



Metode for emnet *Træbiomasse til energiproduktion i Danmarks* Globale Klimapåvirkning - Global Afrapportering

Kontor/afdeling
Varme og Affald

Dato
29-04-2025

Metodenotat

Indholdsfortegnelse

1	Rammesætning	2
1.1	Ændringer siden GA24	3
2	Metode og antagelser	4
2.1	Kvantificering af træbrændslernes klimaeffekt	4
2.2	Værktøjer/modeller	5
3	Datakilder	6
3.1	Data	6
3.2	Usikkerhed	7
4	Sammenhæng med øvrige analyser	8
4.1	Klimastatus og -fremskrivning (KF)	8
4.2	Klimaafttrykket fra forbrug	8
5	Kilder	10
	Bilag 1: Skematisk oversigt over beregningsmodellen	12
	Bilag 2: Antagelser for beregningen	13

Energistyrelsen

Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

T: +45 3392 6700
E: ens@ens.dk

www.ens.dk



1 Rammesætning

Den globale afrapportering skal, ifølge bemærkningerne til klimaloven, synliggøre Danmarks globale påvirkning af klimaet både positivt og negativt (Forslag til lov om klima, 2020). Analysen beskriver de udledninger, der påvirkes af danske aktiviteter, uagtet hvor i verden de finder sted¹. Af bemærkningerne til klimaloven fremgår det, at den globale afrapportering skal belyse effekterne af forbrug. Til den globale afrapportering foretages en analyse af netto-CO₂-effekten over tid af et års dansk forbrug af træbiomasse til energiproduktion (træbrændsler). Notatet redegør for de metoder, der ligger til grund for beregninger af udledninger forbundet med det danske forbrug af træbrændsler, som er præsenteret i datavisualiseringen om Danmarks globale klimapåvirkning på Energistyrelsens hjemmeside.

Høst af træ og anden biomasse opgøres i de nationale klimaregnskaber i LULUCF-sektoren (jorder og skove), jf. IPCC's retningslinjer som en udledning i det land, hvor træet høstes. Hvis biomassen efterfølgende brændes af i fx kraftværker, beregnes det som en nuludledning i forsyningssektoren, da udledningen allerede er opgjort ifm. høsten af biomassen. Derved undgås dobbelttælling af udledninger fra biomasse. Derfor vil udledninger fra dansk produceret biomasse indgå i Danmarks officielle klimaregnskab, uanset om det forbruges i Danmark eller eksporteres. Udledninger fra importeret biomasse vil indgå i andre landes drivhusgasopgørelser. Biomasse der anvendes til energiproduktion i Danmark skal dertil leve op til en række bæredygtighedskriterier fra EU samt skærpede danske krav.

I den globale afrapportering opgøres udledningerne fra træbiomasse til energiproduktion fra et andet perspektiv, hvor alle udledninger knyttet til brugen af træbrændsler i den danske forsyningssektor samt husholdninger beskrives samlet, hvilket er en forbrugsbaseret tilgang. Dette perspektiv er altså et andet end det, som ligger til grund for det nationale klimaregnskab.

Det analyseres ikke, hvilke konsekvenser i energisystemet et eventuelt fravær af biomasseforbrug til energiproduktion ville have, og hvilke udledninger der fx ville være koblet til energiproduktion baseret på andre energikilder. Analysens resultater skal derfor betragtes "isoleret set" i forhold til energisektoren generelt. Det danske forbrug af træbiomasse til energiproduktion påvirker således isoleret set atmosfærens indhold af CO₂.

Når der produceres energi af træbiomasse, fjernes træet fra skoven og forbrændes i fx et varmeværk. Uden efterspørgslen til bioenergiproduktion ville træbiomassen

¹ Danmarks nationale emissionsopgørelse udarbejdes hvert år af National Center for Miljø og Energi (DCE) og indgår i Danmarks klimastatus- og -fremskrivning (KF). Klimastatus- og fremskrivning er en redegørelse for hvordan Danmarks drivhusgasudledninger har udviklet sig siden 1990 samt en vurdering af, hvordan de vil udvikle sig i fremtiden. (KEFM, 2024)



enten at være blevet efterladt i skoven til naturlig forrådnelse, brændt af lokalt uden energiudnyttelse, brugt til andre træprodukter eller slet ikke være blevet høstet. Dermed kan forbruget af træbiomasse i energisektoren resultere i en ændring i tidspunktet for de biogene CO₂-udledninger fra senere (alternativ forrådnelse m.m.) til øjeblikkelig (energiproduktion).

