



Metode for emnet *Grøn eksport og potentielle reduktioner* i Danmarks Globale Klimapåvirkning - Global Afrapportering

Kontor/afdeling
Systemanalyse

Dato
29-04-2025

Metodenotat nr. 11

Indholdsfortegnelse

1	Rammesætning.....	2
2	Metode og antagelser: Den økonomiske værdi af dansk eksport af grønne løsninger.....	2
2.1	Metodebeskrivelse.....	3
3	Datakilder: Den økonomiske værdi af dansk eksport af grønne løsninger.....	5
3.1	Usikkerheder.....	6
4	Metode og antagelser: Potentialet for CO ₂ -reduktioner fra dansk, grøn eksport ..	6
4.1	Metodebeskrivelse.....	7
5	Datakilder: Potentialet for CO ₂ -reduktioner fra dansk, grøn eksport.....	16
5.1	Usikkerheder.....	16
6	Kilder.....	18

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 Klimalovens bemærkninger, synliggøre Danmarks negative og positive påvirkning af klimaet (Forslag til lov om klima, 2020). Danmarks globale klimapåvirkning - Global afrapportering (GA) fokuserer på de udledninger, der påvirkes af danske aktiviteter, uagtet hvor i verden de finder sted¹. Dansk eksport af grønne energi- og miljøteknologier kan have en positiv effekt på udledninger i andre lande. Dette notat redegør for de metoder, der ligger til grund for data præsenteret i datavisualiseringen på Energistyrelsens hjemmeside, om værdien af grøn dansk eksport samt dansk eksports bidrag til reduktioner uden for Danmark.

Beregningerne består af to individuelle dele, som ligeledes beskrives individuelt i dette metodenotat. Den ene beregning opgør værdien af dansk eksport af grøn miljø- og energiteknologi samt –service. Opgørelsen er i kroner og fordeler eksporten på teknologityper og på lande. Den anden beregning undersøger hvor meget den danske grønne eksport af en delmængde heraf, grøn energiteknologi, potentielt kan reducere de udenlandske drivhusgasudledninger med. Opgørelsen belyser hvor meget CO₂, der potentielt reduceres globalt set ift. en situation hvor den grønne eksport ikke havde fundet sted.

2 Metode og antagelser: Den økonomiske værdi af dansk eksport af grønne løsninger

I dette afsnit gennemgås metode og antagelser inden for opgørelsen af dansk eksport af grøn miljø- og energiteknologi og services.

Overordnet opgøres eksporten af grønne miljø- og energiteknologier ud fra Danmarks samlede vareeksport fordelt på varekoder. Her summeres den del af eksporten inden for hver varekode, der kan kategoriseres som grøn miljø- eller energiteknologi. For serviceeksporten estimeres hvor stor en del af hver virksomheds serviceeksport der kan kategoriseres som grøn inden for miljø- eller energi, og summeres for at få den samlede grønne serviceeksport for hhv. miljø og energi. I tabel 1 er yderligere skitseret hvordan eksporten af den grønne vare- og serviceeksport er beregnet for hhv. energi og miljø.

Tabel 1: Overblik over metode til opgørelsen af hhv. vare- og serviceeksporten inden for grøn energi og miljø

	Energi	Miljø
Varer	Baseret på data fra Eurostat, baseret på varekoder. Dækker alle grønne teknologier inden for fjernvarme, bioenergi, vindenergi og anden effektiv energi.	Baseret på data fra Eurostat, baseret på varekoder. Dækker alle grønne teknologier indenfor ren luft, affald og vand.

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)



	Energi	Miljø
Service fra vare-producerende virksomheder	Baseret på data fra Danmarks Statistik. Frem til 2022: Grøn serviceeksport beregnet som virksomhedens andel af grøn energiteknologi ift. den samlede vareeksport, ganget med virksomhedens service-eksport. Fra 2022: Vægt beregnet ud fra data, der viser andelen af grøn serviceeksport ift. den samlede eksport for hver branche. Denne vægt anvendes til at fremskrive serviceeksporten til 2024. Dækker samme kategorier som for varer.	Baseret på data fra Danmarks Statistik. Samme metode som for energi. Dækker samme kategorier som for varer.
Service fra rådgivende ingeniører	Data er fra Danmarks Statistik. Dækker energiplanlægning, vedvarende energi og andre energiopgaver uden nærmere skelnen mellem hvorvidt det er grøn eksport. Opgøres hvert andet år, og fremskrives lineært for manglende statistikår.	Data er fra Danmarks Statistik. Dækker ingeniørtjenester i forbindelse med affaldshåndtering, vandforsyning og kloak og afvanding. Der bruges samme metode som for energi.

Kilde: Energistyrelsen

2.1 Metodebeskrivelse

Opgørelsen af eksporten bygger på de årlige statistikker over eksport af energiteknologi (ENS, 2025a), miljøteknologi (Damvad, 2024) og service indenfor disse områder, men dækker her alene den del af eksporten, der kategoriseres som "grøn". Fremgangsmåde følger metode og grundlag for opgørelserne af hhv. energiteknologi opgjort af Energistyrelsen, Dansk Industri, Green Power Denmark og Dansk Fjernvarme og miljøteknologi opgjort af Damvad og Miljøministeriet (ENS, 2025a).

Varekoder for eksport danner grundlag for opgørelsen af teknologi

Eksporten er opgjort på baggrund af den danske eksport på varekodeniveau, hvor alle danske virksomheder indberetter deres eksport fordelt på mere end 9.000 varetyper. Det er herudfra opgjort hvilke, og hvor stor en andel, af varekoderne der knytter sig til hhv. energi- og miljøteknologi. Listen indeholder både faktiske produkter og delkomponenter. Fx indgår gearkasser som en delkomponent i vindmøller, men det er vurderet, at omkring halvdelen af eksporten af gearkasser, indgår i andre teknologier, der ikke knytter sig til miljø- og energiteknologi.

