

## Bilag 18: Eludveksling

### 1. Rammesætning

Den globale afrapportering skal – ifølge Klimaloven – synliggøre Danmarks globale påvirkning af klimaet både positivt og negativt.<sup>1</sup> Derudover nævnes eksport af el fra vedvarende energi direkte i bemærkningerne til loven. I dette bilag beskrives tilgangen i Global Afrapportering 2022 (GA22) til de emissioner, som knytter sig til dansk import og eksport af el, og som udledes uden for Danmarks grænser. Ved import af el giver det danske elforbrug anledning til øgede emissioner i udlandet, mens det danske elforbrug ved eksport af el giver anledning til reducerede emissioner i udlandet.

Som de øvrige dele af GA22 er fokus rettet mod de emissioner, der ikke knytter sig til det nationale drivhusgasudledningsregnskab for Danmark (som opgøres i Klimastatus og –fremskrivning 2022 (KF22)), men som alligevel påvirkes af dansk forbrug og produktion. Dette notat omhandler dermed de emissioner, vore nabolande udleder i forbindelse med elproduktionen, i det omfang de knytter sig til dansk elforbrug (øger emissioner i udlandet) og dansk elproduktion (reducerer emissioner i udlandet). **Figur 1** illustrerer påvirkningen i udlandet ved dansk import og eksport af el.

---

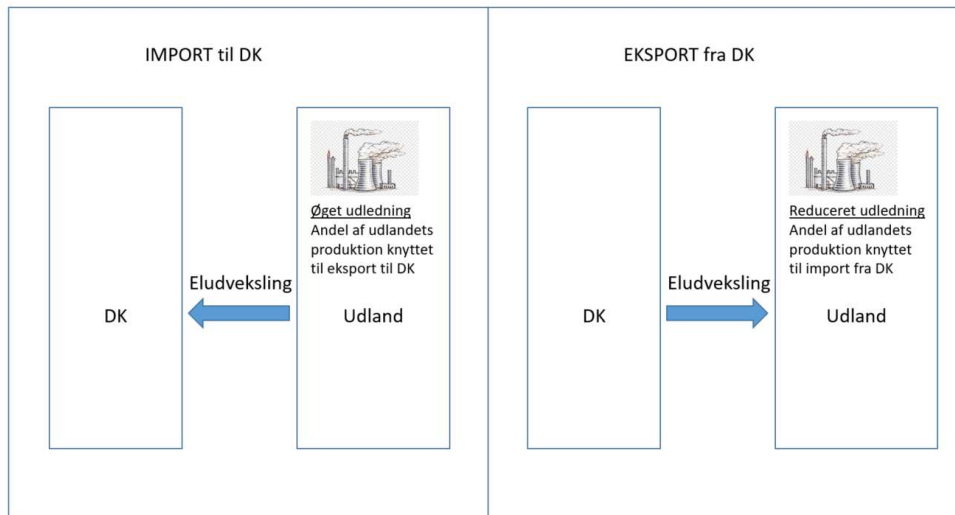
<https://www.retsinformation.dk/eli/ft/201912L00117>

#### Energistyrelsen

Carsten Niebuhrs Gade 43  
1577 København V

T: +45 3392 6700  
E: [ens@ens.dk](mailto:ens@ens.dk)

[www.ens.dk](http://www.ens.dk)



**Figur 1: Ved dansk elimport kan det siges at aktiviteter i Danmark giver anledning til øget udledninger i elproduktion i udlandet, mens der ved eleksport gives anledning til reducerede udledninger i elproduktion i udlandet.**

El er en vare, der af natur kræver, at produktion og forbrug til enhver tid er i balance. Denne balance opnås på tværs af landegrænser, hvilket betyder, at der konstant flyttes el over landegrænserne. På den måde er Danmark det ene øjeblik et eleksportland og det næste et elimportland. Danmark har stærke elforbindelser til udlandet, illustreret i [Figur 2](#).



Figur 2: I dag har Danmark direkte elforbindelser til Tyskland (DE), Holland (NL), Norge (NO) og Sverige (SE). Derudover er forventes "Viking link" som vil skabe elforbindelse til Storbritannien (UK) at være i drift fra og med 2024.

