

Kulstof og biomasse i skov i forhold til klima

Hvordan gavner skoven og skovbruget klimaet bedst?

Karsten Raulund-Rasmussen
IGN, Københavns Universitet
16/6 2020



KØBENHAVNS UNIVERSITET



Skoven påvirker klimaet

- Ved at holde på den indstrålende energi (den såkaldte albedo). Øger temperaturen
- Ved at fordampe vand.
 - Fordampningen er en energiforbrugende proces. Sænker temperaturen
 - Fordampningen øger atmosfærens indhold af vanddamp. Dette reducerer udstrålingen og øger derved 'drivhuseffekten'
 - Nedbøren øges også.
 - Betydningen afhænger meget af den makroklimatiske ramme
- Referencen er helt afgørende. Skov er den naturlige reference de fleste steder, incl Danmark.
- **Skoven binder carbon og påvirker derved atmosfærens indhold af CO₂**

Skoven binder carbon (IPCC fraktioner)

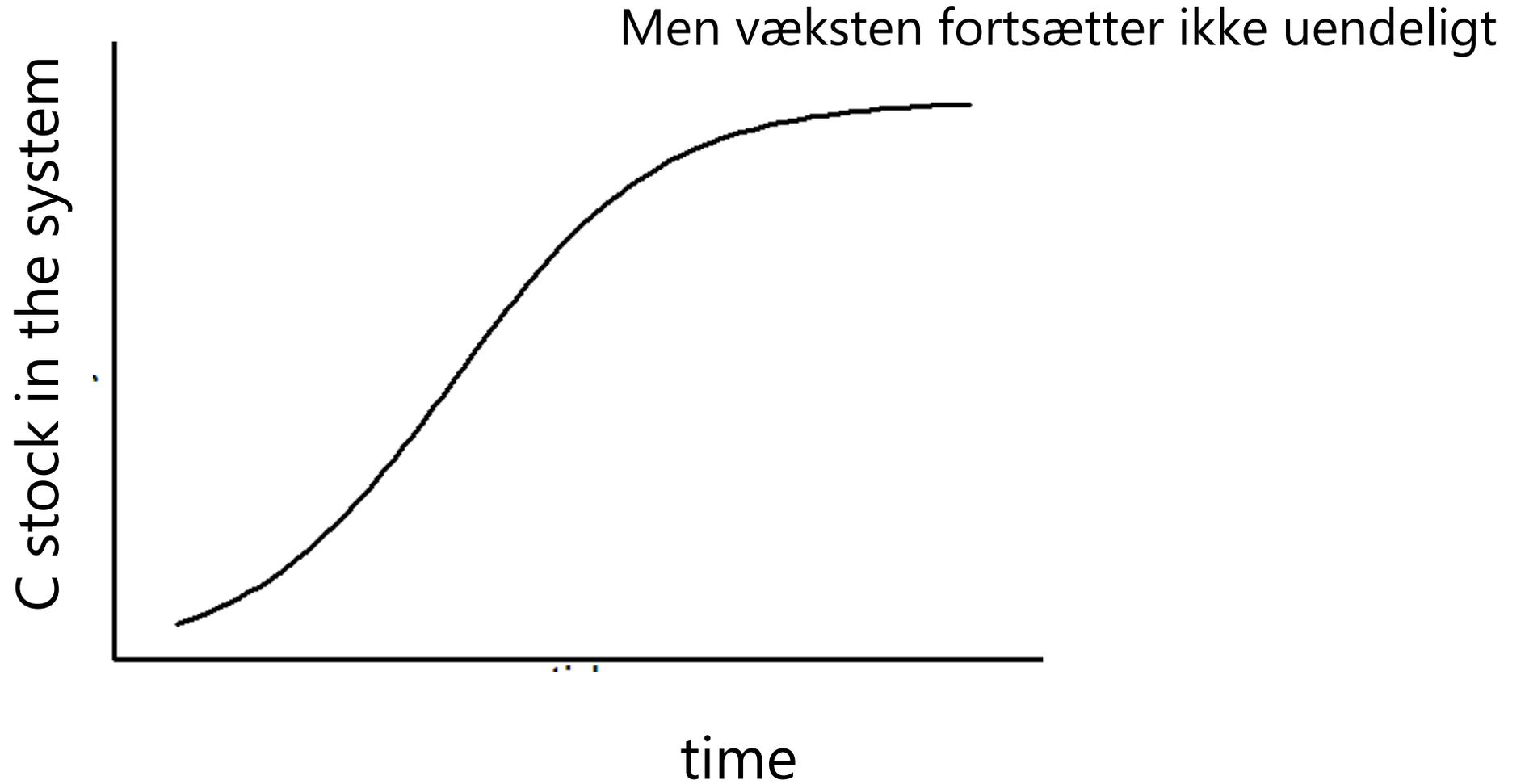
- I den levende biomasse
 - I den overjordiske del
 - I den underjordiske del
 - Kunne også opdeles i den autotrofe del og den heterotrofe del.
- I døde fraktioner
 - I (mineral) jordbunden
 - I det organiske lag 'forest floor'
 - I det døde ved

