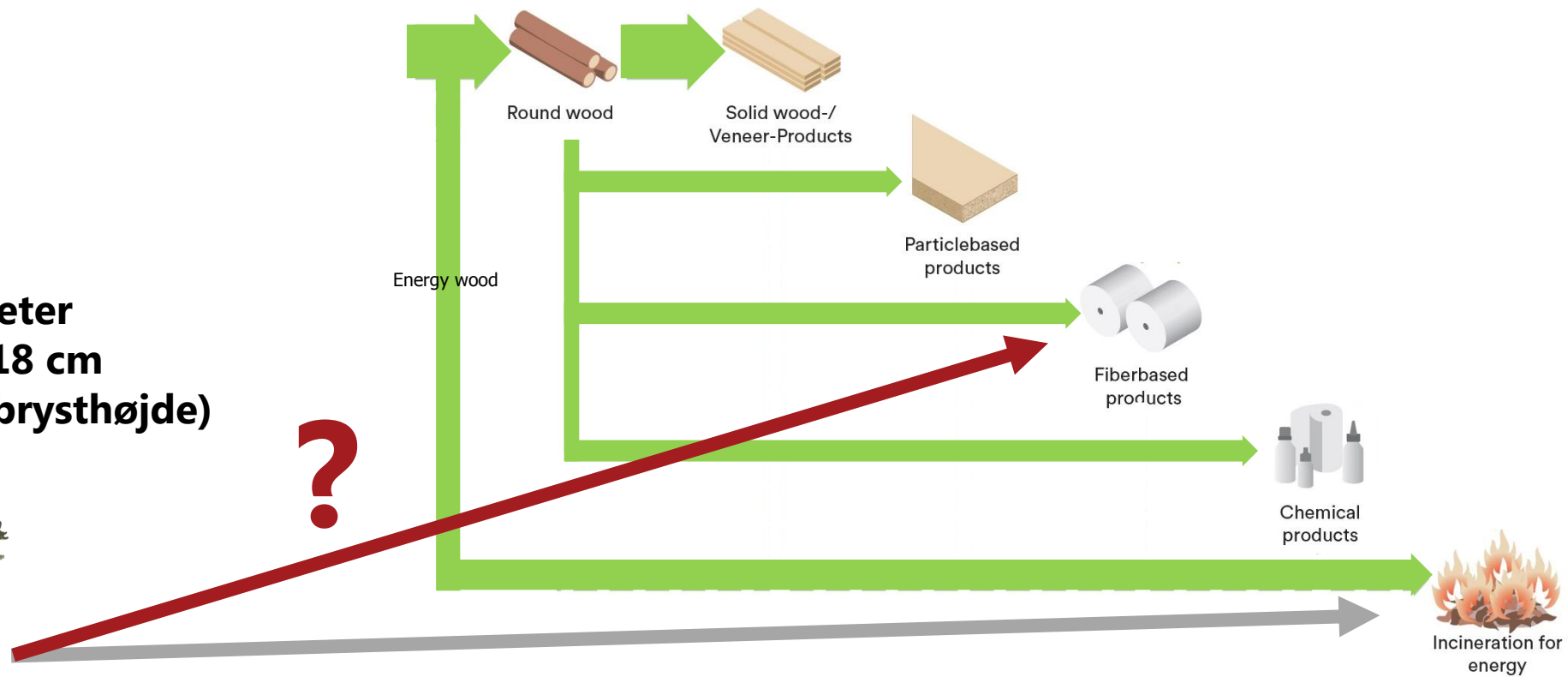
# Kan man flytte træbiomasse fra tidlige tyndinger?



**Diameter  
~16-18 cm  
(ved brysthøjde)**



**Diameter  
~8-9 cm  
(ved brysthøjde)**





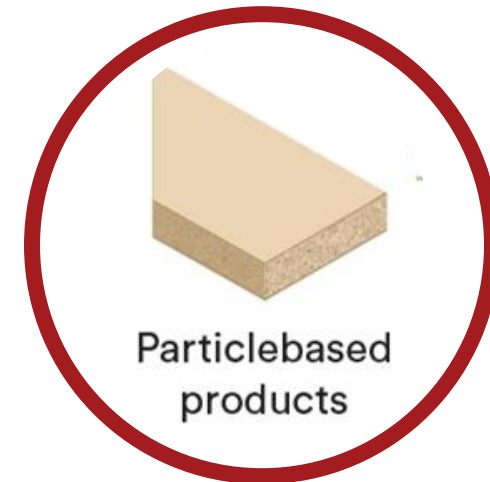
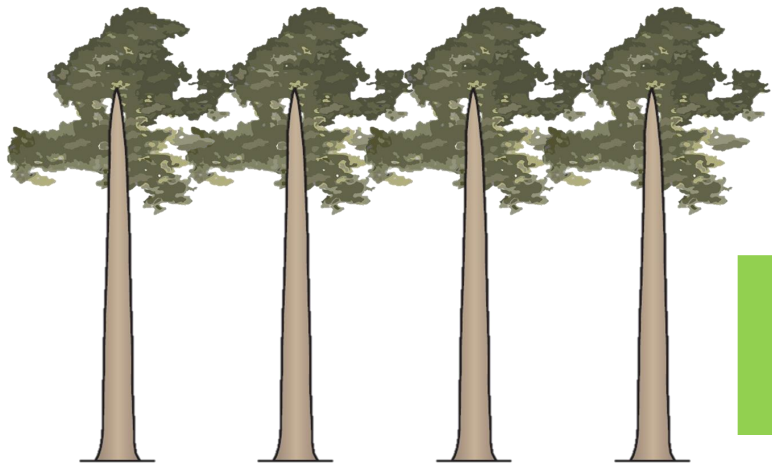
# Kan vi lave træfiberisolering af de tidlige tyndinger?

- 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...)