Den senere alternative udledning for det danske forbrug af træbiomasse ville ifølge Nielsen (2025) primært opstå ved forrådnelse og anden nedbrydning af det træ, som i den aktuelle markedssituation ville blive efterladt i skoven eller ved træindustrien, hvis der ikke var en efterspørgsel på det til energiproduktion.

Forskellen i størrelsen af skovens kulstoflagre, som følge af denne tidsforskydning, bestemmer størrelsen af den beregnede biogene del af nettoudledning af biomasseforbruget. Den biogene del af CO₂-effekten fra et enkelt års forbrug af træbrændsler falder over tid til nul, når træbiomassen består af rester og stammer fra langsigtet forvaltede skove. Hertil kommer de fossile udledninger forbundet med forbruget af træbrændsler, fx fra transport af brændslerne.

1.1 Ændringer siden GA24

Den væsentligste metodemæssige ændring, som er sket fra GA24 til GA25, er indførelsen af en beregningsmodel for træbiomassens halveringstider. Hastigheden hvormed forskellige typer af træbiomasse ville blive nedbrudt og derved frigive deres bundne kulstof som CO₂ igen, hvis træbiomassen ikke blev anvendt til energiproduktion, er ifølge Nielsen (2025) den primære faktor for udledningskurvens hældning. I GA24 og tidligere var halveringstiderne alene baseret på nogle få videnskabelige case-studier. Til GA25 har Nielsen (2025) anvendt en model udviklet af Jürgen Zell m.fl.²

Ved hjælp af denne model er halveringstiden beregnet på basis af de klimatiske forhold ved træbiomassens oprindelsessted, træets diameter og med differentiering mellem nåletræer og løvtræer. De beregnede halveringstider var dog ikke væsentligt forskellige fra halveringstider brugt i GA24 og tidligere, idet halveringstiden for hugstrestre nu er beregnet til 12,4 år og i tidligere versioner var antaget at være 10 år. For stammer er halveringstiden ændret til 14,2 år i denne rapport sammenlignet med 15 i de tidligere rapporter.

² Jürgen Zell, Gerald Kändler, Marc Hanewinkel (2009). Predicting constant decay rates of coarse woody debris—A meta-analysis approach with a mixed model. *Ecological Modelling* 220 (2009) 904–912



2 Metode og antagelser

2.1 Kvantificering af træbrændslernes klimaeffekt

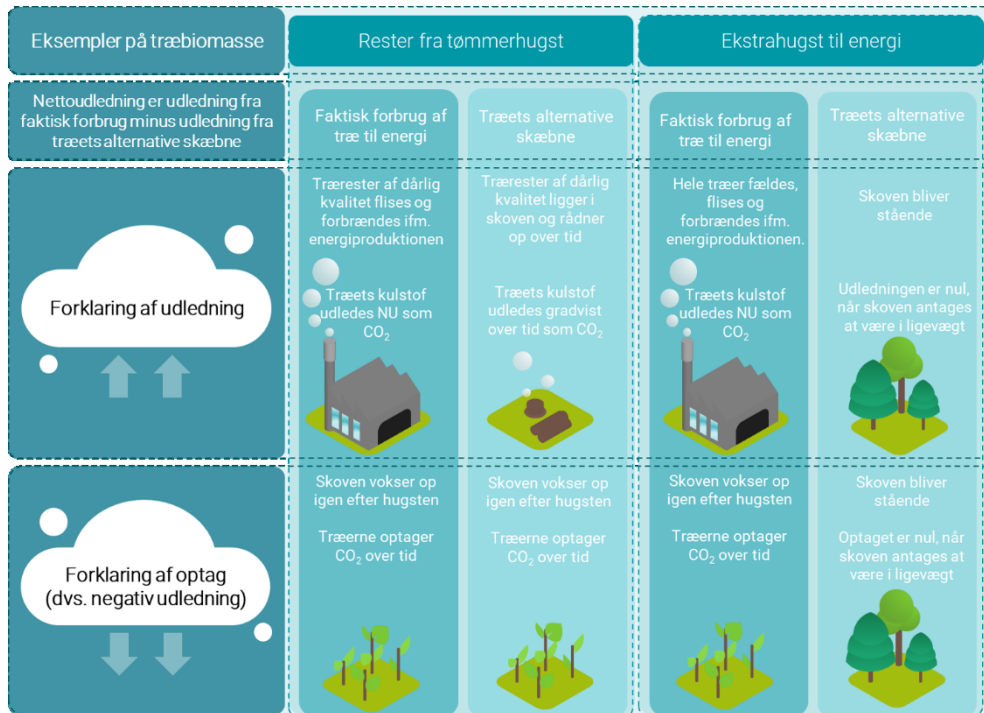
CO₂-effekten fra anvendelse af biomasse til energiformål beregnes som den udledning, der sker ved forbruget af biomasse set i forhold til, hvordan udledningen ville have været uden den pågældende høst eller fjernelse af biomasse til energiformål, jf. Rammesætning. Opgørelsen af udledninger fra forbrug af biomasse er dermed rent metodemæssigt en marginal analyse, som ser på konsekvensen af det pågældende biomasseforbrug, men ikke på alternativerne til dette biomasseforbrug.