Det hele starter med fotosyntesen

- Gross primary production (GPP)
- Net primary production (NPP)
Minus autotrofisk respiration
- Net ecosystem production (NEP)
Minus heterotrofisk respiration
- Net biome production (NBP)
Minus hugst og forstyrrelser

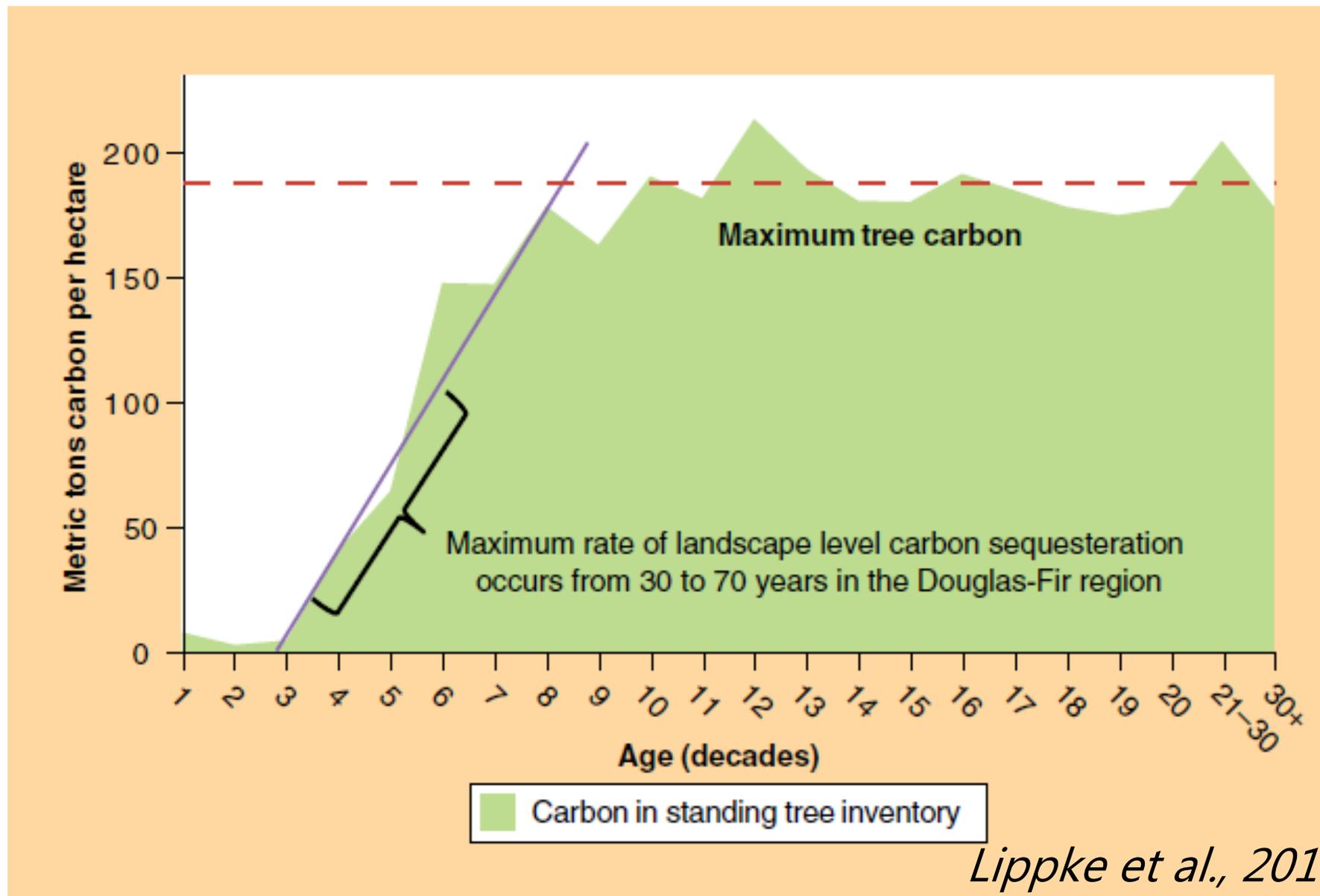


NPP fører til vækst



I tid og rum går C-lageret op og ned.