2.1.1 Definition af den grønne andel

Herefter er det opgjort hvor stor en del der er "grøn". Her er brugt Eurostats definition af grønne produkter, der blandt andet omfatter produkter der:

- måler
- kontrollerer
- genopbygger
- forebygger
- behandler



- minimerer
- inddriver viden om miljømæssige skader på luft og vand
- regenerer ressourceudnyttelse

håndterer problemer med affald

Eftersom denne opgørelse alene har fokus på eksport af grøn miljø- og energiteknologi vil resultaterne blive mindre end den totale eksport af hhv. miljø- og energiteknologi som fremgår af Miljøstyrelsens eksportdashboard (Damvad, 2024) og analysen af eksport af energiteknologi (ENS, 2025a). I tillæg til Eurostats definition af grønne produkter, er det her antaget, at alt eksport der knytter sig til vindmølle- og bioenergiteknologi kan betegnes som grønt.

2.1.2 Opgørelse af serviceeksporten

Udover vareeksporten af grøn miljø- og energiteknologi omfatter opgørelsen også grøn serviceeksport fra miljø- og energibranchen samt rådgivende ingeniører. Serviceeksporten opdeles i to:

- 1) serviceeksport fra vareproducerende virksomheder
- 2) eksport fra rådgivende ingeniører. Den dækker bl.a. servicering af solgte grønne produkter og ingeniøropgaver relateret til miljø- og energiprojekter.

Opgørelserne baserer sig på statistiske data, men for serviceeksport fra vareproducerende virksomheder findes der ikke tilstrækkelig statistik for eksporten til lande udenfor EU. Derfor beregnes serviceeksporten for disse virksomheder. Det gøres ud fra en servicefaktor, der angiver, hvor mange kroner den enkelte virksomhed eksporterer service for hver krone vareeksport. Denne kan kun regnes på EU-niveau. Det antages derfor, at forholdet er det samme for eksporten til lande uden for EU. Den samlede serviceeksport til lande uden for EU er beregnet ved at gange servicefaktoren på den samlede vareeksport fra udenrigshandelsstatistikken.

Serviceeksporten for 2023 og 2024 er fremskrevet, da statistikkerne til ovenstående beregning kommer med et par års forsinkelse. Det antages, at serviceeksporten udvikler sig på samme måde som den samlede eksport af varer og service, og dermed ganges virksomhedernes energiandel på firmaernes køb og salg på brancheniveau. Dermed estimeres udviklingen i serviceeksporten på baggrund af udviklingen i branchernes samlede eksport i 2023 og 2024. Fremskrivningen sker på baggrund af andelen af grøn service eksport indenfor miljø og energi i 2022.

Serviceeksporten fra rådgivende ingeniører på energi- og miljøområdet trækkes fra Danmarks Statistiks ingeniørstatistik. Statistikken udkommer hvert andet år, men med en del forsinkelse hvorfor. Derfor er eksporten beregnet via en lineær tilgang i manglende statistiskår, hvilket både gælder for eksporten i 2023 og 2024.



2.1.3 Overordnede forudsætninger og afgrænsninger

Eksporten af energi og miljøteknologi opgøres alene for Danmark, og dækker dermed alene eksport fra virksomheder, der har deres fysiske produktion i Danmark. Dermed indgår salget fra de mange danske virksomheder, der har produktion i andre lande, og som eksporterer grønne løsninger fra disse lande ikke i opgørelsen.

Boks 1: Beregningen omfatter ikke varer fra danske datterselskaber i udlandet

Opgørelsen af dansk eksport af grøn teknologi og service er baseret på offentligt tilgængelige data fra Eurostat der er indberettede af Danmarks Statistik. Det betyder helt konkret, at dansk eksport defineres som noget der skifter fra danske hænder til udenlandske hænder. Det vil sige ejerskabsskifte af varer og serviceydelser fra enheder, der er danske (såkaldte danske residenter*) til enheder, der ikke er danske. Det indebærer, at varer og tjenester ikke behøver at krydse den danske grænse for at tælle med i opgørelsen af den danske eksport, så længe der er tale om ejerskifte fra danske til ikke-danske enheder.

En konsekvens af ejerskabsskiftekravet er imidlertid at danske datterselskaber i udlandet ikke er defineret som danske residenter, og aktivitet fra disse er derfor ikke med i opgørelsen af den danske eksport, også selvom de er ejet af en enhed, der er dansk resident.

*Resident virksomhed: En resident virksomhed er en virksomhed, som har et økonomisk interesseløbepunkt (udøver økonomiske aktiviteter) i Danmark gennem længere tid (mere end ét år). Det betyder, at filialer eller datterselskaber af udenlandske virksomheder regnes som residente virksomheder i Danmark. For virksomheder, der udfører bygge- og anlægsaktivitet, defineres residents udelukkende ud fra om virksomhederne har etableret sig i værtslandet. Hvis de ikke har oprettet et selskab i det land, hvor de opererer, anses de ikke som residente i landet, selvom den økonomiske aktivitet varer i mere end et år. Kilde: DST

Serviceeksporten opgøres for hhv. rådgivende ingeniører og serviceeksport beregnet for vareproducerende virksomheder, der eksporterer grøn energi- eller miljøteknologi. Eventuel grøn serviceeksport fra andre virksomheder er ikke medtaget i denne opgørelse. Det vil sige, at hvis en virksomhed, udover rådgivende ingeniører, alene eksporterer grøn energi- eller miljøservice, uden samtidig at eksportere varer, så indgår denne eksport ikke i beregningerne.

3 Datakilder: Den økonomiske værdi af dansk eksport af grønne løsninger

Data til eksport af grøn energi- og miljøteknologi hentes fra Eurostat, og opgøres i løbende priser.