# Dagens store spørgsmål

1. Hvordan bliver træbiomasse til byggematerialer?

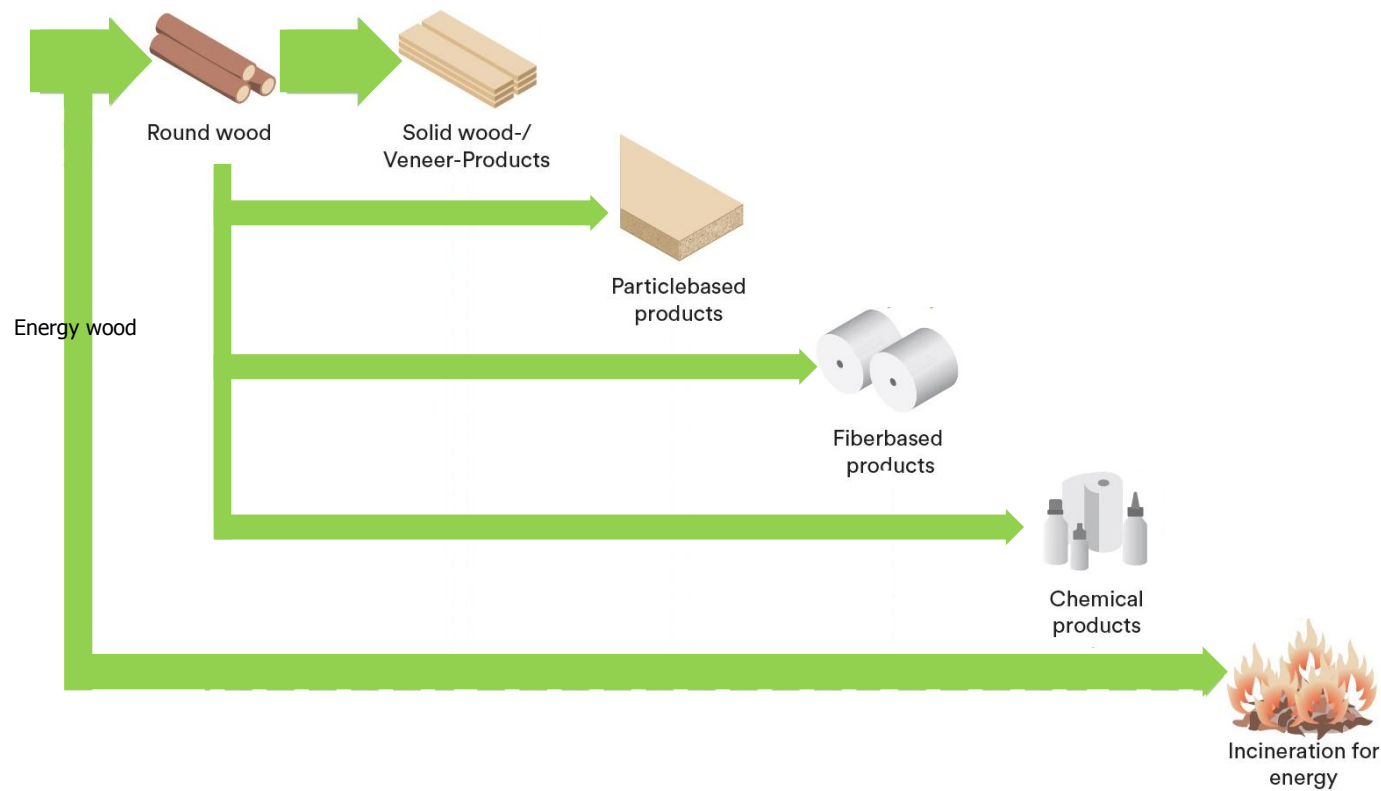


2. Hvordan kan træbiomasse fra skovbruget udnyttes bedre?



**3. Hvordan kan træbiomasse ude i samfundet udnyttes bedre?**

# En bedre udnyttelse kræver...

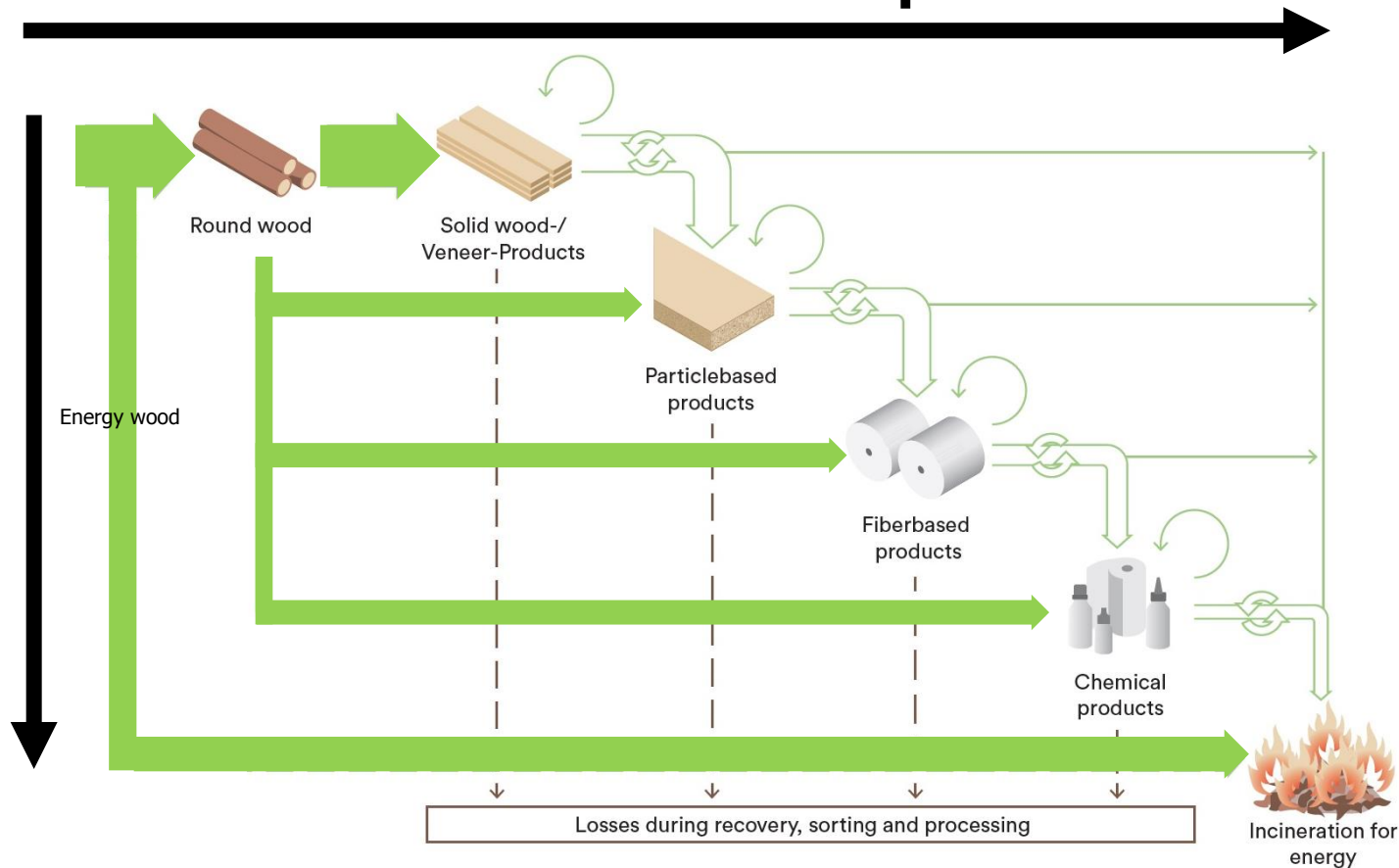


# ...effektivt genbrug og kaskadebrug af træbiomasse



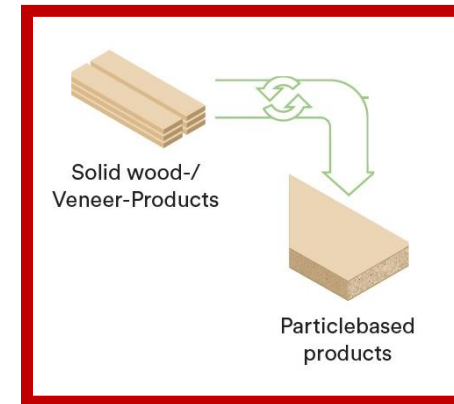
**Træbiomasse i mindre og mindre stykker**

## Levetid af træbiomasse i produkter



# Eksempel på kaskadebrug i Danmark

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



Spånplader  
~50%

Energi ved  
forbrænding  
~50 %



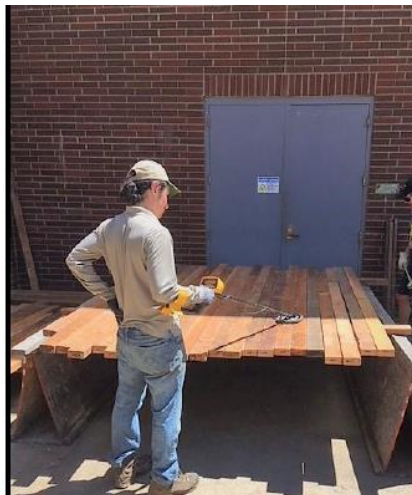
Foto: RenoSyd



Foto: D-Kuru / Wikipedia.org

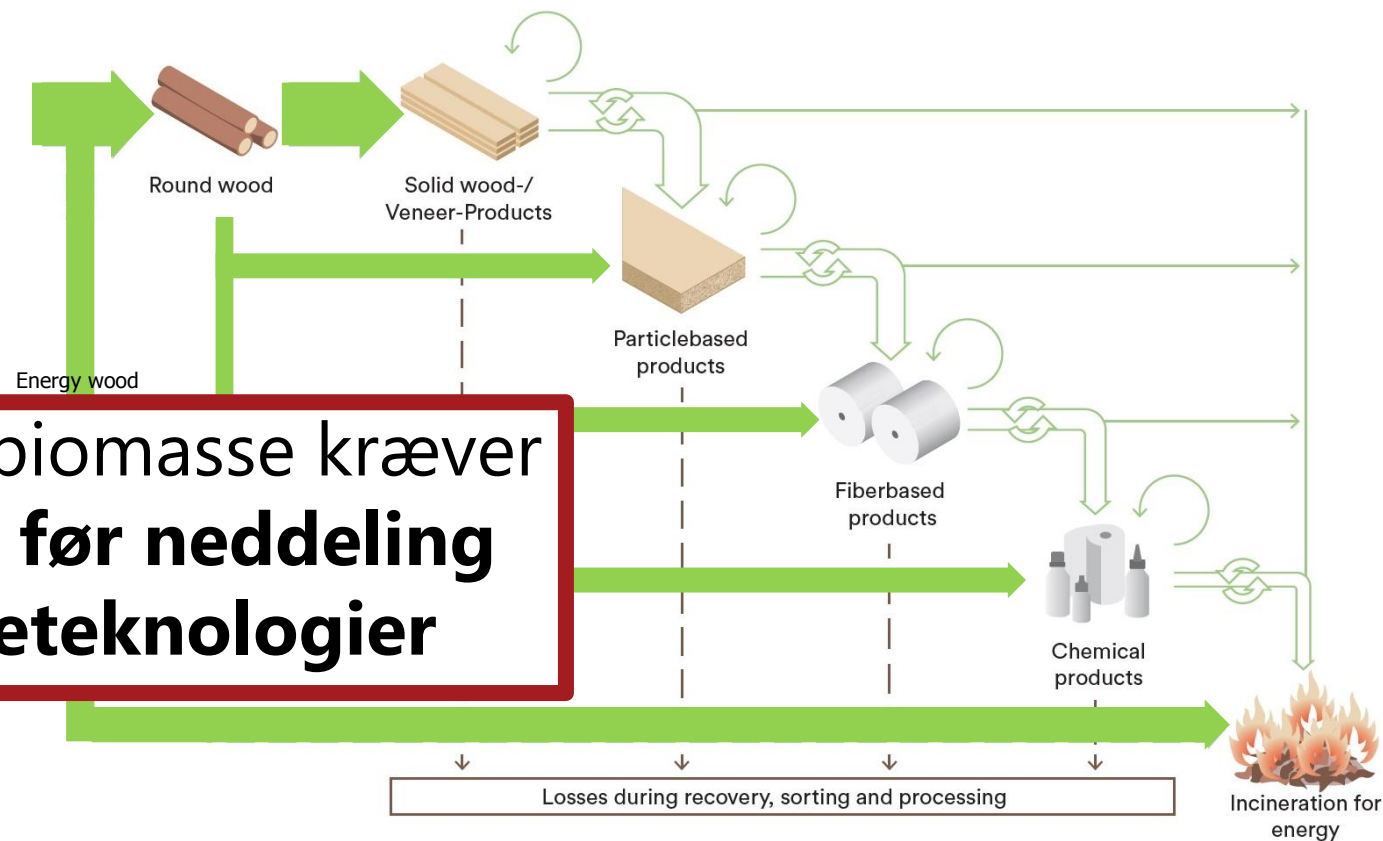
# Kan vi genbruge træ til andre produkter før neddeling?