(Douglas fir in the Pacific NW)



Lippke et al., 2011

Vi skelner mellem

- Sequestration

Den proces hvorved CO₂ fjernes fra atmosfæren og bindes (her) i skovøkosystemet

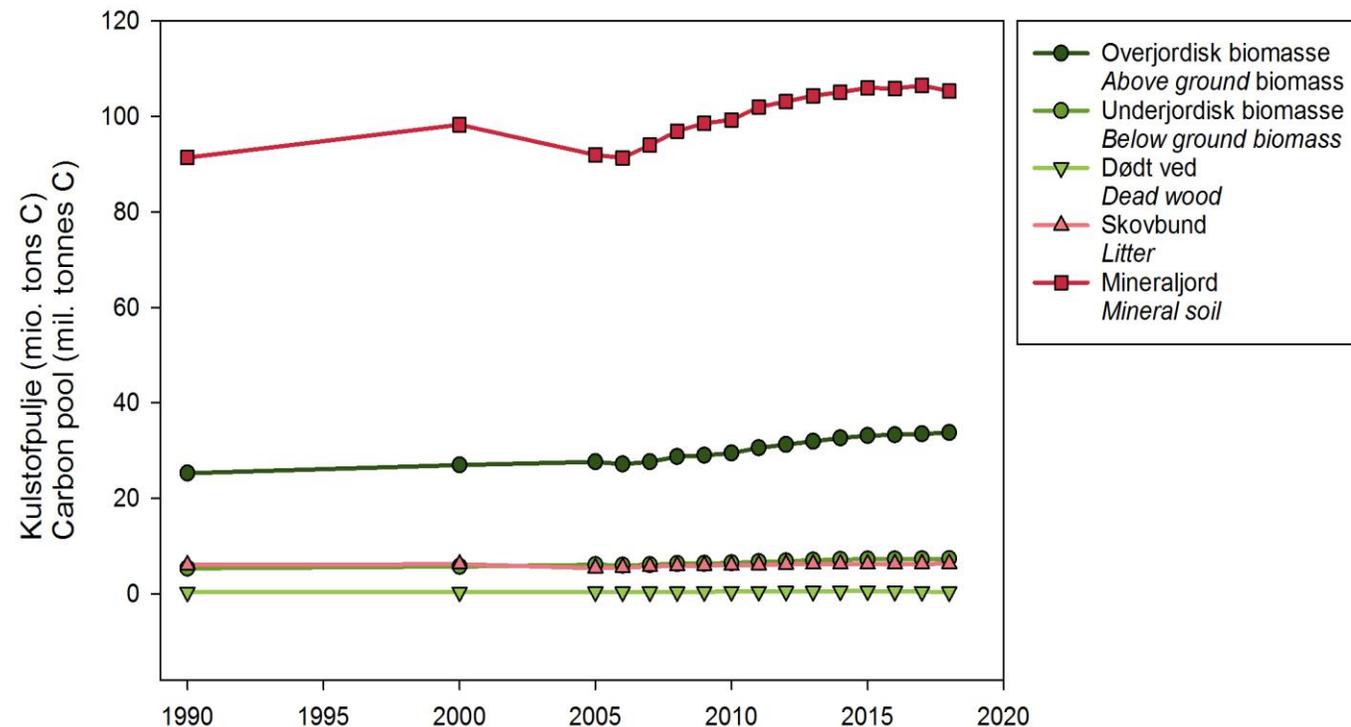
- Stock

Den mængde C som er bundet (permanent) i skovøkosystemet