En øget eksport af el fra f.eks. havvind i Danmark vil alt andet lige medføre en tilsvarende reduktion i produktionen på udenlandske elproduktionsanlæg for at sikre balancen. Samtidigt kan et øget elforbrug medføre en reduceret nettoeksport af el og dermed øge elproduktionen i udlandet. Overordnet set er der en stor sammenhæng mellem Danmarks udbygning med VE samt ændringer i elforbruget og elproduktionen i udlandet. Derfor er det vigtigt at belyse dette emne i GA22.

#### *Der er ikke overlap med Klimastatus og –fremskrivning*

KF opgør årligt emissioner på dansk jord – de såkaldte territoriale udledninger. Eludveksling i GA22 omfatter kun emissioner som foregår udenfor Danmark men som kan siges at være knyttet til dansk eludveksling. Dermed er der ikke overlap mellem KF22 og GA22 inden for opgørelserne af eludveksling.

#### *Eludveksling indgår også andre steder i GA22*

Globale emissioner knyttet til dansk import, eksport og forbrug behandles i andre dele af GA22. I disse dele beregnes samlede opgørelser over globale emissioner, hvor eludveksling delvist indgår. Nærværende baggrundsnotat har udelukkende fokus på at belyse eludvekslingen, mens det i de andre dele indgår i bredere opgørelser som et delelement.

Under import i GA22 (se bilag 2 om import) indgår emissioner fra elproduktion i udlandet knyttet til import af el til Danmark. Der er således overlap til importdelen af opgørelsen i dette bilag.



Under eksport i GA22 (se bilag 3 om eksport) indgår emissioner på dansk jord fra danskproduceret el, der eksporteres. Der er således ikke overlap til opgørelsen i dette bilag, der kun omfatter globale emissioner.

I Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk i GA22 (se bilag 4 om det forbrugsbaserede klimaaftryk) indgår globale klimaeffekter af det danske elforbrug, herunder elimport og dansk elproduktion. Eksport af el fra Danmark er ikke en del af det danske forbrug, og denne del fratrækkes derfor det forbrugsbaserede klimaaftryk, ligesom det gælder for andre eksporterede varer. I nærværende bilag belyses import (overlap til klimaaftrykket) og eksport (ikke overlap til klimaaftrykket) men ikke danske udledninger fra elproduktion.

## 2. Metode og antagelser

Eludvekslingen belyses både for historiske år (2018-2020) og for fremskrivningsår frem til 2035. I GA22 er eludveksling det eneste område, hvor opgørelsen omfatter fremskrivningsår, bl.a. fordi den kan baseres på konsoliderede data fra KF22. Selve metodebeskrivelsen er i det følgende opdelt på historiske år og fremskrivningsår.

Opgørelsen af de udenlandske udledninger som dansk elforbrug og elproduktion påvirker, bliver i dette notat kvantificeret ud fra en gennemsnitsmetode samt en marginalmetode.

Samlet set er der tre beregninger bag opgørelsen af de udenlandske udledninger, som dansk elforbrug og elproduktion påvirker:

- En for historiske år, baseret på statistik og gennemsnitsmetoden
- En for fremskrivningsår, baseret på modelberegning og gennemsnitsmetoden
- En for fremskrivningsår, baseret på modelberegning og marginalmetoden

Gennemsnitsmetoden lægger sig op af den metode, der benyttes i den øvrige GA22 (se ovenstående omkring overlap), mens marginalmetoden skal ses som en hvad-nu-hvis beregning. Da der i elsystemet ikke kan skelnes mellem elproduktion til hhv. nationalt elforbrug og eksport, er der for fremskrivningsår valgt to forskellige metoder for bedst muligt at belyse effekten af eludveksling.

### *Gennemsnitsmetoden*

I gennemsnitsmetoden regnes der med, at udledningerne per kWh produceret el i et land er ens for både den del der går til indenlandsk forbrug, og den del der eksporteres. Her tages der ikke stilling til, hvilke produktionsanlæg der mere specifikt påvirkes af elhandlen. Gennemsnitsmetoden er beregnet således for at skabe sammenlignelige resultater på tværs af historiske og fremskrivningsår. Den valgte gennemsnitsmetode skal dog ikke ses som en universel metode i forhold til at opgøre udledninger i forhold til elhandel, da der findes andre metoder hertil.



Gennemsnitsmetoden i GA22 kan sammenlignes med Energinets metode i miljødeklarationen for dansk elforbrug, da der i begge tilfælde benyttes en gennemsnitlig emissionsfaktor, for de lande Danmark har en elhandel med. Forskellen er at i Energinets beregning medregnes elhandel udelukkende, når der er en netto import til Danmark, da fokus er emissionerne forbundet til dansk elforbrug. Med gennemsnitsmetoden i GA22, regnes der også på de timer hvor Danmark er netto eksportør, da fokus er Danmarks samlede påvirkning på emissionerne i udlandet.