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



[www.infuturewood.info/](http://www.infuturewood.info/)

# ...effektivt genbrug og kaskadebrug af træbiomasse

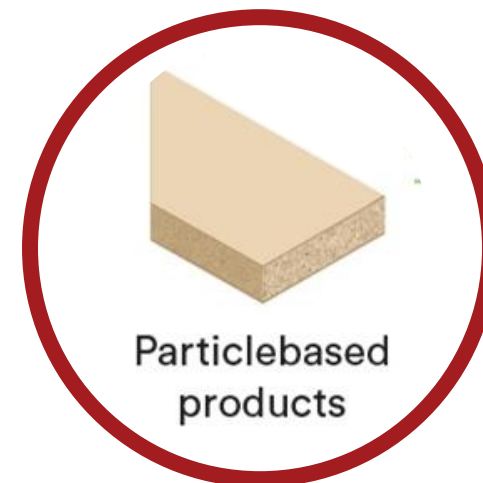


Mere effektiv udnyttelse af træbiomasse kræver

- **genbrug i nye produkter før neddeling**
- **breder vifte af materialeteknologier**

# Dagens store spørgsmål

## 1. Hvordan bliver træbiomasse til byggematerialer?



## 2. Hvordan kan træbiomasse fra skovbruget udnyttes bedre?

## 3. Hvordan kan træbiomasse ude i samfundet udnyttes bedre?





# Dagens store spørgsmål

**1. Hvordan bliver træbiomasse til byggematerialer?**

- Afhænger af hvordan fældede træer skilles ad (træbiomasse  $\neq$  metervare)

**2. Hvordan kan træbiomasse fra skovbruget udnyttes bedre?**

- Øget genbrug og kaskadebrug med fokus på materialer før energi

**3. Hvordan kan træbiomasse ude i samfundet udnyttes bedre?**

- Bredere vifte af materialeteknologier til små træstokke og genbrug

**Der findes allerede eksempler på nye materialeteknologier...  
...men mere forskning & innovation vil understøtte udviklingen**



**Spørgsmål?  
eet@ign.ku.dk**

# Træbiomasse som input til avanceret brændstof

Henrik Wenzel

[www.sdu.dk/lifecycle](http://www.sdu.dk/lifecycle)

**NYE VEJE FOR BIOMASSE I DANMARK**

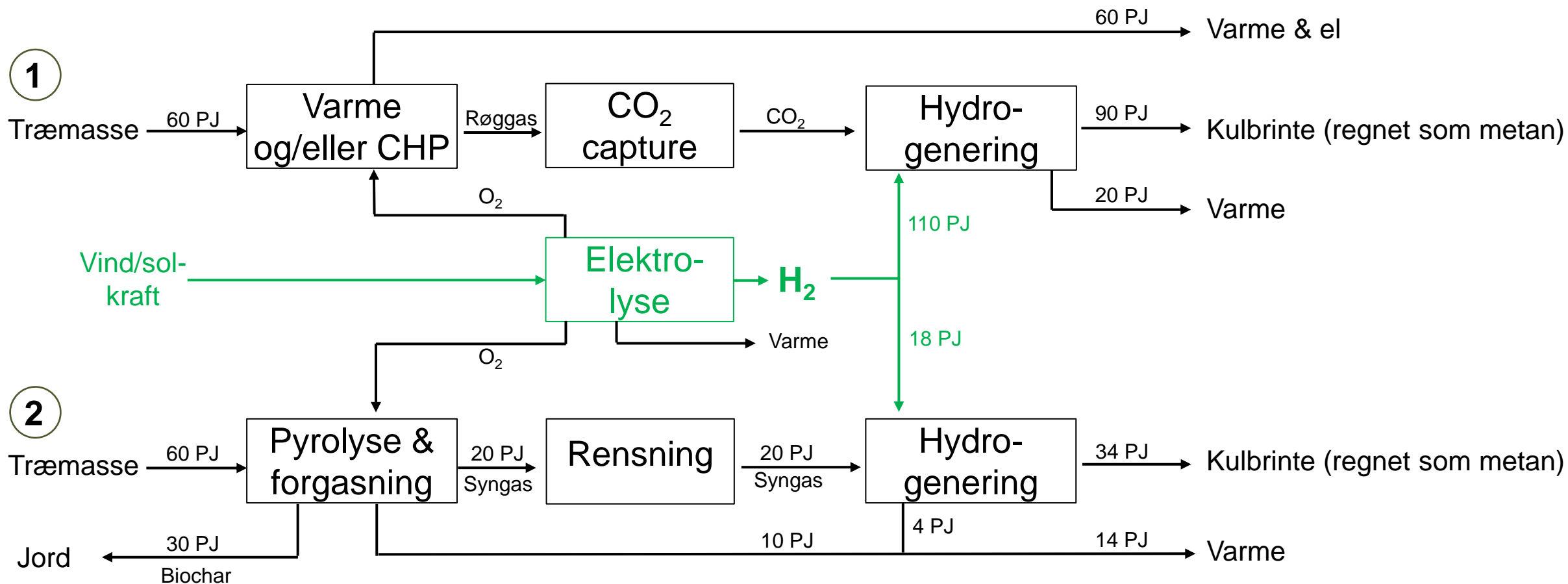
On-line seminar, 8. december 2020, kl. 13-17



RÅDET FOR  
**GRØN OMSTILLING**

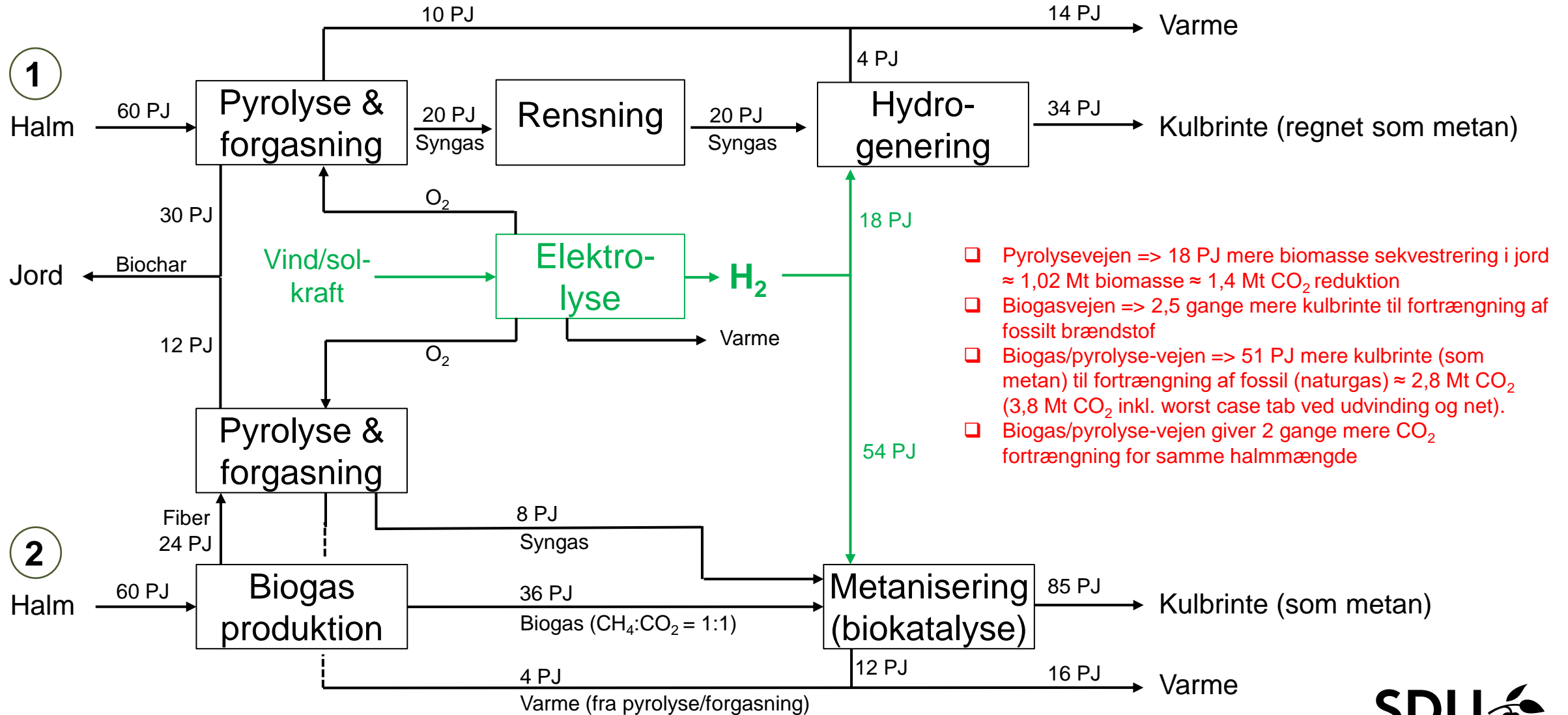


# Træmasse – CHP eller pyrolyse?



- ❑ Pyrolysevejen => 30 PJ mere biomasse sekvestrering i jord ≈ 1,7 Mt biomasse ≈ 2,4 Mt CO<sub>2</sub> reduktion
- ❑ CHP vejen => 2,6 gange mere kulbrinte til fortrængning af fossilt brændstof
- ❑ CHP vejen => 56 PJ mere kulbrinte (som metan) til fortrængning af fossil (naturgas) ≈ 3,1 Mt CO<sub>2</sub> (4,2 Mt CO<sub>2</sub> inkl. worst case tab ved udvinding og net). Desuden mere varme/el der kan bruges som spidslast (især varme) - bemærk CO<sub>2</sub> er relativt let at lagre.
- ❑ CHP vejen giver 30-75 % mere CO<sub>2</sub> fortrængning for samme mængde træ plus evt. noget fra el og varme.