- Udfordringen

Både sequestration og stock er klimaregulerende. Hvordan skal det kombineres?

Carbon lagre i danske skove



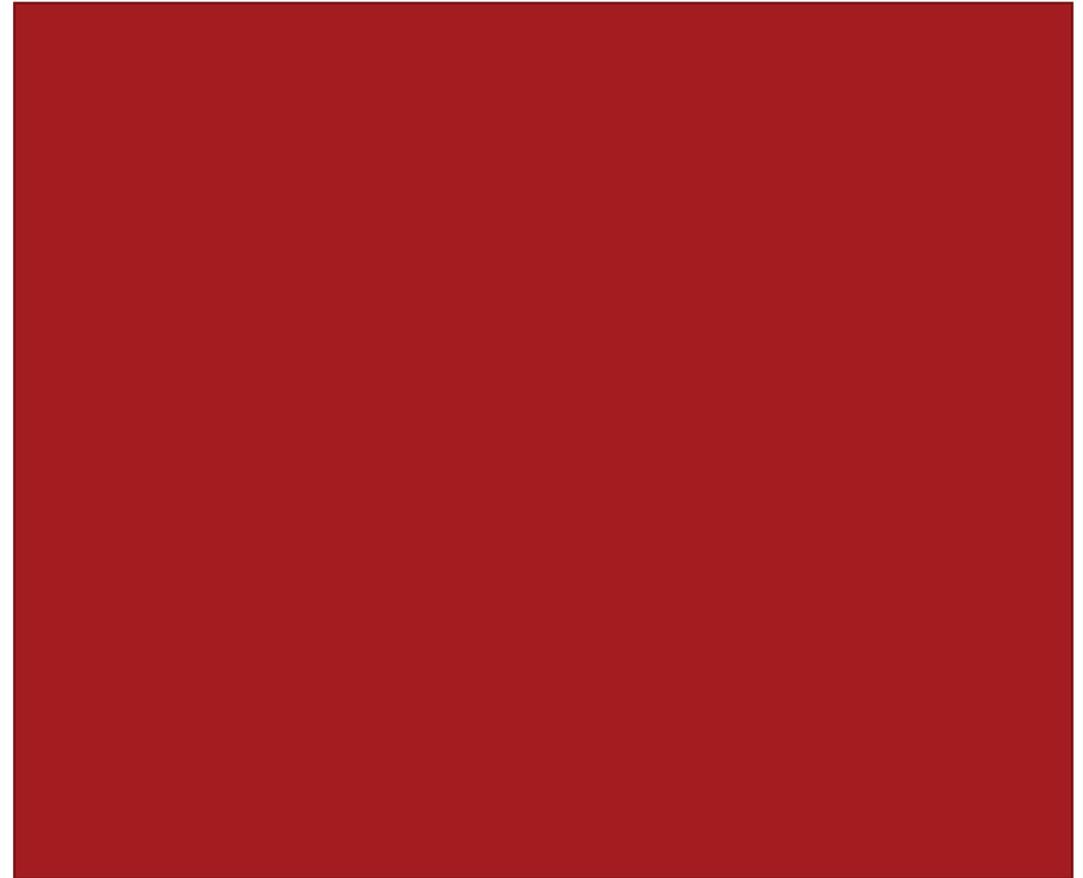
Den høstede biomasse bidrager også til den klimaregulerende effekt af skoven