Eurostat opdaterer løbende data og dermed kan størrelsen af eksporten ændres alt efter hvornår data er trukket fra Eurostat. Erfaringer viser, at Eurostats løbende opdatering af data kan betyde, at der kan ske opdateringer bagud i tid.



Opgørelsen af serviceeksporten bygger på fire kilder fra Danmarks Statistik²:

- 1) Momsstatistikken, der indeholder den samlede eksport af varer og service,
- 2) Udenrigshandelsstatistikken, der indeholder vareeksporten på vareniveau
- 3) Den generelle firmastatistik, der indeholder baggrundsvariable fx branche
- 4) Statistikken for rådgivende ingeniørvirksomhed og anden teknisk rådgivning, "ingeniørstatistikken".

Serviceeksporten for rådgivende ingeniørvirksomheder og anden teknisk rådgivning opgøres i ingeniørstatistikken fra Danmarks Statistik.

3.1 Usikkerheder

Om end brugen af varekoder til at opgøre grøn eksport af miljø- og energiteknologi er en meget anvendt metode, så er der en række udfordringer ved metoden. Eksempelvis er der usikkerhed knyttet til vurderingen af, hvilke varekoder der er grønne og varekodernes grønne vægt. Usikkerheder opstår ved vurdering af, hvilke varekoder der er grønne varekoder, især fordi Eurostats liste ikke er opdateret og ikke inkluderer varekategorier, som kun er delvist grønne. Desuden afhænger kategoriseringen, også af om anvendelsen af varen kan siges at være grøn. Det betyder, at en varegruppe hvor under 50 pct. af eksporten ventes at være grøn, ikke vil fremgå af Eurostats liste.

Af andre mulige fejlkilder er der en risiko for, at virksomheder indberetter på forkerte varekoder. Dertil kommer at udenrigshandlen er "diskretioneret" således, at ikke alle virksomheders eksport indgår i opgørelsen.

Derudover er opgørelsen af serviceeksporten omfattet af en betydelig usikkerhed idet data er beregnede størrelser og er delvist baseret på spørgeskemaer og delvist baseret på indberettede regnskabsoplysninger. Serviceeksporten for 2023 og 2024 er fremskrevet på baggrund af momsstatistikken, men med udgangspunkt i eksportfordelingen i 2022.

4 Metode og antagelser: Potentialet for CO₂-reduktioner fra dansk, grøn eksport

I dette afsnit gennemgås metode, forudsætninger og datakilder for opgørelsen af potentialet for CO₂-reduktioner i udlandet knyttet til Danmarks eksport af grøn energiteknologi.

Opgørelsen er baseret på en konsekvenstilgang for at belyse potentialet for reduktionen af emissioner i udlandet. Det betyder, at opgørelsen søger at svare på spørgsmålet om hvilke udledninger, der havde fundet sted, hvis ikke eksport af dansk grøn energiteknologi havde fundet sted. Opgørelsen er dermed delvist baseret på hypote-

² Hele metodebeskrivelsen for serviceeksporten er baseret på (ENS, 2018).



ser om alternativet, det vil sige hvad der ville være sket i fraværet af dansk grøn eksport. Opgørelsen er afgrænset til brugsfasen for teknologierne i eksporten, og medtager dermed ikke udledninger relateret til produktion af produktet, transport i forbindelse med eksporten eller installation og bortskaffelse efter endt brug.

Der foreligger dog ikke data for præcis hvad der er eksporteret og i hvilke installationer og projekter det indgår. For at nå frem til en kvantificering af potentialet er der gjort antagelser, der er mundet ud i beregninger af cases:

- For eksporten er der opstillet en række cases for teknologier, der rent metodisk antages at være repræsentative for den samlede eksport. Fx en havvindmølle med en vis omkostning, en vis årlig produktion og en vis levetid.
- For alternativet er der opstillet en række cases, der rent metodisk antages at repræsentere situationen uden dansk grøn eksport. Fx individuel opvarmning med naturgas eller emissioner for elproduktion.

Der er i valget af alternative cases antaget fuld additionalitet for den grønne danske eksport. Det betyder, at det antages, at dansk eksport vælges i stedet for eksisterende teknologi. Dermed er der ikke taget højde for, at en lignende løsning fra et andet land kunne være alternativet. For dansk vindkrafteksport ses der således ikke på et alternativ med en anden vindmølle (fra et andet land), men i stedet på hvilke teknologier i elnettet vindkrafteksporten reducerer. For eksport af fjernvarmesystemer ses der ikke på et alternativt fjernvarmesystem, men fortsat individuel opvarmning. Resultaterne skal derfor ses som et potentiale for CO₂-reduktion snarere end et forsøg på at opgøre den egentlige reduktion, der kan vise sig reelt at være lavere, hvis alternativet er en lignende teknologi, der blot ikke er fra Danmark.