Opgørelsen af udledninger relateret til biomasse til energiformål er forbundet med væsentlig kompleksitet. Det skyldes dels, at det ikke er tilstrækkeligt at se på selve energiproduktionen, men at der også må indregnes påvirkningen fra det dynamiske kulstofkredsløb, som træbiomassen indgår i, dvs. udledninger og optag over tid i skove og jorde. Og dels, at forbruget i energisektoren kan skabe markedseffekter, som påvirker brugen af træ til fx byggematerialer, hvilket giver indirekte udledninger fra et ændret forbrug i andre sektorer.

Der er gennemført en kvantitativ analyse af, hvordan atmosfærens indhold af CO₂ påvirkes af det danske forbrug af træbrændsler til produktion af el og varme i den kollektive forsyning såvel som i husholdninger i 2023. Resultaterne er tidsafhængige, eftersom kulstofpuljerne i skoven er dynamiske. Den anvendte metoden bag beregningerne om træbrændslernes CO₂-effekt er uddybende forklaret i Nielsen (2025).

Beregningen af CO₂-effekten sker ved, at den alternative udledning trækkes fra den faktiske udledning, og det alternative optag trækkes fra det faktiske optag jf. Figur 1.

Figur 1: Princip for beregning af den biogene del af CO₂-effekten fra træbiomasse til energiproduktion – to eksempler



Kilde: Energistyrelsen. **Anm.:** Beregningen af den biogene CO₂-effekt sker ved, at den alternative udledning trækkes fra den faktiske udledning, og det alternative optag trækkes fra det faktiske optag.

Modelberegningerne omfatter både de direkte og indirekte CO₂-udledninger samt ændringerne i kulstofpuljerne, jf. afsnittet om Værktøjer/modeller nedenfor.

Klimapåvirkningen kan udtrykkes på mange måder. Udover alle de faktorer, som afgør CO₂-effekten, så bestemmes resultatet af, hvorvidt der ses på effekten over tid af et enkelt års forbrug eller af et fortsat forbrug, samt om der er tale om den samlede CO₂-effekt eller en udledningsfaktor per enhed energi i biomassen. Nielsens analyse (2025), som resultaterne bygger på, beskriver forskellige dimensioner af klimaeffekten. Nielsen (2025) trækker på tidligere arbejder fra bl.a. IGN (2023).

2.2 Værktøjer/modeller

Nielsen (2025) har opstillet en model, som fastsætter størrelsen af de samlede CO₂-udledninger fra forbruget af træbiomasse til energiproduktion. Se Bilag 1 for en skematisk oversigt over modellen. Analysen omfatter forbruget af træpiller og træflis til produktion af el og fjernvarme, samt brænde og træpiller til produktion af varme i husholdninger. Se Bilag 2 for en oversigt over antagelser og forudsætninger for beregningerne.