Gennemsnitsmetoden er mindre god, hvis man skal se på hvad effekten af danske tiltag vil være i udlandet. Det skyldes at f.eks. øget dansk eleksport i højere grad vil reducere termisk elproduktion (kul- eller gasfyret), end at den vil medføre mindre elproduktion på solceller eller vindmøller på kort sigt<sup>2</sup>.

#### *Marginalmetoden*

At det på kort sigt i højere grad er termisk produktion, der justeres, kan belyses ved at anvende en marginal metode. Derfor indgår der som alternativ til gennemsnitsmetoden også beregning på marginalmetoden, hvor der ses på en hvad-nu-hvis tilgang. Her beregnes effekten af øget eller reduceret nettoeksport fra Danmark på udenlandske udledninger fra elproduktionen. Denne tilgang er væsentlig forskellig fra tilgangen til opgørelse af Danmarks forbrugsbaserede klimaaftryk, hvor gennemsnitsmetoden anvendes. Hermed ses der på den kortsigtede konsekvens af en fremtidig ændring i eleksporten. Dvs. der ses på klimaeffekten af fremtidig ændret produktion på det marginale værk i udlandet. Marginalmetoden benyttes kun på fremskrivningsår, da denne hvad-nu-hvis tilgang skal ses som en fremadskudende tilgang i forhold til mulige fremtidsscenarier.

#### *Andre opgørelsesmetoder i forbindelse med eludveksling*

Der findes mange metoder til at opgøre betydningen af elhandel. I dansk kontekst er der bl.a. elhandelskorrektion i Energistyrelsens energistatistik og Energinets miljødeklaration for dansk elforbrug.

Intentionen med elhandelskorrektion i Energistyrelsens energistatistik er at opgøre, "hvad energiforbruget ville have været, hvis den danske elproduktion lige netop havde svaret til elforbruget i Danmark."<sup>3</sup> Beregningen af elhandelskorrektion baseres på et regulerbart reference anlæg. Brændselsforbruget på dette referenceanlæg beregnes ud fra et 5-årigt gennemsnit af brændselsforbruget til elproduktion på de anlæg, der antages at ville regulere op eller ned afhængigt af

---

<sup>2</sup> Ændringer i elhandlen vil alt andet lige medføre ændringer i elpriserne, som på længere sigt enten vil tilskynde til udbygning af VE eller omvendt, og dermed på længere sigt påvirke produktion på VE.

<sup>3</sup> Fra "Notat om opdatering af elhandelskorrektion":  
<https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/elhandelskorrektion.pdf>



elhandelen. I dette gennemsnit indgår brændslerne kul, olie, naturgas, skovflis og træpiller<sup>4</sup>.

I Energinets miljødeklaration for dansk elforbrug beregnes en emissionsfaktor (i g/kWh-el) for hver type emissioner. I de timer hvor dansk elproduktion overstiger dansk elforbrug er det kun dansk elproduktion der indgår i emissionsberegningerne, mens der i de timer med netto import tages højde for produktionen i de lande Danmark importerer fra<sup>5</sup>. I den forbindelse beregner Energinet en emissionsfaktor for hvert naboland, som Danmark har direkte elhandel med for hver time. Den emissionsfaktor Energinet beregner er baseret på et simpelt gennemsnit for produktionen i det givne land i den givne time, dvs. summen af de elproduktionsrelaterede udledninger delt med den samlede elproduktion.

### 2.1 Metodebeskrivelse – historiske år

Til at belyse den globale klimaeffekt af eleksport fra Danmark i historiske år (2018-2020), anvendes en gennemsnitstilgang til opgørelsen. Gennemsnitsmetoden tager udgangspunkt i, at udlandet øger eller mindsker sine udledninger fra elproduktionen når Danmark hhv. importerer og eksporterer.

Klimaeffekten i historiske år beregnes på basis af Energinets beregninger i forbindelse med deres beregning af miljødeklaration for elforbrug i Danmark. For at beregne klimaeffekten af dansk eleksport regnes der med, at den el der eksporteres, fortrænger elproduktion i importlandet med en emissionsfaktor svarende til landets gennemsnitlige emissionsfaktor i den givne time. Klimaeffekten af dansk elimport beregnes ligeledes ud fra eksportlandenes emissionsfaktor i de timer Danmark importerer el.