# Halm – biogas eller pyrolyse?



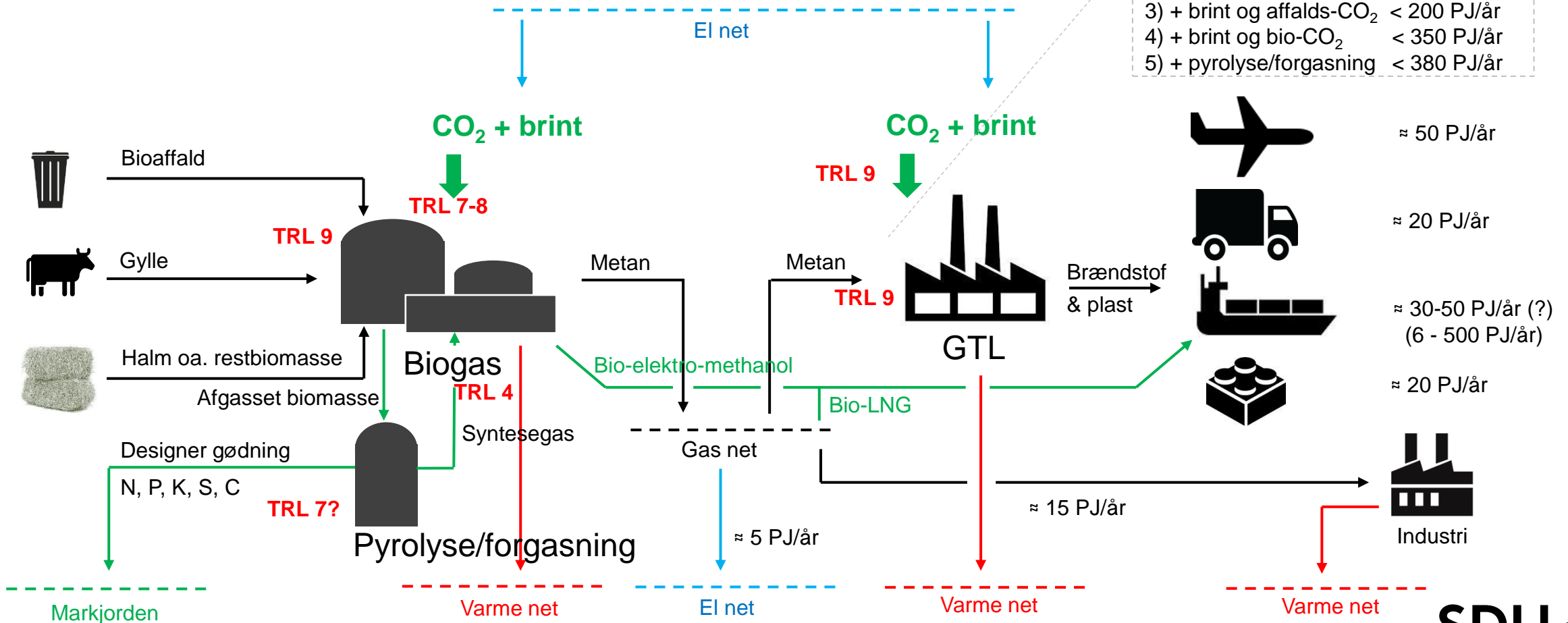
- ❑ Pyrolysevejen => 18 PJ mere biomasse sekvestrering i jord ≈ 1,02 Mt biomasse ≈ 1,4 Mt CO<sub>2</sub> reduktion
- ❑ Biogasvejen => 2,5 gange mere kulbrinte til fortrængning af fossilt brændstof
- ❑ Biogas/pyrolyse-vejen => 51 PJ mere kulbrinte (som metan) til fortrængning af fossil (naturgas) ≈ 2,8 Mt CO<sub>2</sub> (3,8 Mt CO<sub>2</sub> inkl. worst case tab ved udvinding og net).
- ❑ Biogas/pyrolyse-vejen giver 2 gange mere CO<sub>2</sub> fortrængning for samme halmmængde

# Helhedsoptimering af biomassen i systemet

- via sektorkobling af landbrug, industri, affald, varme, el, transport og plast

## Biogas-pyrolyse/forgasning symbiose:

1. Biogas 'vasker' halmen inden pyrolyse/forgasning
2. Biogas 'vasker' syntesegassen og omdanner den til metan inden videre katalyse til brændstof/plast
3. Pyrolyse/forgasning trækker mere C ud til brændstof/plast
4. Pyrolyse/forgasning gør rest-C endnu mere svært nedbrydelig og øger C i mark



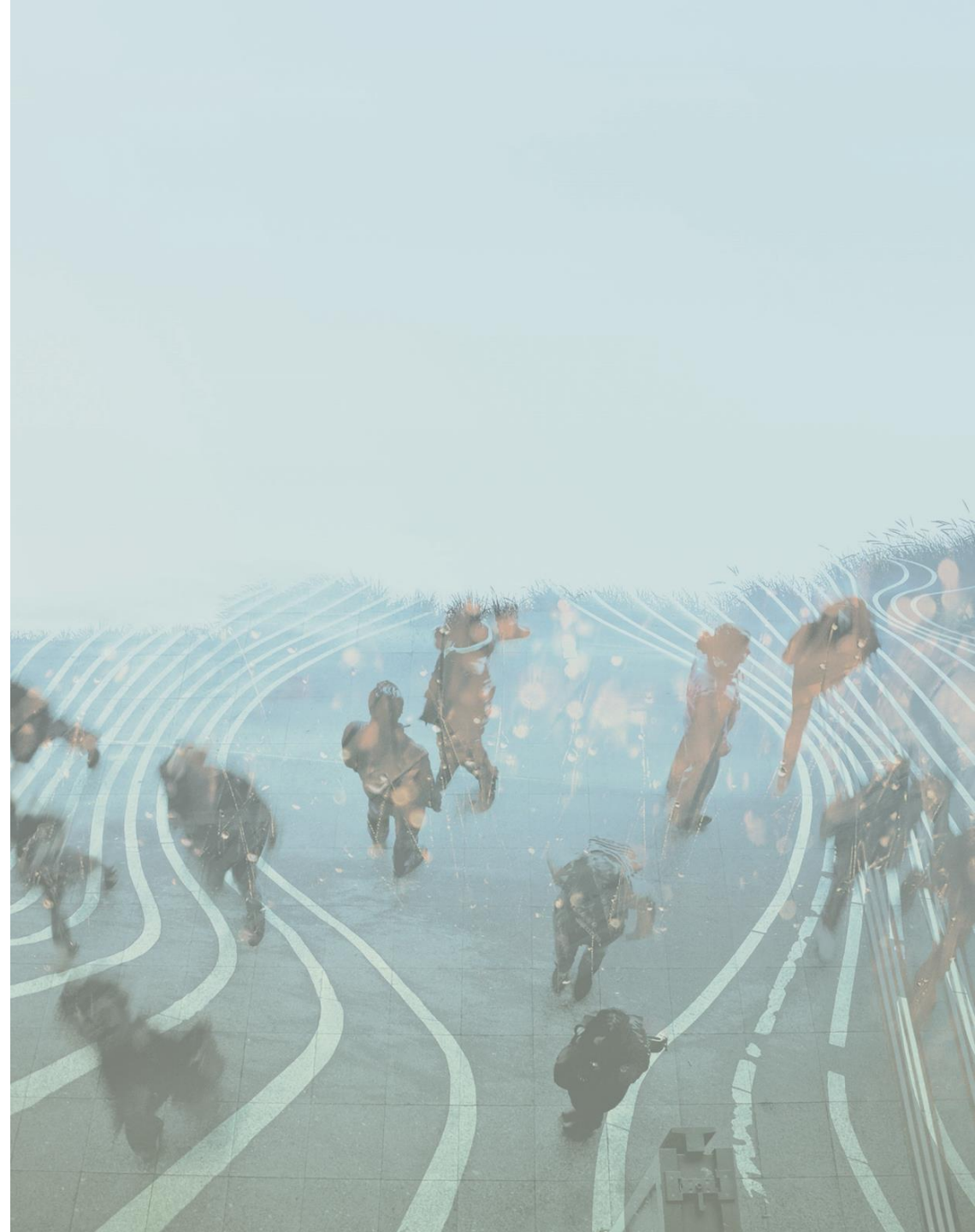
Råvare potentiale 2050	
1) Ren bio-metan:	<math>< 90 \text{ PJ/år}</math>
2) + elektrometan:	<math>< 160 \text{ PJ/år}</math>
3) + brint og affalds- $\text{CO}_2$	<math>< 200 \text{ PJ/år}</math>
4) + brint og bio- $\text{CO}_2$	<math>< 350 \text{ PJ/år}</math>
5) + pyrolyse/forgasning	<math>< 380 \text{ PJ/år}</math>