Modellen beregner kulstoflagre og strømme af kulstof koblet til alle led i forsyningskæden fra skovforvaltningen til produktionen af el og varme. Modellen omfatter ikke CO₂-udledninger fra konstruktion af de forskellige varmekværke og kraftvarmekværke mv. Der indgår ikke en alternativ energikilde i analysen. De alternative elementer omhandler alene træets alternative skæbne, dvs. hvad der ville være sket med træbiomassen, hvis den ikke var blevet anvendt til energiproduktion. Fx efterladelse i skoven til naturlig nedbrydning eller brug i andre træprodukter.

De direkte udledninger er de udledninger, som sker ved forbrænding i energiproduktionen og i forbindelse med høsten, transporten m.v. af biomassen. Indirekte udledninger stammer fra markedsbestemte konsekvenser af biomasseforbruget, herunder ændringer i arealanvendelse og træanvendelse samt hugst målrettet mod energi. Effekten, af at høst af træ frigør areal til at nyt træ kan vokse op, er medregnet, men den har i de fleste tilfælde ingen påvirkning på CO₂-effekten eftersom de nye træer vokser op, uanset om fx grene og toppe bliver liggende på arealet eller om de fjernes og bruges til energiproduktion. Der er udført følsomhedsberegninger på udledninger fra transport samt på andelen af træ som resulterer i indirekte udledninger, jf. Nielsen (2025).

Modellen til vurdering af CO₂-effekt fra biomasseforbrug giver ikke det fulde overblik over alle tænkelige klimaeffekter af høsten, fjernelsen og forbrændingen af træet. Eksempler på udeladte klimafaktorer er partikeludledning og albedoeffekt³ af ændret arealforvaltning. Det er således ikke en altomfattende klimamodel, men en afgrænset CO₂-model.

Forbruget af træ til energiproduktion påvirker også skovenes biodiversitet. Det er ikke belyst her, men se fx JRC (2021).

Visse af resultaterne vises sammen med referenceværdier for CO₂-effekten af et forbrug af kul og fossil naturgas. Disse værdier indeholder også transport/forarbejdning mm. og er beregnet af Nielsen et. al (2020).

3 Datakilder

3.1 Data

Hovedresultaterne for CO₂-effekt fra forbruget af træbrændsler stammer fra Nielsen (2025), som anvender Energistyrelsens datasæt fra virksomheders indberetning om deres forbrug af træbrændsler efter lovgivningen om bæredygtighedskrav samt

³ Albedo er et mål for refleksion af lys og bruges her om refleksion af energien i solstrålingen. Ændret arealforvaltning kan fx føre til mørkere arealer, som reflekterer mindre solenergi og derved absorberer mere energi, hvilket medvirker til global opvarmning.



importdata fra Danmarks Statistik (DST, 2024). Forbrugsdata og grunddata dækker tilsammen brændselsforbrug, brændselstype, oprindelse, skovtype, biomassetype, transportmiddel, værkets produktion af el og varme samt energiforbrug til træpilleproduktion, presning af træpiller, skovoperationer og transport. Data er aggregeret til et vægtet gennemsnit for brændselstyperne.

Data fra disse indberetninger dækker samlet set ca. 90 pct. af det samlede danske forbrug af træbrændsler til produktion af el og fjernvarme. For at få tal på de samlede CO₂-effekter ekstrapoleres der op fra den mængde, som indberetningerne dækker, til hele det danske forbrug af træpiller og træflis til produktion af el og fjernvarme, samt træpiller og brænde til produktion af varme i husholdninger baseret på data fra Energistatistikken (ENS, 2024).

3.2 Usikkerhed

De detaljerede oplysninger, om hvilke typer af brændsler, der forbruges af virksomhederne, samt hvilke biomassetyper og oprindelser biomassen har, kommer direkte fra energiproducenterne via indberetninger til Energistyrelsen i medfør af lovgivningen om bæredygtighedskriterier⁴. Disse oplysninger er verificeret af en godkendt uafhængig tredjepart, inden de indberettes til Energistyrelsen, og der vurderes ikke at være nogen væsentlig usikkerhed i disse data.