4.1 Metodebeskrivelse

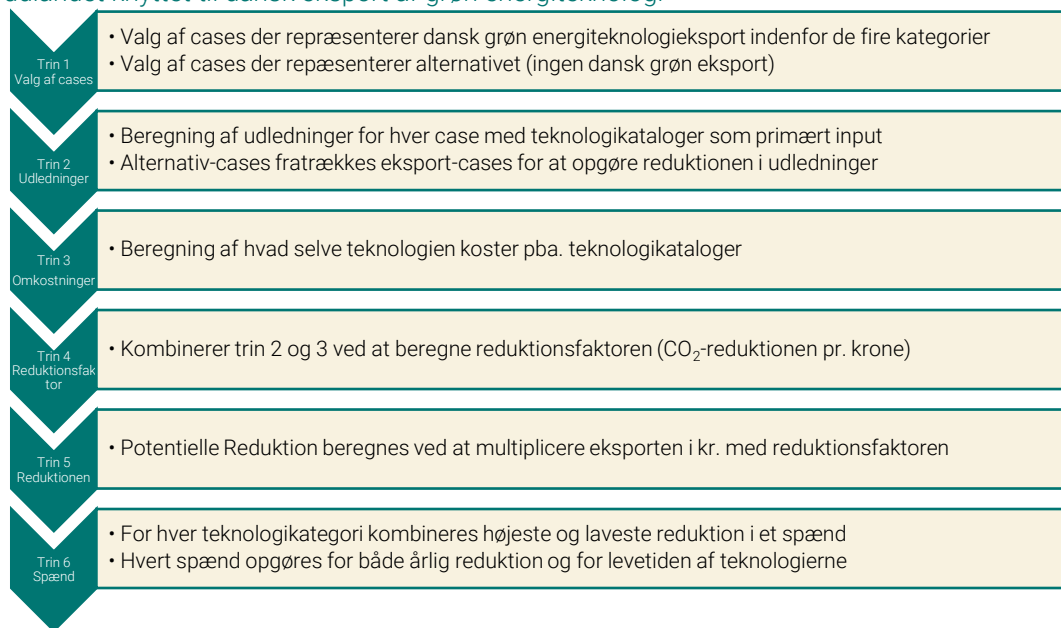
Trinene i den overordnede metode er vist i figur 1. Kernen i metoden er først og fremmest beregninger af såkaldte *reduktionsfaktorer* (trin 4 i figur 1). Reduktionsfaktorerne udtrykker den potentielle CO₂-reduktion per krone, dvs. omkostningen af en teknologi relativt til den potentielle CO₂-reduktion den estimeres at medvirke til.

Reduktionsfaktorerne er beregnet for hver af de fire teknologikategorier som eksporten af grøn, dansk energiteknologi er opdelt i: Fjernvarme, vind, bio og øvrig. Der defineres herefter et interval, som udgøres af den laveste og højeste reduktionsfaktor inden for hver teknologikategori. På baggrund af de resulterende reduktionsintervaller (potentiel CO₂-reduktion/mio. kr.) og eksportværdien for hver teknologikategori³ kan der således beregnes en potentiel CO₂-reduktion for den samlede grønne eksport.

³ fra beregningerne af eksporten af grøn energiteknologi, som er metodemæssigt beskrevet i afsnit 2

Reduktionsfaktorerne beregnes både for ét gennemsnitligt år (simpelt gennemsnit) og for hele levetiden af teknologien.

Figur 1: Trinvis gennemgang af metoden for at beregne den potentielle reduktion i udlandet knyttet til dansk eksport af grøn energiteknologi



Kilde: Energistyrelsen

4.1.1 Overordnede forudsætninger og afgrænsninger

For alle fire teknologikategorier er beregningerne baseret på cases inden for energi-produktion og -anvendelse med udgangspunkt i Energistyrelsens teknologikataloger. De valgte cases antages således rent metodisk at være repræsentative for den samlede eksport inden for hver kategoris reduktion. Der anvendes kun omkostninger relateret til den materielle udgift fra teknologikatalogerne. Disse antages at være repræsentative for eksportværdien af grøn energiteknologi. Særligt for mindre anlæg, vil denne antagelse formentlig føre til højere omkostninger end eksportpriserne. Det skyldes at teknologikatalogerne angiver forbrugerpriser, der bl.a. indeholder avancer, som eksportpriserne ikke gør.

Nedenfor bliver forudsætninger, herunder valgte teknologier, inden for hver af de fire teknologikategorier gennemgået. Energiteknologi, der anvender biomasse, er indeholdt i bioenergi og afbrænding af biomasse antages for CO₂-neutral jf. FN's retningslinjer. Den udledning, der forekommer i forbindelse med forbrænding af biomasse i brugsfasen indgår således ikke.



4.1.2 Antagelser for fjernvarmeteknologi

Eksporten af fjernvarmeteknologi består af dele og komponenter til fjernvarmesystemer, herunder både ledninger, pumper og varmevekslere. Dog indgår dele og komponenter til fjernvarmeværk ikke. Dvs. at det antages, at der er et eksisterende varmeværk med overkapacitet eller noget overskudsvarme, der kan levere grøn fjernvarme ind i fjernvarmesystemet. Eksporten af dele til biomassebaserede fjernvarmeværker indgår i statistikken for bioenergiteknologi. Til beregning af reduktionsfaktoren tages der derfor udgangspunkt i et komplet fjernvarmesystem med data fra teknologikatalogerne⁴, hvor både transmissions- og distributionsledninger samt fjernvarmeenheder hos forbrugerne er medtaget som en del af omkostningen. Eksporten af fjernvarmeteknologi er afgrænset til ikke at omfatte

I tabel 2 er den antagede omkostningsfordeling imellem transmission, distribution inkl. stik og pumper samt forbrugerens fjernvarmeenhed angivet. Ligeledes er levetiderne for de tre elementer angivet.

Tabel 2: Antaget omkostningsfordeling mellem dele af fjernvarmesystemet

	Levetider, år	Andel af samlet omkostning
Transmissionsledning	40	4%
Fjernvarmeledningsnet inkl. stik, pumper m.v.	40	56%
Fjernvarmeenhed	25	40%

Kilde: (ENS, 2021a) og (ENS, 2021b)

Det antages, at den leverede fjernvarme er grøn og dermed CO₂-neutral, og at den erstatter individuel opvarmning. Som alternativ til den danske eksport af fjernvarmesystemer regnes der således på tre forskellige typer af individuel opvarmning: naturgas, olie og kul, hvor naturgassen antages at være udelukkende fossil. Dermed estimeres den potentielle reduktion inden for fjernvarmeteknologi altså på baggrund af tre forskellige kombinationer af cases. De anvendte emissionsfaktorer går på tværs af alle energiteknologier og er angivet i tabellerne nederst i dette afsnit.