- Når den høstede biomasse (50% er C) lagres i permanente produkter, f.eks. møbler og huse.
- Når der bruges træ i stedet for andre produkter som produceres ved brug af fossile energikilder, f.eks. beton, tegl, stål, isoleringsmaterialer og plastic.
- Når biomasse bruges som energikilde i stedet for fossile energikilder, f.eks. kul og naturgas.

Klima restaurering går længere end climate change mitigation

BECCS BioEnergy ´with
Carbon Capture and Storage

Man kunne også satse stort
på at bruge træet som
byggemateriale i huse. Det
lagre C og det substituerer
andre C tunge materialer



How do we manage a Danish forest best
if the main goal is to mitigate
increasing CO2 concentrations in the atmosphere?
(Taerøe et al., 2017)



**Traditional
beech forest**

**Suserup,
no-intervent.**

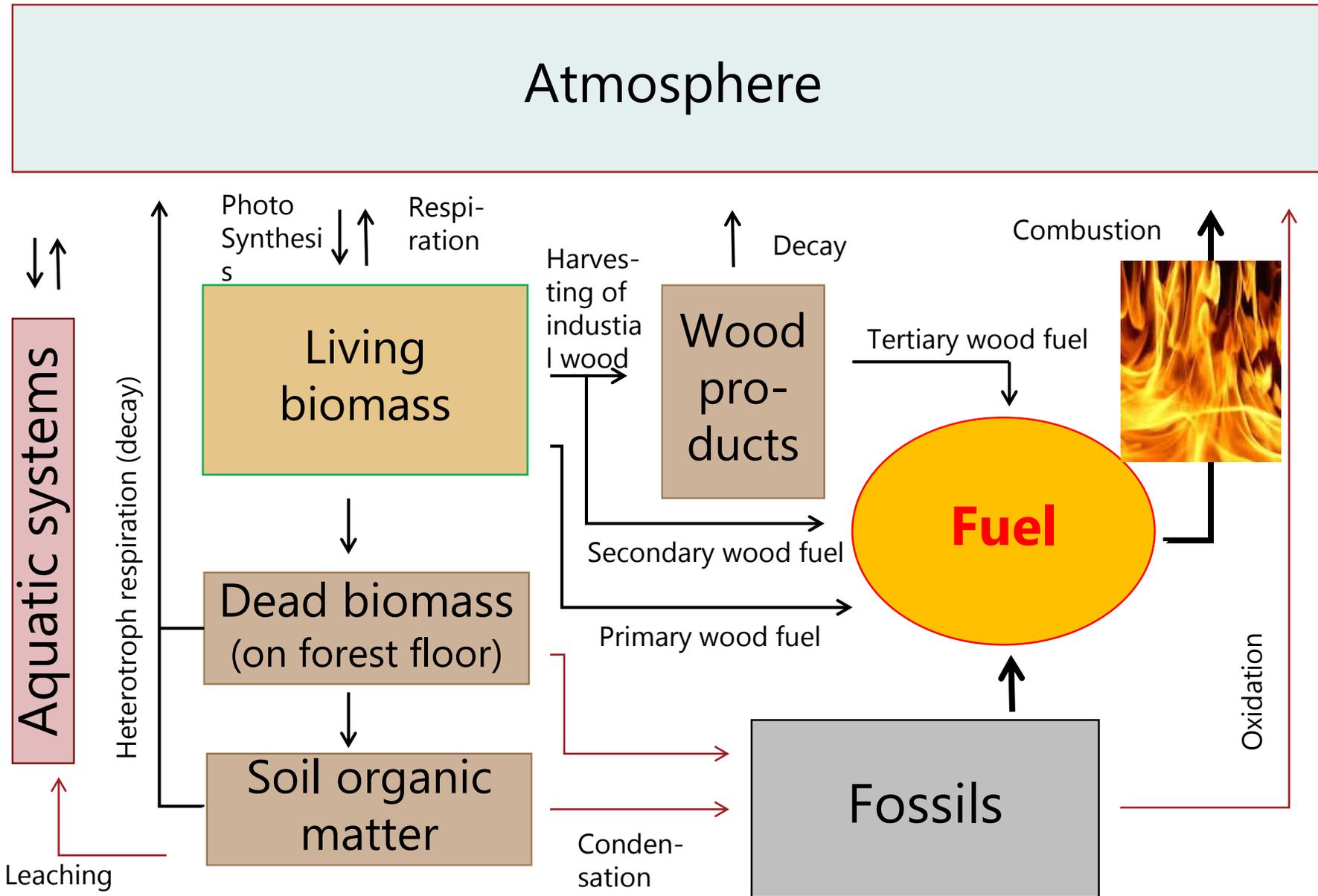
**Intensive
SRC poplar**

BAU

STORE

SUBST

A simple carbon model



Formål:

- Sammenligne forskellige alternativer

Målestok:

- Atmosfærens indhold af CO₂

Forudsætninger:

- De tre systemer skal levere same mængde energy
- Og samme mængder produkter

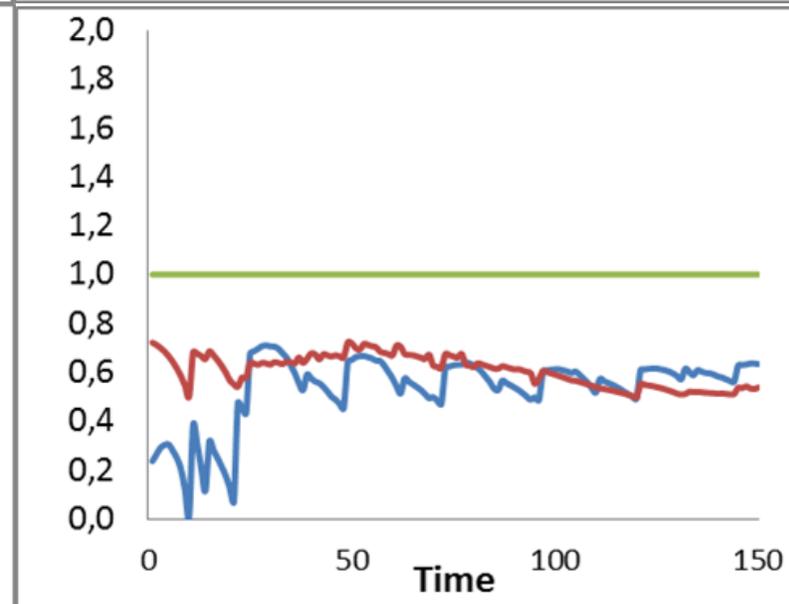
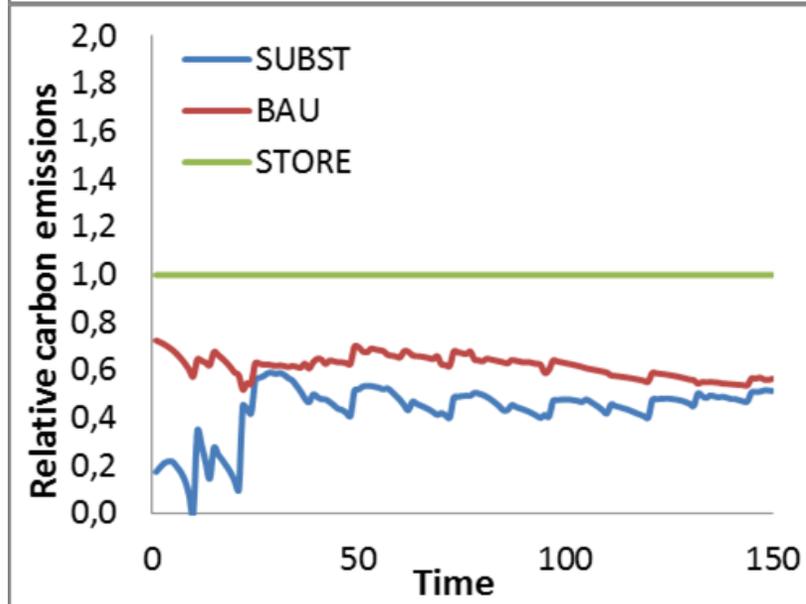
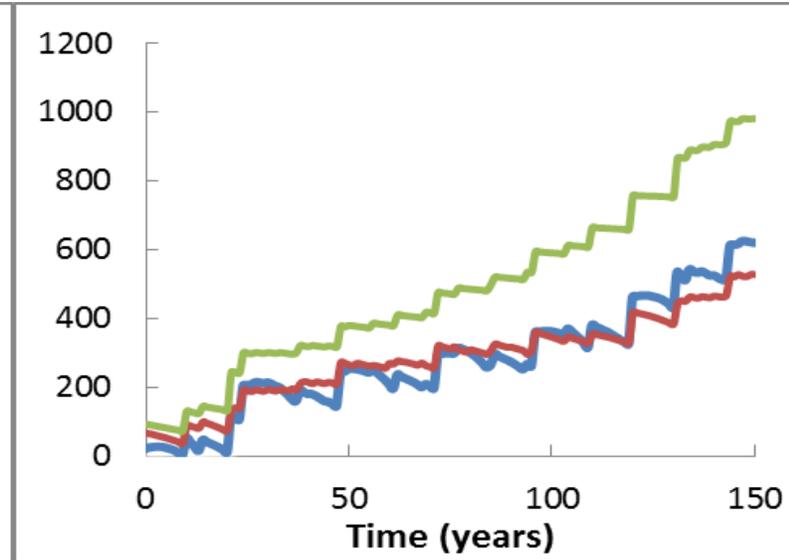
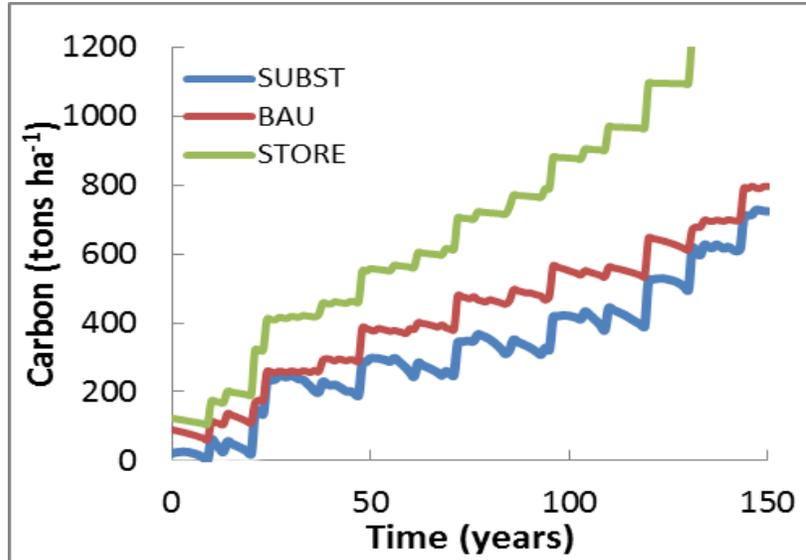
En række antagelser