Størrelsen af det samlede danske forbrug af træpiller og træflis til produktion af el og fjernvarme stammer fra Energiproducenttællingen i regi af Energistyrelsen. Det regnes som valide data, men er dog baseret på virksomhedernes selvrapportering. Størrelsen af det samlede private forbrug af træpiller beregnes som residualen mellem produktion af brændsler samt netto-import og forbruget til el og fjernvarme. Dermed opstår ifølge Træpilleundersøgelsen en vis usikkerhed i fastsættelsen af denne mængde (Ea, 2023). Størrelsen af det samlede brændeforbrug er hentet fra Brændeundersøgelsen, dvs. på spørgeskemaundersøgelse blandt forbrugerne, hvilket indebærer forskellige mulige fejlkilder, som er beskrevet i Brændeundersøgelsen (ENS, 2022a).

Selvom dette er en væsentlig forbedring i præcisionen af estimerne af halveringstider, kan der ifølge Nielsen (2025) stadig foretages yderligere forbedringer. De allerede gennemførte forbedringer har dog ikke gjort en væsentlig forskel for resultaterne (se evt. figur 18 i Nielsen, 2025), og derfor kan resultaterne i denne rapport ifølge Nielsen (2025) betragtes som relativt sikre med hensyn til halveringstider.

Nielsen og forskerne påpeger, at der er mulighed for yderligere præcisering af træbiomassens alternative skæbner. Herunder dels datainput om præcist voksested, tykkelse og træart til modelleringen af halveringstider for nedbrydning af efterladt

⁴Bekendtgørelse om bæredygtighed og besparelse af drivhusgasemissioner for biomassebrændsler og flydende biobrændsler til energiformål, m.v. 530/2024



dødt træ i skoven, og dels forskning i kvantificering af indirekte markedseffekter af biomasseforbruget på arealanvendelse og brug af træ (Nielsen, 2025). Antagelserne i rapporten om disse forhold er baseret på eksisterende forskning samt kvalificerede skøn.

Opgørelsen af nettoudledning i Nielsen (2025) anvender information om geografisk oprindelse af brænde fra Danmarks Statistiks importdata, hvilket anses at indebære en vis usikkerhed.

4 Sammenhæng med øvrige analyser

4.1 Klimastatus og -fremskrivning (KF)

Klima-, Energi- og Forsyningsministeriets Klimastatus og -fremskrivning redegør for Danmarks nationale udledninger, dvs. udledningerne inden for Danmarks grænser, jf. FN's opgørelsesmetoder. CO₂-udledning fra forbrænding af biomasse skal ifølge FN-reglerne ikke medregnes, der hvor biomassen forbruges. Det skyldes, at udtaget af biomasse i stedet skal opgøres i produktionslandenes klimaregnskab for landsektoren, LULUCF⁵ (IPCC, 2006). På denne baggrund medregnes udledninger fra forbruget af importeret biomasse ikke i opgørelsen af Danmarks nationale udledninger. Den globale afrapportering hjælper til at belyse hvordan og i hvilket omfang det danske forbrug af træbrændsler påvirker atmosfærens indhold af CO₂ uafhængigt af hvor biomassen kommer fra.

4.2 Klimaaftrykket fra forbrug

I beregningen af Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk (se metodenotatet *Klimaaftrykket af forbrug, import og eksport*) indgår klimaeffekter relateret til ændringer i kulstofpuljerne for arealer dyrket til landbrugsformål⁶, men ikke for skove. Fossile procesudledninger indgår også i det forbrugsbaserede klimaaftryk, mens biogene procesudledninger⁷ og udledninger fra indirekte effekter ikke indgår. Baggrunden for denne tilgang er de metodemæssige udfordringer forbundet med udledninger fra skovbrug samt med ændringer i anvendelsen af arealer. Der er således kun et lille overlap mellem dette notats samlede udledninger fra forbruget af træbrændsler og Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk.

Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk er baseret på en opgørelse af verdens udledninger (bortset fra skove og ændring i arealanvendelse) fordelt til produktkategorier og derefter koblet til Danmarks forbrug af disse produkter; en såkaldt "attributiv top-down-tilgang". Energistyrelsen er ikke bekendt med studier, der

⁵ Land Use, Land Use Change, and Forestry (overlapper med AFOLU: Agriculture, Forestry and Other Land Use)

⁶ LU-kategorierne "grassland" og "cropland"

⁷ Fx forbrænding af træ i forbindelse med tørring af træpiller, dvs. som en del af den samlede procesudledning til høst, forarbejdning og transport.



har forsøgt at opgøre dette separat og i sin helhed for træbiomassens vedkommende. Landenes klimaregnskaber for landsektorerne, herunder for skov, er i sig selv svære at opgøre, og dertil kommer udfordringen med at adskille effekterne koblet til den træbiomasse, som anvendes til energiproduktion, fra den træbiomasse, som bliver til træprodukter.