4.1.3 Antagelser for vindteknologi

Den danske eksport af vindteknologi består af dele og komponenter til vindmøller bredt set. Det antages, at de materielle omkostninger ved en vindmølle inkl. tilslutninger er repræsentative for denne eksport. Der er derfor anvendt data for en stor havvindmølle samt en stor landvindmølle fra teknologikatalogerne (ENS, 2025b) til at definere et interval for den potentielle reduktion af drivhusgasser foranlediget af dansk eksport af grøn vindteknologi. I data indgår også omkostninger til kabler og nettilslutninger.

⁴ (ENS, 2021a) og (ENS, 2021b)



Som alternativ til el leveret fra dansk eksport af vindkraft antages el leveret fra det pågældende lands eksisterende elproduktion. Således er der regnet med at dansk eksport af vindkraft fortrænger el svarende til det gennemsnitlige elmiks i modtagerlandene. Samme antagelse bliver gjort for andre teknologier. Uddybning omkring beregning af emissionsfaktoren for det gennemsnitlige elmiks gennemgås længere nede. Der anvendes levetider på 27 år for både landvind og havvind jf. teknologikatalogerne (ENS, 2025b).

4.1.4 Antagelser for bioenergiteknologi

Eksporten af bioenergiteknologi indeholder, al eksport, der vedrører el- og varmeproduktion baseret på biobrændsler samt produktion af biogas. Derfor er der til brug for beregningen af potentiel CO₂-reduktion relateret til grøn, dansk eksport af bioteknologier anvendt cases for komplette produktionssystemer indenfor disse teknologier baseret på data fra teknologikatalogerne⁵. Der er tale om tre cases for produktionssystemer, der rent metodisk antages at repræsentere dansk eksport af bioteknologi samt fire cases for alternativet (ingen dansk eksport), vist i tabel 3:

1. Et middelstort træpillefyret biomassekraftvarmeværk hvor det antages at alternativerne, der fortrænges, er el og varmeproduktionen baseret på både kul og fossil naturgas i form af kraftvarme.
2. Et biogasproduktionsanlæg, hvor det antages, at alternativet der fortrænges med den producerede biogas er fossil naturgas
3. Et træpillefyr i et eksisterende enfamiliehus, hvor det antages, at der fortrænges olie

Tabel 3: Teknologier og deres reduktion indenfor bioenergiteknologi

Teknologi	Levetid, år	Antaget fortrængt energi
Kraftvarme	25	Fossil gas
Kraftvarme	25	Kul
Biogasanlæg	20	Fossil gas
Træpillefyr	20	Individuel opvarmning med fossil gas

Kilde: (ENS, 2025b), (ENS, 2022) og (ENS, 2021b).

4.1.5 Antagelser for øvrig energiteknologi

I eksporten af den øvrige, grønne energiteknologi indgår teknologier til mange forskellige formål jf. afsnittene ovenfor omkring dansk, grøn eksport. Det er udfordrende at få repræsenteret alle typer på baggrund af data fra teknologikatalogerne⁶. For at

⁵ (ENS, 2025b), (ENS, 2022) og (ENS, 2021b)

⁶ (ENS, 2025b) og (ENS, 2021b)



simplificere er det valgt, at tage udgangspunkt i de data som foreligger og som vurderes at kunne være repræsentative: kommercielle solcelleanlæg og individuelle luft-vand varmepumper (se tabel 4):

1. Kommercielt solcelle-taganlæg hvor det antages at alternativer, der fortrænges, er eksisterende elproduktion svarende til det gennemsnitlige elmiks.
2. Kommercielt solcelle-markanlæg, hvor det ligeledes antages at fortrænge emissioner svarende til det gennemsnitlige elmiks.
3. Individuel luft-vand varmepumpe, hvor det antages at alternativet, der fortrænges er individuel opvarmning med olie eller naturgas. I disse beregninger indgår desuden udledninger forårsaget af elforbruget til varmepumperne.

Tabel 4: Teknologier og deres reduktion indenfor øvrig energiteknologi

Teknologi	Levetid, år	Antaget fortrængt energi
Stort solcelleanlæg, tag	35	Elmiks
Stort solcelleanlæg, mark	35	Elmiks
Individuel varmepumpe	16	Individuel opvarmning med fossil gas
Individuel varmepumpe	16	Individuel opvarmning med fossil olie

Kilde: (ENS, 2025b) og (ENS, 2021b)

4.1.6 Emissionsfaktorer for el som dansk eksport fortrænger eller forbruger

For at kunne beregne reduktionsfaktorerne skal der gøres antagelser omkring drivhusgasudledningerne fra den fortrængte energi i alternativet til dansk, grøn eksport i form af emissionsfaktorer. Dette afsnit omhandler emissionsfaktorer for den el, som de elproducerende, grønne teknologier fortrænger eller som de forbruger (gælder for den individuelle varmepumpe).

En påvirkning af elproduktionen, ved fx installation af en vindmølle, vil have både kortsigtede og langsigtede effekter, idet vindmøllen fortrænger elproduktion fra andre kilder. På kort sigt vil elproduktionen på eksisterende anlæg nedjusteres, fx på gas og kulkraft. Samtidig kan opstilling af en vindmølle betyde, at kommende opstilling af produktionskapacitet udskydes. Det kan fx være investering i vind- og solkraft. Påvirkningen på brændselsmikset til elproduktion ved opstilling af ny kapacitet kan altså ramme bredt ift. hvilke typer produktion, der fortrænges.