Det at gennemsnitsmetoden benyttes, afspejler ikke de kortsigtede effekter af, hvad der ville være sket i udlandet, hvis der ikke var nogen handel med Danmark. I så tilfælde ville det være mere metodisk fyldestgørende med marginalmetoden, hvor det udelukkende ville være de marginale værker, der indgik i beregningen. Det skyldes, at på kort sigt er f.eks. vindvindmøller og solcellers produktion i høj grad uafhængige af forbruget, herunder elhandelen, mens andre anlæg som gasturbiner og vandkraft især reguleres for at balancere forbrug og produktion.

#### *Transitflow*

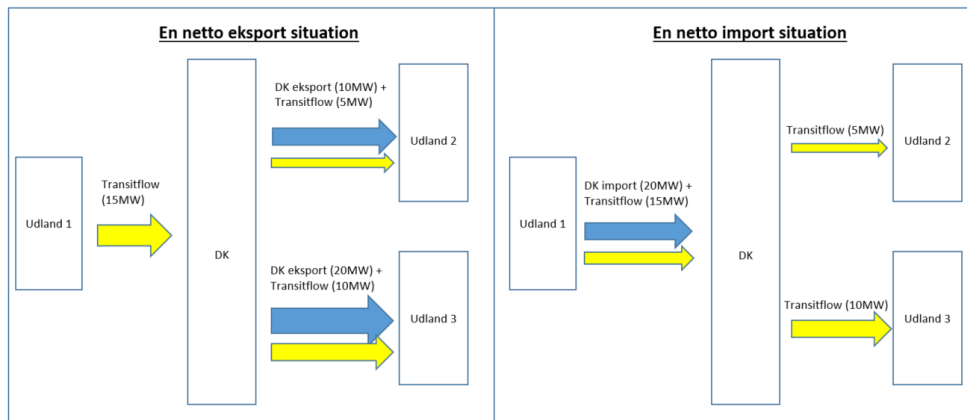
Ved bestemmelse af hvor meget elimport eller eleksport der er i Danmark i en given time, tages der højde for, at en del af eltransmissionen er transitflow. Det vil sige, at en del af den el der importeres fra et land, samtidigt eksporteres til et andet

<sup>4</sup> Elhandelskorrektionen for energistatistikken er beskrevet i "Notat om opdatering af elhandelskorrektion": <https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/elhandelskorrektion.pdf>

<sup>5</sup> Energinets metode er beskrevet i dette notat:

<https://energinet.dk/-/media/F6726730C6FA4001A79A1A2B49EF3C75.pdf?la=da&hash=1285FBC83590DB67187530EAE64CAE5E02C9324B>

land. Der ses bort fra transitflow i beregningerne (se Figur 3). På den måde regnes Danmark som værende enten nettoeksportør eller nettoimportør i hver time. I de timer hvor Danmark er nettoeksportør, regnes der en fortrængning af udledninger i de lande, der importerer fra Danmark, og i de timer Danmark er nettoimportør, regnes der en øget klimaeffekt i de lande, der eksporterer til Danmark.



**Figur 3: Illustration af metoden for opgørelse af transitflow. De gule pile illustrer transitflow (indgår ikke), mens de blå netto eksport/import (er grundlag for beregning). Til venstre illustreres en tænkt situation, hvor Danmark har en nettoeksport på 30 MW (10 MW til Udland 2 og 20 MW til Udland 3). Til højre illustreres en tænkt situation, hvor Danmark har en nettoimport på 20 MW fra Udland 1.**

## 2.2 Metodebeskrivelse – fremskrivningsår

Til at belyse den globale klimaeffekt af elhandlen fra Danmark i fremtiden, anvendes både en gennemsnits- og marginaltilgang til opgørelsen.