5 Kilder

- DST (2024): *Danmarks Statistik*. Statistikbanken.dk, KN8Y. Hentet fra <https://www.statistikbanken.dk/statbank5a/SelectVarVal/Define.asp?Maintable=KN8Y&PLanguage=0>
- Ea (2023): *Det danske træpillemarked 2022*. Ea Energianalyse for Energistyrelsen – November 2023. Hentet fra <https://ens.dk/media/3915/download>
- ENS (2022a): *Brændeforbrug i Danmark 2021*. Energistyrelsen. Hentet fra <https://ens.dk/media/3923/download>
- ENS (2024): *Energistatistik 2023*. Energistyrelsen. Hentet fra: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/energistatistik_2023.pdf
- IGN (2023): *CO₂ emissions from biomass use in district heating and combined heat and power plants in Denmark (2nd edition)*. Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet. Hentet fra: <https://researchprofiles.ku.dk/da/publications/co2-emissions-from-biomass-use-in-district-heating-and-combined-h>
- IPCC (2006): *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.
- JRC (2021): *The use of woody biomass for energy production in the EU*. Joint Research Centre. EU-Commission. Hentet fra <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC122719>
- Forslag til lov om klima. (2020): *Forslag til lov om klima*. Hentet fra https://www.ft.dk/samling/20191/lovforslag/l117/20191_l117_som_vedtaget.htm
- KEFM (2024): *Klimastatus og -fremskrivning 2024*, Klima-, energi- og forsyningsministeriet. Hentet fra <https://www.kefm.dk/Media/638701203106373154/Klimastatus%20og%20-fremskrivning%202024%20-%20Del%201.pdf>
- Nielsen et. al (2020): *CO₂ emission mitigation through fuel transition on Danish CHP and district heat plants – Carbon debt and payback time of CHP and district heating plant's transition from fossil to biofuel*. IGN Report, September 2020. Department of Geosciences and Natural Resource Management, University of Copenhagen, Frederiksberg. 84 p. ill. Anders Tærø Nielsen, Niclas Scott Bentsen, Thomas Nord-Larsen



Nielsen (2025): *Recalculation of CO₂ emissions from biomass use in district heating and combined heat and power plants, direct private wood pellet and firewood consumption in Denmark with 2023 input data.* Anders Tærø Nielsen.



Bilag 1: Skematisk oversigt over beregningsmodellen

Gengivet fra Nielsen (2025):