# Klimarådet.

- • • • • • • •
- • • • • • • •
- • • • • • • •
- • • • • • • •

Strukturelle og økonomiske forandringer,  
der understøtter udfasning af  
træbiomasse i energiforsyningen

Oplæg v. Poul Erik Morthorst, Klimarådet  
*Fællessalen, Christiansborg, 8. december 2020*



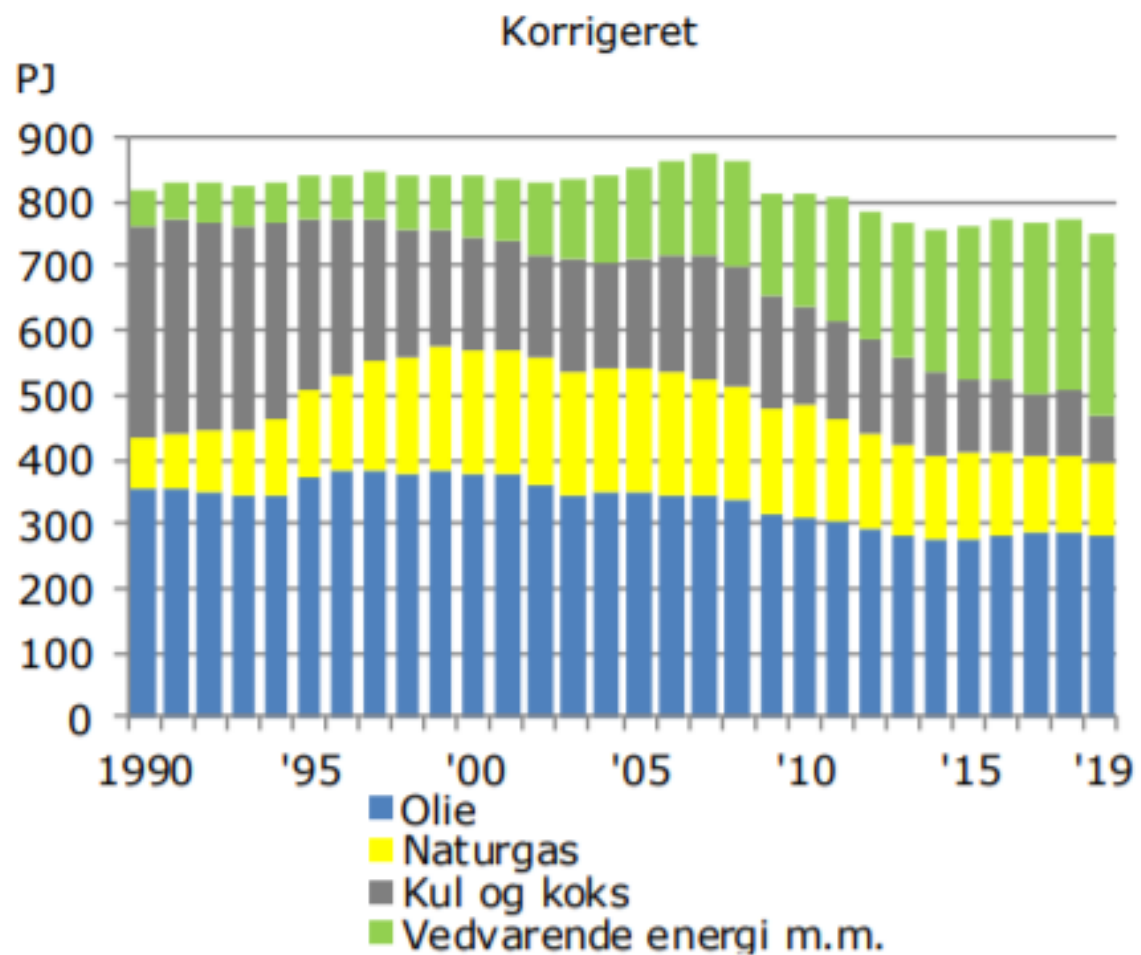
# Hvordan ser Danmarks energisystem ud i 2050?

- **Et energisystem hvor hovedhjørnestenen er elektricitet**
  - ...elsystemet driver udviklingen
  - ...fjernvarme- og gassystemet er nødvendige som supplement...
  - ...og det integrerede system leverer ikke kun el og varme til husholdninger og erhverv men også brændstof til transportsektoren
- **Systemet er domineret af vindkraft og solceller**
  - Men vi skal bruge et "residual" system til at binde det hele sammen
  - Biomasse, Biogas, Power-to-X, Smart Energy, CCS, Lagre.....



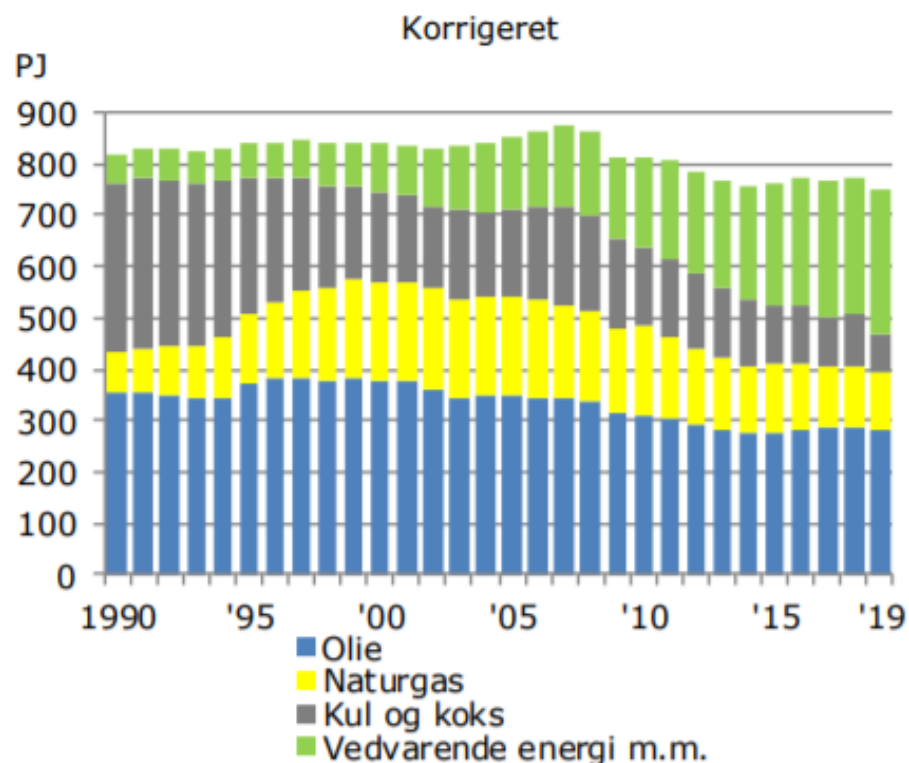
# Anvendelse af vedvarende energi i energiproduktionen