For at indfange, at påvirkningen på brændselsmikset potentielt rammer bredt, anvendes det pågældende lands gennemsnitlige emissionsfaktor til at opgøre det miks af elproduktion der fortrænges. Dette er en forsimpning af de virkelige forhold. Der kan være anlæg i det eksisterende elmiks, der hverken justeres eller hvis kapacitet er



uændret på trods af påvirkningen af elproduktionen fra dansk eksport af grøn teknologi. Men udgangspunktet i det pågældende lands gennemsnitlige emissionsfaktor betyder, at beregningerne er knyttet til specifikke elsystemer, hvor påvirkningen indgår og samtidig afspejler både kortsigtede og langsigtede effekter.

De anvendte emissionsfaktorer til beregning af reduktionsfaktorer er angivet for forskellige teknologier i tabel 5. For at give de mest retvisende emissionsfaktorer tages udgangspunkt i de gennemsnitlige emissionsfaktorer for el fra top 10 over eksportlande inden for teknologikategorierne. Dvs. at der anvendes data på emissioner for 10 forskellige lande for hver af de tre teknologikategorier, hvor der vægtes i forhold til eksportfordelingen.

Der tages udgangspunkt i de enkelte landes emissionsfaktorer for el fra IEA, som senest er opgjort for 2023 (IEA, 2024). Disse nedskrives over tid i henhold til landenes udmeldinger omkring CO₂-neutral elproduktion. I tabel 5 er angivet de omfattede landes målsætningsår for CO₂-neutral elproduktion samt kilden herfor. Der interpoleres lineært imellem emissionsfaktoren for 2023 og det CO₂-neutrale målsætningsår, og på baggrund af disse tidsserier for emissioner beregnes for hvert land en gennemsnitlig emissionsfaktor for alle teknologierne, hvor levetiderne for hver enkelt teknologi sætter rammen.

Tabel 5: Emissionsfaktorer og CO₂-neutral elproduktion

Land	Mål-år for CO ₂ -neutral elproduktion	Kilde for målsætning
Storbritannien	2035	(BBC, 2021)
Tyskland	2035	(Euractiv, 2022)
Sverige	2040	(SE, u.d.)
Holland	2050	(IEA, 2023)
USA	2035	(Ember, 2021)
Taiwan	2050	(Focus Taiwan, 2022)
Japan	2050	(Europaparlamentet, 2021)
Norge	2050	(EU, 2022)
Kina	2060	(IEA, 2021)
Frankrig	2050	(Ember, 2021)
Spanien	2050	(Oficina Nacional de Prospectiva y Estrategia del Gobierno de España, 2021)
Sydkorea	2050	(The Government of the Republic of Korea, 2020)
Polen	2050	(EU, 2022)
Indien	2050	Ingen

Anm.: For Norge, Polen og Indien er anvendt 2050 som år for CO₂-neutral elproduktion, hvilket passer med EU's målsætning.

Tabel 6 viser at vindkraft og solceller placeret på mark har de laveste emissionsfaktorer. Det skyldes dels, at den gennemsnitlige, landevægtede emissionsfaktor for de to er lavere end for de øvrige teknologier, og dels at vindmøller og solceller har en re-



lativ lang levetid. Indenfor øvrig energiteknologi, hvor solceller placeret på mark indgår, ses der dog også en stor variation grundet forskellige levetider jf. tabel 4 (emissionen i elsystemet bliver mindre jo længere frem i tid teknologien lever). Emissionsfaktoren for varmepumper ligger af samme årsag betydelig over dem for solceller.

Tabel 6: Emissionsfaktorer for el

Teknologi	Teknologikategori	Kg CO ₂ /MWh
Vindkraft	Vindteknologi	116
Biokraftvarme	Bioenergiteknologi	135
Solceller, mark	Øvrig energiteknologi	117
Solceller, tag	Øvrig energiteknologi	130
Varmepumpe (forbrug)	Øvrig energiteknologi	223

Kilde: Energistyrelsens beregninger pba. IEA og øvrige kilder jf. tabel 5.

Emissionsfaktorerne anvendes både til at beregne potentialet for reduktioner i hele teknologiens levetid og for et gennemsnitligt år.

4.1.7 Emissionsfaktorer for individuel opvarmning som dansk eksport fortrænger

For at kunne beregne reduktionsfaktorerne skal der gøres antagelser omkring drivhusgasudledningerne fra den fortrængte energi i alternativet til dansk grøn eksport i form af emissionsfaktorer. Dette afsnit omhandler emissionsfaktorer for den individuelle opvarmning som eksport af fjernvarmeteknologi og varmepumpeteknologi fortrænger.

Til beregninger af reduktionsfaktorer, hvor der antages fortrængning af individuel opvarmning, er der taget udgangspunkt i et varmemeforbrug i et standardhus⁷ på 65 GJ/år. Der anvendes emissionsfaktorer fra Energistyrelsens årsstatistik og virkningsgrader jf. teknologikatalogerne (ENS, 2021b) til at beregne emissionsfaktorerne angivet i Tabel 7. Som det ses, er emissionsfaktoren fra kul væsentligt højere end for olie og gas. Dette skyldes den meget lave effektivitet, som er antaget, baseret på information for Tyrkiet og Polen.

⁷ Jf. Forsyningstilsynets opgørelse over fjernvarmepriser er et standardhus på 130 m² og har et varmemeforbrug på 18,1 MWh eller 65 GJ pr. år.

**Tabel 7:** Emissionsfaktorer ved individuel opvarmning

Fortrængt energi	Emissionsfaktor brændsel kg CO ₂ /GJ	Virkningsgrad	Emissionsfaktor teknologi ton CO ₂ /standardhus/år
Fossil gas	56	0,95	3,8
Olie	74	0,92	5,2
Kul	94	0,50	12,3

Kilde: (ENS, 2021b)

4.1.8 Emissionsfaktorer for fjernvarmeproduktion og gas som dansk eksport fortrængere

Ud over emissioner fra individuel opvarmning og i elproduktionen, er der i beregningerne også anvendt emissioner ved fortrængning af fossil kraftvarme til fordel for CO₂-neutral biomassekraftvarme. Til beregning af disse er der anvendt data fra teknologikatalogerne (ENS, 2025b) og antaget at den fortrængte kraftvarme opnås ved at reducere produktionen med samme mængde varme og el som biomassekraftvarmen leverer.