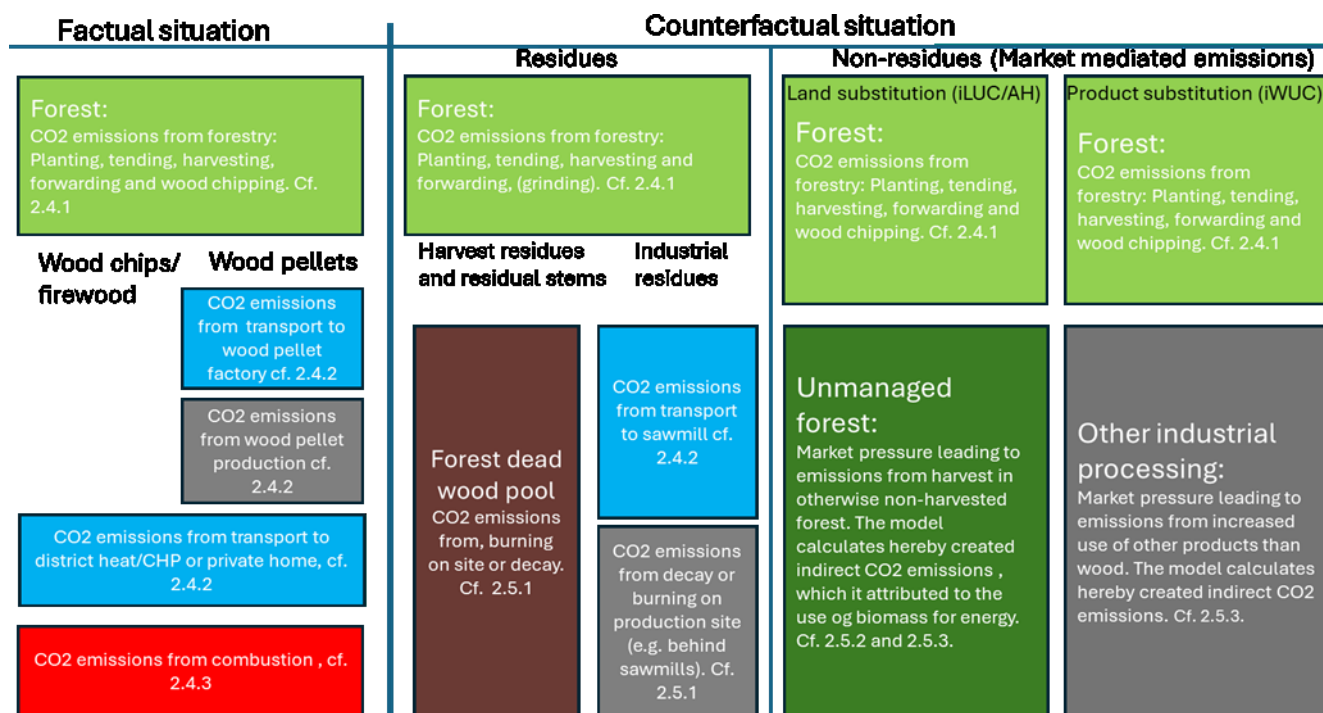


Figure 1. Overview of the model framework. The model calculates the sum of all emissions in the factual situation, deducts emissions from the residual counterfactual and adds market mediated emissions from non-residues.



Bilag 2: Antagelser for beregningen

Gengivet fra Nielsen (2025):

Table 1. Basic assumptions for calculation of the cumulative net carbon emissions (CCE).

No.	Assumption	Source
1	Living and deadwood carbon pools in unmanaged forest are set as the default IPCC values	[40 and 41]
2	The soil carbon pools, including forest floor, in unmanaged forests are in steady state during the whole projection period, and unchanged by use of bioenergy throughout the projection period.	[14, 15]
3	We assume that establishment of forests and growth after intervention follow existing yield tables and models of for the most common tree species in the region.	[16-18]
4	Living root biomass of all forest management alternatives is assumed to be 20% of the aboveground living biomass.	[19]
5	The half-lives of stems and harvest residues was based on the modelling framework presented in Zell et al [43], origin of the wood, climatic data from the origin and the diameter and tree type (conifers vs. deciduous trees).	[43]
6	The half-life of industrial residues was assumed to be 5 years	Assumption
7	All biomass contains 50% carbon (based on dry weight).	[25]
8	There are no significant emissions along the production chains of other greenhouse gasses than carbon dioxide, nor in the counterfactual system.	Assumption*
9	For forest site operations, the model used 2.29 l diesel t ⁻¹ . For harvest, forwarding and chipping we used 2.31 and 0.87 Kg C m ⁻³ and finally for chipping we used 1.85 l diesel t ⁻¹ . For transport both biomass and coal we used emissions fuel consumption of 1.3, 0.68 and 0.22 for truck, train and ship, respectively	[26-28]
10	Energy use for grinding of wood and pressing to pellets, was assumed to be 152 KWh tons ⁻¹ pellets assuming natural gas-based electricity production.	[27]
11	For drying of wood pellets, an additional 18% use of low-grade biomass (half-life 5 years) was assumed.	[29, 30]
12	The half-life of the wood product pool is 35 years for sawn timber, 25 years for boards and 2 years for paper.	[40]
13	The wood product substitution factor (SF) is set to 1.4 for sawn wood, 1.2 for panels and boards and 1.0 for other products e.g. pulp and paper.	[31]
14	For the biomass categories stems, industrial residues and energy wood from forests [see 1 and 2], it was assumed that 5% lead to iLUC and 5% lead to iWUC and for the category non-forest and waste wood, it was assumed that 10% of the biomass origin from additional harvesting.	Assumption

*Assumption is made as data on other climate gasses is not existing to make meaningful modelling at present.