## Bruttoenergiforbrug fordelt på brændsler

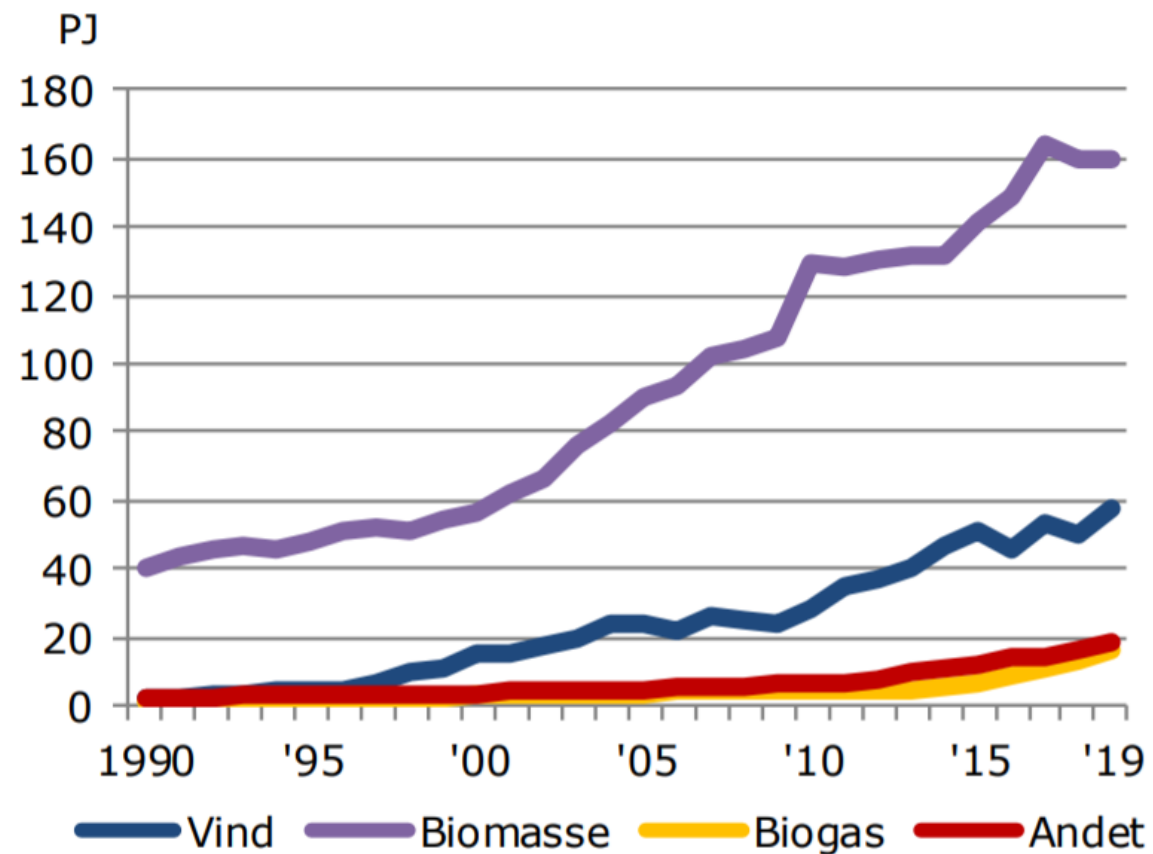


# Anvendelse af vedvarende energi i energiproduktionen

## Bruttoenergiforbrug fordelt på brændsler

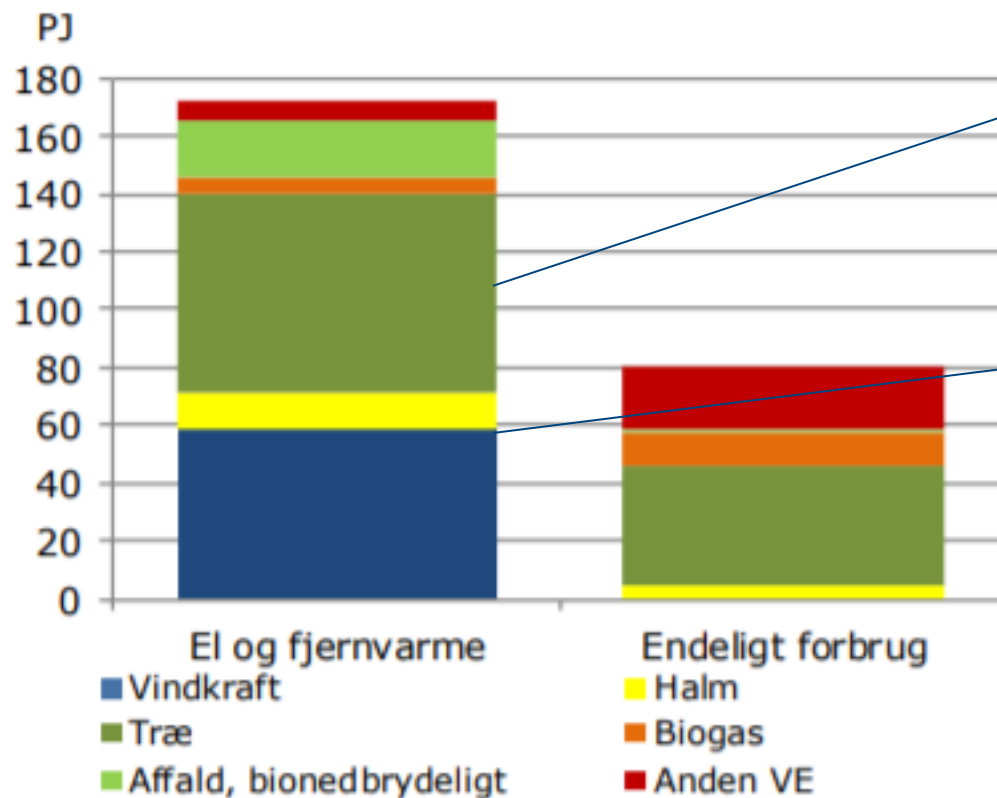


## Vedvarende energi - forbrug fordelt på energivarer



# Hvordan anvender vi den vedvarende energi?

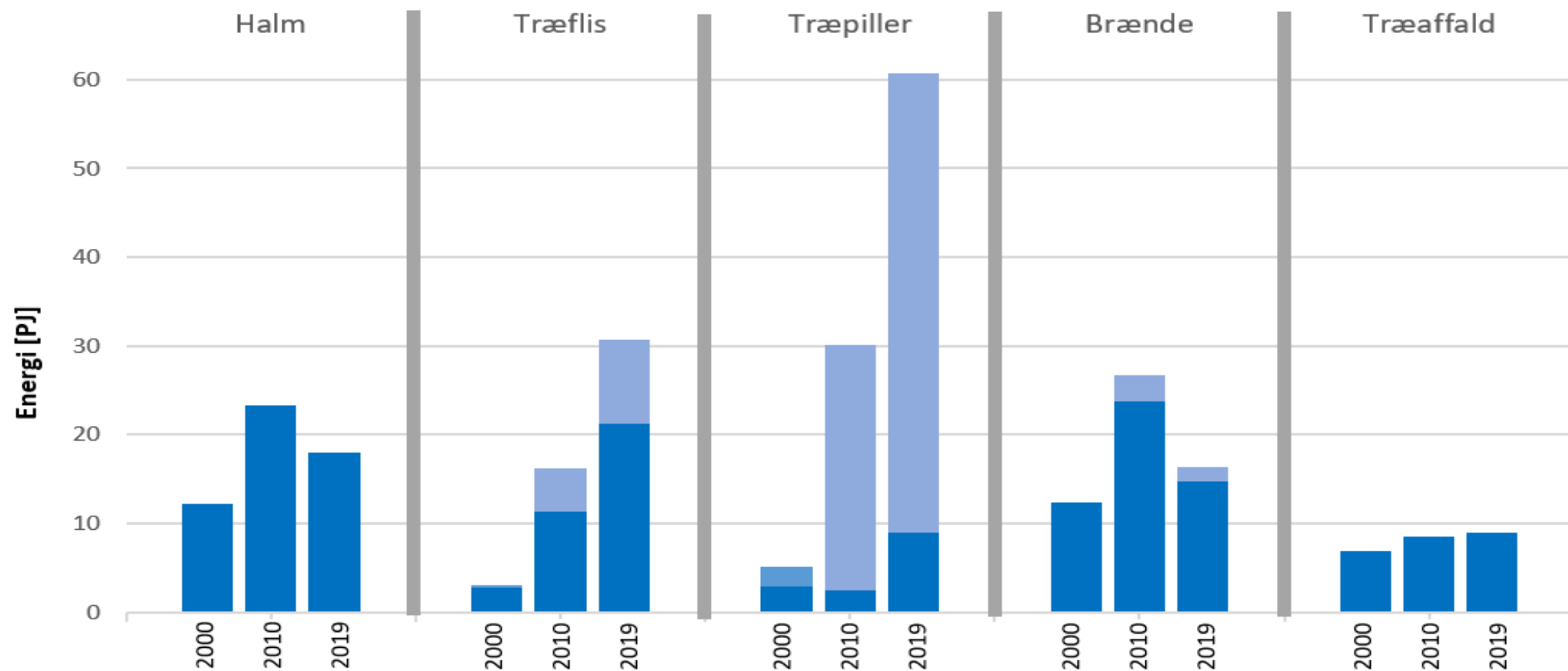
## Anvendelse af vedvarende energi i 2019



**Træpiller 20%**  
**Træ i øvrigt 20%**

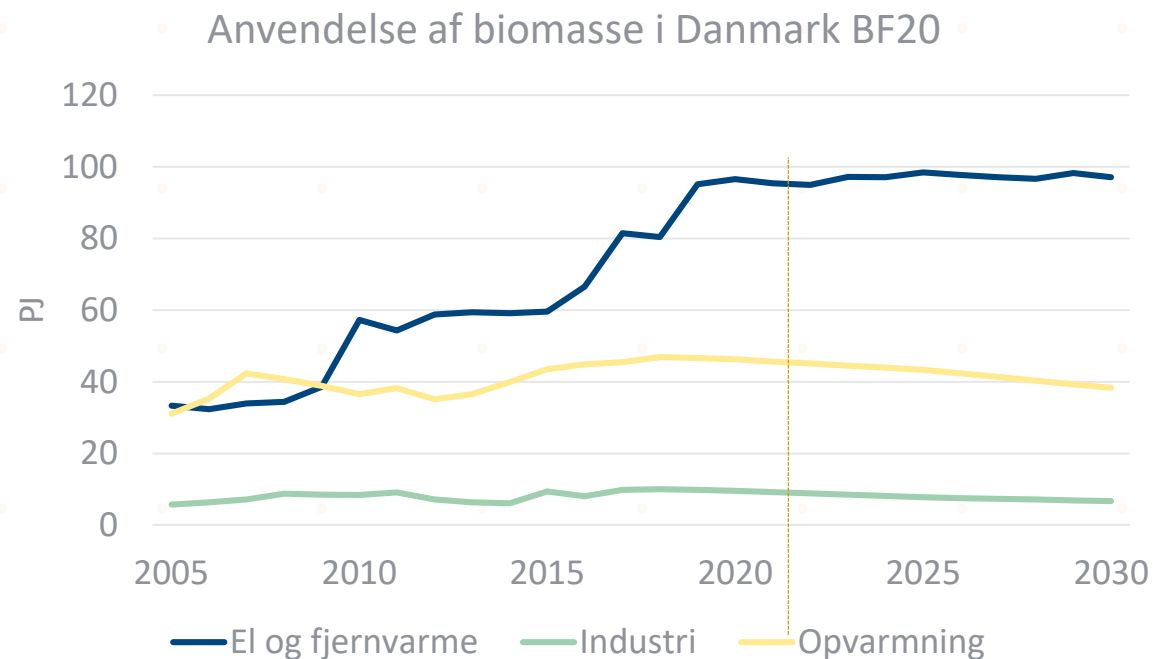
- **Halm 7,6%**
- **Biogas 3,3%**
- **Vind 34%**

## Biomasse – dansk eller importeret



# I dag anvendes fast biomasse primært til el- og fjernvarme

**Basisfremskrivningen forventer konstant brug af biomasse frem mod 2030**



Den store konverteringsbølge er overstået

Hverken Odense, Esbjerg eller Aalborg vil have biomassekraftvarme

→ Hvordan skal eksisterende værker driftes?