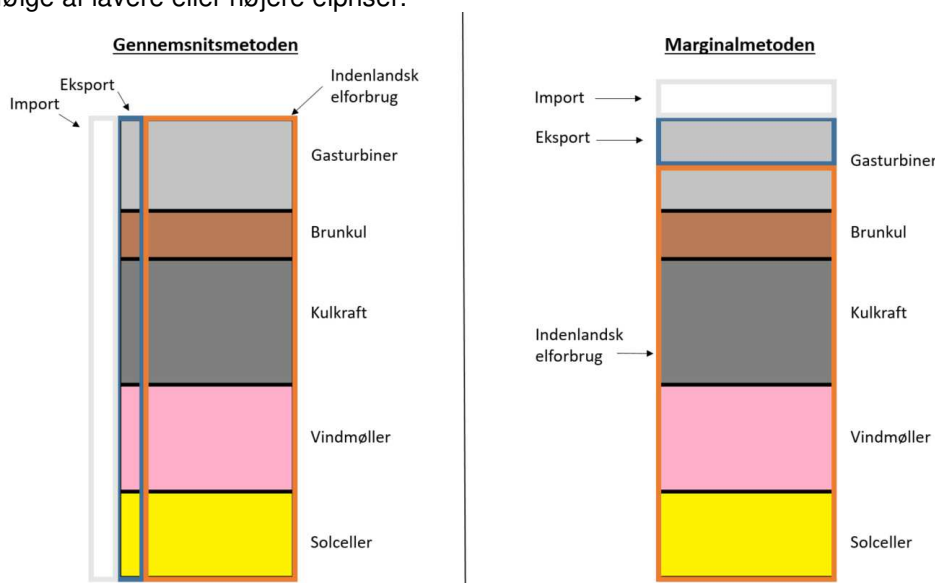
Gennemsnitsmetoden giver et overordnet billede af det klimaaftryk dansk elhandel forårsager. Den gennemsnitlige tilgang er også velegnet til at sammenligne med den historiske opgørelse, der jf. afsnit 3.1 også anvender en gennemsnitstilgang. Gennemsnitsmetoden indebærer, at der ligesom for historiske år beregnes en emissionsfaktor for hvert af de områder, som Danmark har en direkte elhandel med. Emissionsfaktoren og eludvekslingen beregnes ud fra den samme fremskrivning, som ligger til grund for KF22 og der vil således ikke blive udviklet nye fremskrivninger eller scenarier specifikt til brug for GA22. KF22 indeholder produktion og brændselsforbrug for hver time i Danmark og i hvert af Danmarks nabolande, samt eludvekslingen fra og til disse, og indeholder dermed det nødvendige datagrundlag.

Marginalmetoden tager udgangspunkt i referenceberegningen (fra KF22). Med udgangspunkt i referenceberegningen laves yderligere beregninger, hvor der ændres på dansk VE produktion eller dansk elforbrug. Ved at beregne på forskellen mellem referenceberegningen og beregningerne med ændringerne beregnes, hvad

de kortsigtede konsekvenser af ændret dansk VE udbygning eller ændret dansk elforbrug vil være for udledningerne i udlandet. Hermed fås et billede af de effekter ændringer i dansk elproduktion og/eller elforbrug påvirker klimaaftrykket fra elproduktion i udlandet.

Dette gør den marginale tilgang velegnet til at belyse de klimamæssige konsekvenser af tiltag der enten ændrer dansk elforbrug (f.eks. flere elbiler, mere PtX eller øget energibesparelsesindsats) eller øger dansk elproduktion (f.eks. ved en øget udbygning solceller). Referencen i den marginale beregning er fremskrivningen fra KF22.

Ved den valgte marginale tilgang ses der på, hvordan øget eller mindsket dansk eksport forskyder elproduktionen i udlandet i forhold til et reference scenarie. I den marginale metode ses der på den kortsigtede marginal, dvs. forskydninger i produktionen på den givne produktionskapacitet i udlandet, og ikke på hvordan øget eller mindsket eksport påvirker investeringsbeslutningerne i udlandet, som følge af lavere eller højere elpriser.



**Figur 4: Illustration af henholdsvis gennemsnitsmetoden og marginalmetoden. Søjlerne repræsenterer en given produktionen i et naboland til Danmark. "Eksport" betegner landets eksport til Danmark, som i gennemsnitsmetoden regnes som et gennemsnit af den samlede produktion. I marginalmetoden er eksporten repræsenteret som den stigning i den marginale elproduktionen, i dette tilfælde gasturbiner.**

### 2.3 Værktøjer/modeller

Fremskrivningen af den samlede el- og fjernvarmeproduktion finder sted i Ramses.





Ramses er en teknisk-økonomisk model udviklet i Energistyrelsen, der beregner den fremtidige produktion af el og fjernvarme i et vilkårligt antal elområder og varmeområder.