I tabel 8 er de resulterende emissionsfaktorer angivet for fjernvarmeproduktion som dansk eksport fortrænger.

Tabel 8: Emissionsfaktorer ved biomassekraftvarme

Fortrængt energi	Emissionsfaktor brændsel kg CO ₂ /GJ	Emissionsfaktor pr. varmeproduktion kg CO ₂ /MWh varme
Fossil gas	56	424
Kul	94	216

Kilde: (ENS, 2025b). Anm.: Emissionsfaktor pr. varmeproduktion indebærer også en dertilhørende elproduktion

For eksport af biogasteknologi antages det at biogas erstatter fossilt naturgas, og som emissionsfaktor for dette er anvendt 56 kg/GJ gas.

Reduktionsfaktorer og potentiel fortrængning for de enkelte teknologier

For alle de anvendte teknologier, der er med til at definere spændet inden for hver energiteknologikategori, er der beregnet en såkaldt reduktionsfaktor (CO₂ relativt til værdi i kr.), som definerer hvor meget CO₂ teknologierne potentielt kan reducere uden for Danmark. Reduktionsfaktoren er dermed af stor betydning først og fremmest for det reduktionsfaktorspænd, der estimeres for hver teknologikategori, og dernæst for det resulterende potentiale for reduktion. Reduktionsfaktoren belyser for hver teknologi, potentialet for CO₂-reduktionen for hver krone materialeudgift (dvs. ekskl. installation og transport).



Kombineret med eksportværdien for hver teknologi fremkommer den potentielle reduktion i enten hele levetiden eller ét enkelt år. I tabel 9 nedenfor er reduktionsfaktorerne for alle teknologier, der indgår i beregningen, angivet. Derudover er den potentielle reduktion, når værdien af eksporten tages i betragtning også vist.

Som det ses af tabellen opnås de højeste reduktionsfaktorer med fjernvarme. Under antagelse af at fjernvarme erstatter individuel forsyning med kul, så opnås den højeste reduktionsfaktor på over 17.000 ton CO₂/mio. kr. set over levetiden. Erstatte den derimod individuel forsyning med olie er reduktionsfaktoren på godt 7.000 ton CO₂/mio. kr. set over levetiden. Havvind har en reduktionsfaktor på mere end 2.000 ton CO₂/mio. kr. set over levetiden. I den nedre ende af spektret ligger solceller installeret på tage og individuelle varmepumper, der har reduktionsfaktorer omkring 700 ton CO₂/mio. kr. set over levetiden. Eksport af individuel grøn energiteknologi giver altså betydelig lavere reduktion pr. krone sammenlignet med kollektive løsninger såsom biomassekraftvarme og fjernvarme.

Tabel 9: Samlet overblik over teknologier reduktionsfaktorer og potentielt resulterende reduktion i ét år og i hele levetiden

Teknologi	Levetid, år	Fortrængt energi	Reduktionsfaktor, 1.000 ton CO ₂ /mio. kr.	Reduktion, et år	Reduktion, levetid
Fjernvarme					
Fjernvarme	Blandet	Gas	4,8	0,5	14
Fjernvarme	Blandet	Olie	6,6	0,6	20
Fjernvarme	Blandet	Kul	15,3	1,5	46
Vind					
Landvind	27	Elmiks	1,3	2,4	65
Havvind	30	Elmiks	1,3	2,1	62
Bioenergi					
Kraftvarme	25	Fossil gas	3,1	1,3	34
Kraftvarme	25	Kul	6,1	2,6	66
Biogasanlæg	20	Fossil gas	5,6	3,1	62
Træpillefyr	20	Olie	3,1	1,7	34
Øvrig					
Stort solcelleanlæg, tag	35	Elmiks	0,5	0,2	7
Stort solcelleanlæg, mark	35	Elmiks	1,3	0,5	17
Individuel varmepumpe	16	Fossil gas	0,7	0,6	9
Individuel varmepumpe	16	Olie	1,1	0,9	14

Kilde: Energistyrelsen

Den potentielle reduktion for ét år er et udtryk for hvor meget teknologien potentielt kan reducere udledningerne med i et gennemsnitligt år af teknologiens levetid, mens faktoren for hele levetiden viser hvad teknologien potentielt kan reducere udledningerne med i hele teknologiens levetiden. Det er antaget, at alternativet til den danske,



grønne energiteknologiekспорт er den samme i hele eksportens levetid med undtagelse af den elproduktion som evt. fortrænges eller forbruges. Som nævnt i afsnit 3.2 anvendes eksportlandenes gennemsnitlige elmiks for at fastlægge hvad der reduceres og der er taget højde for at elproduktionen i udlandet bliver grønnere over tid. Dermed vil dansk eksporteret vindkraft give en mindre reduktion i slutningen af sin levetid, da det elsystem, som den indgår i og påvirker, er grønnere.

5 Datakilder: Potentialet for CO₂-reduktioner fra dansk, grøn eksport

Beregning af omkostninger og cases for emissioner baseres primært på Energistyrelsens teknologikataloger. Gennemsnitlige emissionsfaktorer for el i specifikke lande hentes fra IEA, mens eksportdata fordelt på teknologikategorier og lande hentes fra Eurostat.

5.1 Usikkerheder

Den danske eksport af grøn energiteknologi dækker over en lang liste af forskellige varer, som enten er eller indgår som en del af en energiteknologi. Der er i denne analyse udvalgt nogle få teknologier, til at repræsentere det brede spektrum af teknologier, som bliver eksporteret fra Danmark. Det er gjort ud fra en antagelse om, at de udvalgte teknologier er repræsentative for den energiteknologikategori, som de indgår i. Særligt for teknologikategorien 'øvrige energiteknologier' er det vanskeligt, at få repræsenteret de mange forskelligartede varegrupper som indgår i kategorien. Beregningen er derfor forbundet med betydelig usikkerhed.