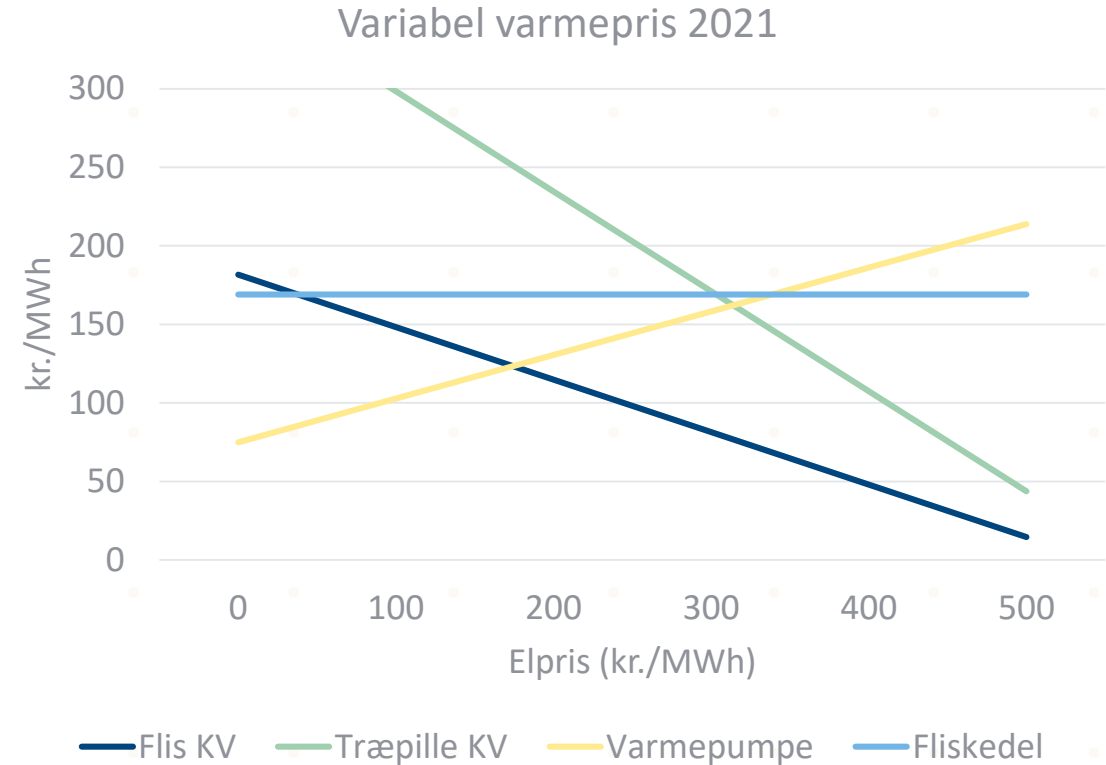
→ Skal der reinvesteres ved endt levetid?

## Afskrevne værker og ikke afskrevne værker

- Elproduktionstilskud til biomasse afhænger af afskrivningsstatus
- Der vil være stigende andel af afskrevne værker med tiden
- Ikke-afskrevne værker får 15 øre/kWh
- Afskrevne værker får reduceret sats  
Satser for 2020:
  - 8 øre/kWh til træpiller
  - 0 øre/kWh til flis
- Højere afgifter på kul = lavere støtte til biomasse

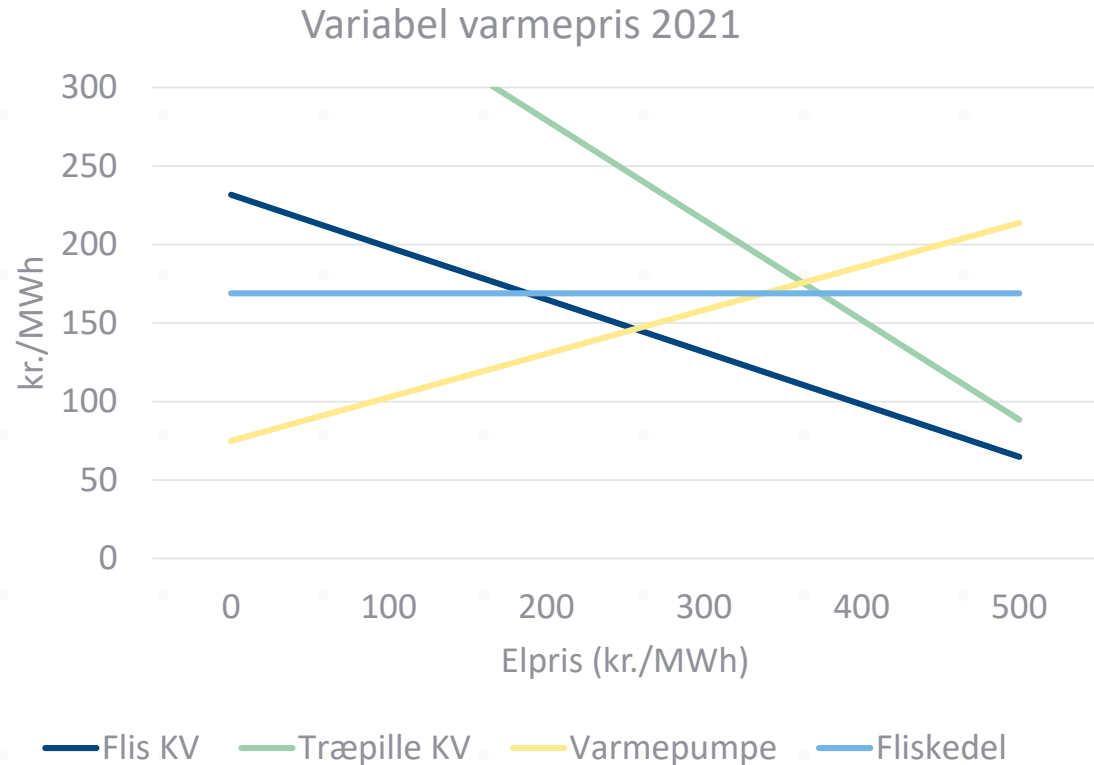
## Vil markedet skubbe biomasse ud?

- Med vedtagen regulering vil etablerede varmepumper være konkurrencedygtige med træpille KV og fliskedler ved elpriser under 30 øre/kWh fra næste år.
- 15 øre/kWh til ikke-afskrevne værker



## Vil markedet skubbe biomasse ud?

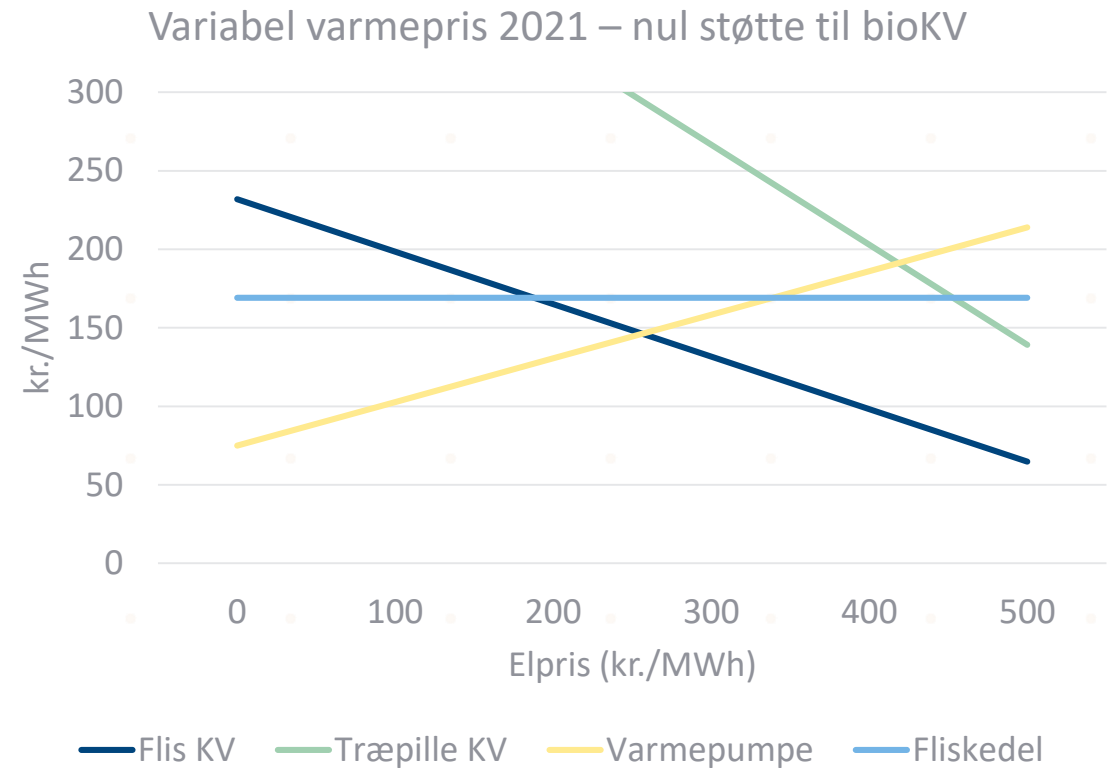
- Afskrevne værker får lavere støtte og dermed højere varmeproduktionsomkostninger
- Her med afskrevne værker:
  - 8 øre/kWh til træpille KV
  - 0 øre/kWh til flis KV