Effects forest management alternatives (bioenergy, BAU and no-intervention) and fuel (natural gas vs but coal) and material substitution

Bituminous coal

Natural gas

Cumulated C emission



Taeroe et al., 2017

Nogle konklusioner

- Klimaet gavnes bedst ved: substitution > BAU > No-intervention
- End ikke på den korte bane er No-intervention bedst
- Produktsubstitution kan være mere effektivt end energisubstitution
- Den umiddelbart mest afgørende faktor for klimaet er væksthastigheden
- Klimaeffekten af øget lager af C i jorden og i dødt ved var relativt beskeden
- Faktorer med stor indflydelse:
 - Effektiv forbrænding (vanddamp substitution)
 - Om det er kul eller naturgas som substitueres
 - Hvilke produkter som der substitueres (beton, tegl, stål og rockwool er alle C-tunge)
 - Træprodukternes levetid
- BECCS ville øge forskellene markant således at subst ville have en meget større klimaeffekt.

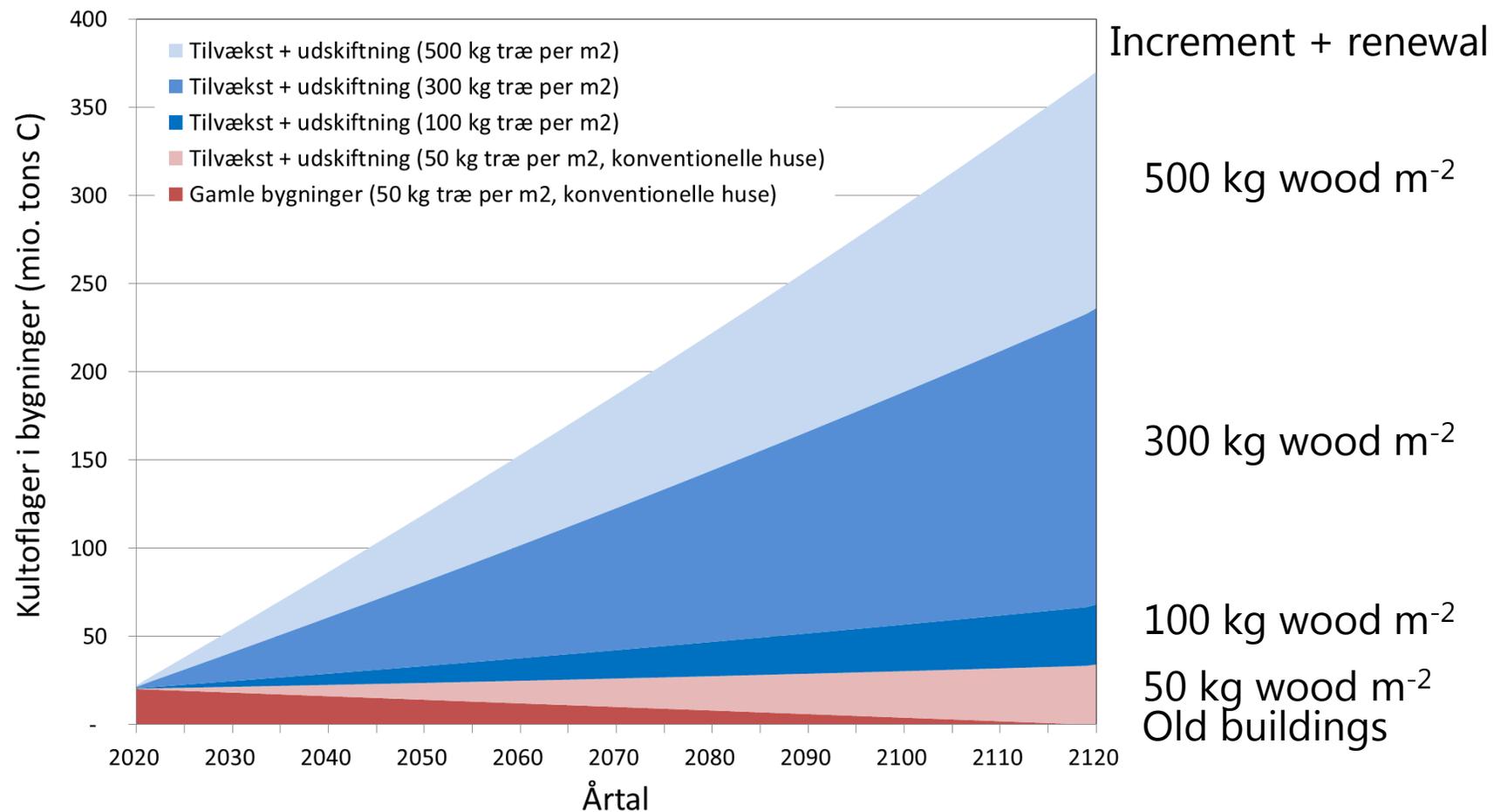
Vigtige fakta om skove og skovbrug i Danmark.

- Skovarealet er omkring 625.000 ha svarende til 14.5%.
- Gennemsnitlig C lager i biomassen er omkring 68 tons ha^{-1} , og i jorden omkring 120 tons C ha^{-1} .
- Den årlige hugst er ca 3.6 mill m^3 svarende til 60% af tilvæksten.
- Der er en beskedent net-tilvækst i C stokken, men størstedelen af mertilvæksten nedbrydes.
- Mere end 50% af den høstede biomasse går direkte til energi. Dertil kommer yderligere ca 50% til energi når tømmeret oparbejdes på savværket.
- Derfor ender kun ca 25% af den høstede biomasse i varige træprodukter.
- Danmark har en stor import af biomasse, ca 50% af bioenergien og ca 80% af det savskårne tømmer.