Situationen, hvor der ikke er dansk, grøn eksport af energiteknologi, har afgørende betydning for beregningen af potentialet for CO₂-reduktion. Energistyrelsen har ikke en fyldestgørende viden omkring hvilke sammenhænge, som dansk grøn eksport indgår i, og ligeledes heller ikke viden omkring hvad et potentielt alternativ til dansk energiteknologi kunne være. Dette gør antagelserne meget usikre, men samtidig er de meget afgørende. Ved at præsentere resultaterne i et spænd tages der delvist højde for usikkerhederne.

I beregningen anvendes eksportværdien for 2024, som både i 2024, men også i tidligere år, udgøres af en betydelig andel vindenergiteknologi. Det har desuden været tilfældet de seneste år, at ét land har været primær aftager på dansk eksport af vindenergiteknologi. Det betyder, at udledningerne som vind fortrænger, og dermed den samlede potentielle reduktion, i høj grad afgøres af emissionsfaktoren for el i det land, som der eksporteres mest vindenergiteknologi til.

Beregningerne anvender data, standarder og priser fra teknologikatalogerne, som tager udgangspunkt i danske forhold og gennemsnitsdata. Fx antages det, at gennemsnitlige huse i eksportlandene svarer til danske standardhuse med et varmebehov på



65 GJ årligt. Dette vil givetvis ikke være i overensstemmelse med virkeligheden. Ligeledes gælder, at danske vindforhold, solindstråling og forventede driftstimer vil være anderledes i eksportlandene. Desuden opdateres teknologikatalogerne med års mellemrum, så tekniske data og priser kan afvige fra de faktisk eksporterede varer.



6 Kilder

- BBC. (2021). All UK's electricity will come from clean sources by 2035, says PM.
Hentet 22. april 2022 fra <https://www.bbc.com/news/uk-politics-58792261>
- Damvad. (2024). *Eksportdashboard*. Hentet 29. marts 2024 fra <http://eksport.damvad.io/>
- Ember. (2021). *G7 poised to lead the world towards clean electrification*. Hentet 22. april 2022 fra <https://ember-climate.org/insights/commentary/g7-poised-to-lead-the-world-towards-clean-electrification/>
- ENS. (2018). *Eksport af energiteknologi og -service 2017*. Energistyrelsen, Green Power Denmark, DI Energi og Dansk Fjernvarme.
- ENS. (2021a). *Technology catalogue - Energy transport*. Energistyrelsen og Energinet. Hentet fra <https://ens.dk/en/analyses-and-statistics/technology-data-transport-energy>
- ENS. (2021b). *Technology catalogue - Heating Installations*. Energistyrelsen og Energinet. Hentet fra <https://ens.dk/en/analyses-and-statistics/technology-data-individual-heating-plants>
- ENS. (2022). *Technology catalogue - Renewable fuels*. Energistyrelsen og Energinet. Hentet fra <https://ens.dk/en/analyses-and-statistics/technology-data-renewable-fuels>
- ENS. (2025a). *Eksport af energiteknologi og -service 2024*. Energistyrelsen, Green Power Denmark, DI Energi og Dansk Fjernvarme.
- ENS. (2025b). *Technology data - Generation of electricity and district heating*. Energistyrelsen. Hentet fra <https://ens.dk/en/analyses-and-statistics/technology-data-generation-electricity-and-district-heating>
- EU. (2022). *Climate action*. Hentet 22. april 2022 fra https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy_da
- Euractiv. (2022). Hentet 22. april 2022 fra Renewable Energy: <https://www.euractiv.com/section/energy/opinion/germany-leads-europe-with-target-to-reach-100-clean-power-by-2035/>
- Europaparlamentet. (September 2021). *Japan's 2050 goal: A carbon-neutral society*. Hentet fra [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698023/EPRS_BRI\(2021\)698023_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698023/EPRS_BRI(2021)698023_EN.pdf)



Eurostat. (2025). *EU trade since 1999 by HS2,4,6 and CN8*. Hentet 29. marts 2024 fra <https://ec.europa.eu/eurostat/web/international-trade-in-goods/data/database>

Focus Taiwan. (2022). Taiwan sets goal of boosting renewables in energy mix tenfold by 2050. Hentet 22. april 2022 fra Business: <https://focustaiwan.tw/business/202203300019>

IEA. (2021). *An energy sector roadmap to carbon neutrality in China*. Hentet 22. april 2022 fra An energy sector roadmap to carbon neutrality in China: <https://www.iea.org/reports/an-energy-sector-roadmap-to-carbon-neutrality-in-china>

IEA. (22. april 2023). The Netherlands. Hentet fra The Netherlands: <https://www.iea.org/countries/the-netherlands>

IEA. (2024). *Emission Factors*.

MST. (2023). *Eksport af vandteknologi 2021*. Miljøstyrelsen.

Oficina Nacional de Prospectiva y Estrategia del Gobierno de España. (2021). *Estrategia Espana 2050*. Hentet fra https://www.lamoncloa.gob.es/presidente/actividades/Documents/2021/200521-Estrategia_Espana_2050.pdf

SE. (u.d.). *Energy use in Sweden*. Hentet 22. april 2022 fra <https://sweden.se/climate/sustainability/energy-use-in-sweden>

The Government of the Republic of Korea. (2020). *2050 CARBON NEUTRAL STRATEGY OF THE REPUBLIC OF KOREA*. The Government of the Republic of Korea. Hentet fra https://unfccc.int/sites/default/files/resource/LTS1_RKorea.pdf