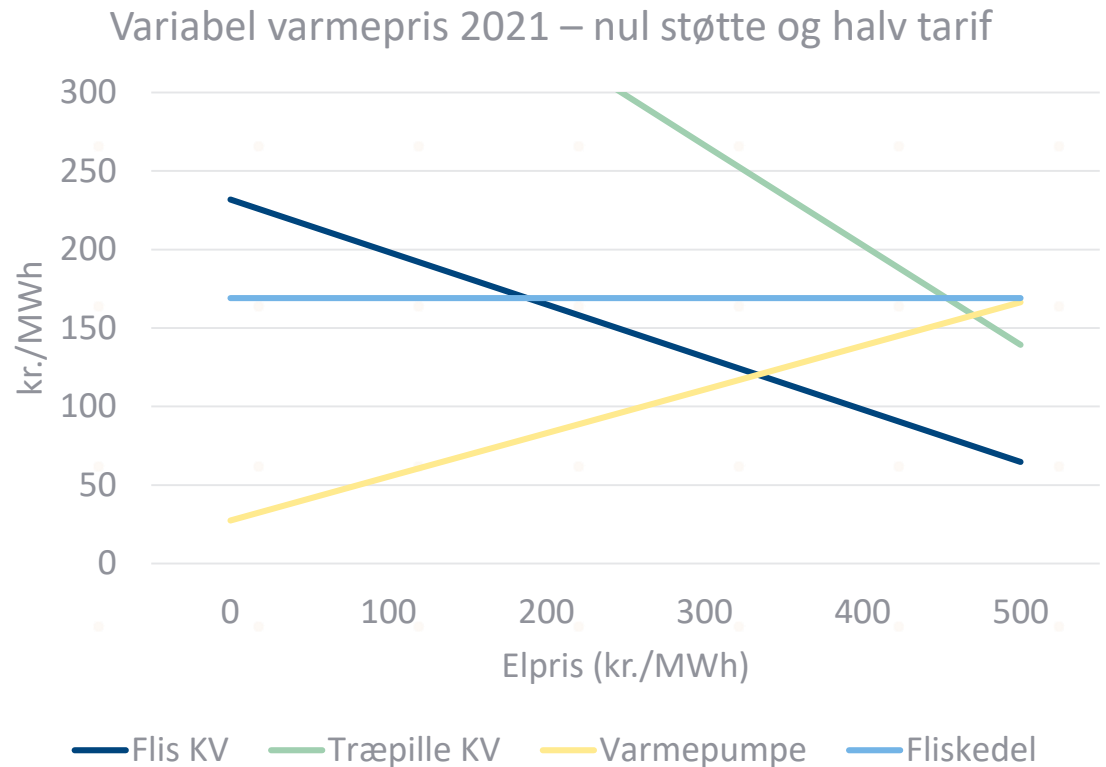
## Vil markedet skubbe biomasse ud?

- Ved bortfald af støtte til afskrevne værker mister særligt træpille-kraftvarme sin konkurrencedygtighed



## Vil markedet skubbe biomasse ud?

- Omkostningsægte nettatariffer kan reducere omkostning for varmepumper i store perioder (fx om natten).
- Halv tarif om natten: 9 øre/kWh
- Vil føre til at varmepumper også udfordrer afskrevne flisfyrede kraftvarmeværker



## Hvad skal vi bruge biomassen til i fremtiden?

- Færre træpillefyr og mindre brænde – lavere elvarmeafgift
- Mindre kraftvarme – varmeaftaler udløber 2027-2039

- Biobrændstoffer?
- Biokoks?
- Bioplast?

Kræver yderligere afklaring → Behov for forskning og udvikling  
Vigtigt at bemærke at formål er reduktioner i nettoudledninger.

Pyrolyse til biokoks og brændsler er potentielt en central teknologi

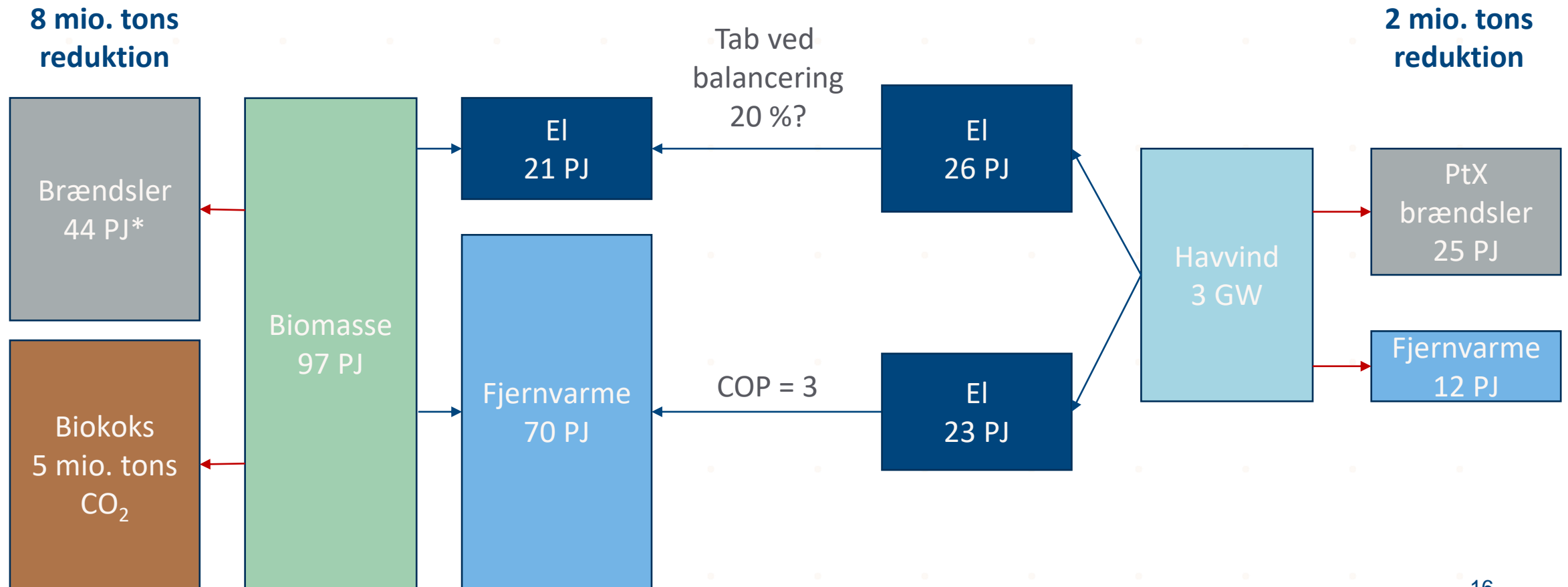
## Rammevilkår er afgørende

- Elvarmeafgiften reduceres til minimum fra årsskiftet
- Behov for omkostningsægte nettatariffer, der afspejler begrænsede omkostninger til at anvende ledig kapacitet i elnettet
- Behov for mere vindkraft, hvis man vil reducere biomasseforbrug. Ca 1 GW pr. 1/3 af forbruget til el og fjernvarme.
- Støtte til biomassekraftvarme på afskrevne værker udfases løbende.  
Andel afskrevne værker (med begrænset eller ingen støtte):
  - 2025: Ca. 20 PJ
  - 2030: Ca. 30 PJ
  - 2035: Ca. 50 PJ
- Høj CO<sub>2</sub>-pris vil eliminere støtte til afskrevne værker, da denne afhænger af omkostninger til kulkraftvarme

Hvor meget havvind skal der til for at erstatte al biomasse i el og fjernvarme? Og hvad kan den alternativt bruges til?



# Hvor meget havvind skal der til for at erstatte al biomasse i el og fjernvarme? Og hvad kan den alternativt bruges til?



\*Ikke samme kvalitet som PtX-brændsler. Kan bruges direkte i industri, men kræver alternativt 28 PJ brint for at opgraderes til flybrændstof.

Tak for opmærksomheden