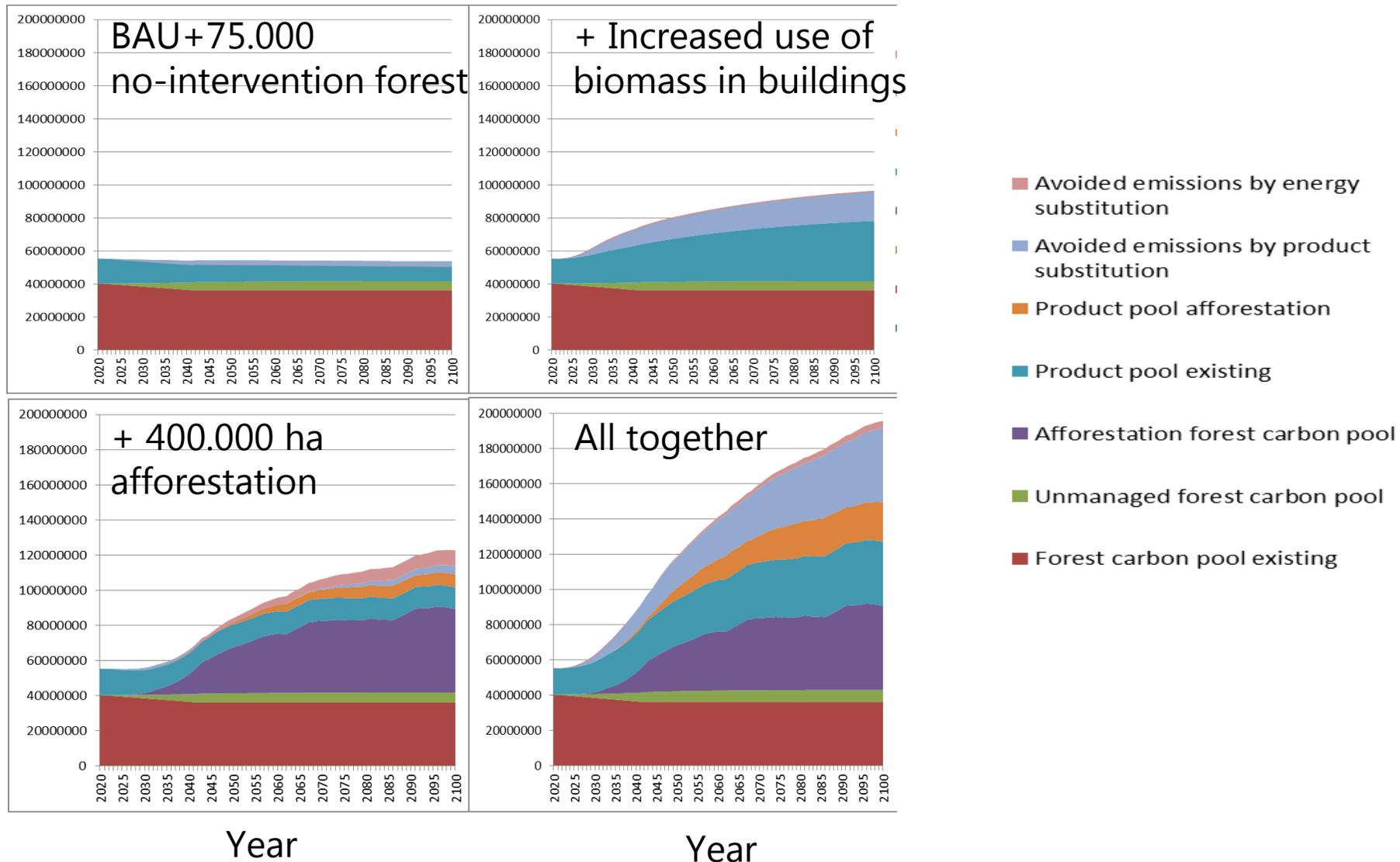
Nye tiltag:

- Skov udlægges med biodiversitet som hovedformål og ingen skovdrift
- En ny klima/skovfond som skal intensivere skovrejsning
- Diskussion om yderligere tiltag, træ i byggeriet og BECCS

C lagring i bygninger i Danmark, forskellige ambitionsniveauer



Klimaeffekter (lager og sparede emissioner) af 4 scenarier



Konklusioner, skov og skovbrug har en klimaregulerende effekt

- Ved at lagre C i biomasse og i jorden
- Ved at substituere fossilt energi (kun værdifuldt så længe vi bruger kul og andre fossile kilder)
- BECCS har et stort potentiale i det det vil reducere atmosfærens indhold af CO₂ (restoration)
- Brug af træ i produkter har både et substitutionspotentiale (så længe vi bruger kul og andre fossile kilder) og et lagerpotentiale (restoration).
- Væksthastigheden i skoven (sequestration rate) er proportional med den klimaregulerende effekt.

Økosystem tjenester fra skov- og landbrug

	No-intervention	Intensiv skovbrug	Naturnært skovb.	Landbrug
Nedbørsoverskud	244	138	244	449
Nitratkoncentration	9	6	4	15
P ændring	0.5	-1.9	-0,6	1.9
Biodiversitet (Habitat suitability index)	1.52	0.14	0,32	0,05
Rekreation	3448	23	116	8
C-stock	400	220	206	89
C-sequestration	0	3.8	3.4	4.3
Salgsafgrøder	0	1.0	2.1	10.3

Adams et al., 2019 (student exercise)

Nogle konklusioner i relation til økosystem tjenester

- Der er synergier og trade-offs mellem en række tjenester
- Hvis vi fokuserer på biodiversitet og klima-regulering (C sequestration) er den meget tydelig
 - Løsningen synes ikke at være en kamp de to dagsordener, men snarere hvordan vi begge udfordringer kan tilgodeses
 - Jeg ser ingen anden mulighed end 'land segregation'
- De andre tjenester er også vigtige
 - Vand er et spørgsmål om rent vand i tilstrækkelige mængder, men også sikkerhed, ingen oversvømmelse
 - Rekreation styrer meget, vigtig økonomisk komponent
 - Uden mad dur vi ikke.
- Økosystemer skal kvantificeres (og værdisættes) så beslutninger træffes på et oplyst grundlag.