På nuværende tidspunkt omfatter modellen det meste af Europa i form af 23 lande fordelt på 18 elprisområder: Danmark (to prisområder), Norge, Sverige, Finland, Tyskland-Luxembourg, Østrig, Holland, de britiske øer, Frankrig, Belgien, Spanien-Portugal, Schweiz, Italien, Baltikum (Estland-Letland-Litauen), Polen, Tjekkiet-Slovakiet samt Ungarn.

Ramses er en lineær optimeringsmodel, der kan beregne elproduktion, varmeproduktion, brændselsforbrug, emissioner m.m. for et meget stort antal på forhånd givne værker på timebasis. Da modellen primært er beregnet til analyser af effekter i Danmark, er de danske værker p.t. beskrevet mere detaljeret end værkerne i udlandet. Modellen beregner desuden en række systemresultater, bl.a. estimeres spotprisen for el, fordelt på prisområderne, og eludvekslingen mellem prisområder. For yderligere modeldokumentation se ens.dk (<https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/modeller>).

## 2.4 Overordnede forudsætninger og afgrænsninger:

### *Generelt*

I beregningerne for emissionerne fra elproduktion, medtages udelukkende de direkte emissioner ved elproduktion. Det vil sige emissionerne fra forbrænding af fossile brændsler i elproduktion, og ikke emissionerne til opførelse af elproducerende anlæg eller andre indirekte emissioner så som fra transport af brændsler og udledninger ved drift og vedligehold.

### *Gennemsnitsmetoden*

I gennemsnitsmetoden antages det, at dansk elhandel udelukkende påvirker emissionerne i de lande, Danmark har en direkte eludveksling med (dvs. Norge, Sverige, Tyskland og Holland samt Storbritannien efter Vikinglink bliver taget i drift). I virkeligheden betyder eleksport til f.eks. Tyskland, at Tysklands eleksport til f.eks. Frankrig påvirkes, og igen Frankrigs eleksport til Spanien osv. Med andre ord, er det europæiske elsystem af sådan en karakter, at dansk elhandel har betydning for hele det europæiske elsystem. Med udgangspunkt i Energinets beregninger af emissionsfaktorer til miljødeklarationen for dansk elforbrug er der valgt en tilgang, hvor der udelukkende ses på emissionerne i de lande, som er direkte forbundet med Danmark.

### *Marginalmetoden*

I marginalmetoden antages det, at dansk elhandel påvirker emissionerne i de lande der indgår i modellen Ramses (se afsnit 3.3).



I beregningerne med marginalmetoden regnes der med, at elproduktionskapaciteten i udlandet udvikler sig over tid (jævnfør referencen KF), men at udviklingen sker på den samme måde i alle beregninger uanset variationerne i den danske eleksport. Hvis dansk nettoeleksport øges markant, kan det have en effekt på eksempelvis tempoet i kuludfasning i det kontinentale elsystem. Det kan ligeledes medføre at planlagt udbygning med vedvarede energi bliver udskudt. Sådanne effekter er ikke inkluderet.

Metoden er dermed afgrænset til at se på effekten på driften i elproduktionsanlæg i udlandet, dvs. uden hensyntagen til yderligere afledte effekter, herunder betydningen for udbygningen med vedvarende energi og udfasningen af eksisterende anlæg i udlandet. Øget elimport kan f.eks. medfører en større udbygning af VE samt langsommere kuludfasning i udlandet. Omvendt kan en øget eleksport f.eks. medfører en langsommere VE udbygning samt hurtigere kuludfasning i udlandet. Dertil er der heller ikke taget højde for, en stigning i elforbrug som følge af udbygning med Power-to-X teknologier give en afledt effekt i form af sparet brændstof andetsteds i energisystemet.

### 2.5 Primære datakilder:

I forhold til beregningerne i de historiske år er datakilderne Energinets beregninger af emissionsfaktorer for Norge, Sverige, Tyskland og Holland, samt statistik for eludvekslingen fra Energinets Energidataservice<sup>6</sup>.

De anvendte resultater fra Energinet er et datasæt bestående af udledningsfaktorer i g/kWh for hhv. CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NMVOC<sup>7</sup>, CH<sub>4</sub>, CO, N<sub>2</sub>O, partikler, flyveaske og slagger. Alle emissionsfaktorer er udregnet to gange, med henholdsvis 125% metoden og 200% metoden for fordelingen mellem el- og fjernvarme produktion<sup>8</sup>. Disse udledningsfaktorer er opgjort per time per land og per produktionstype. De produktionstyper der er opgjort er:

- Affald
- Anden VE
- Atomkraft
- Brunkul
- Fuelolie
- Kul
- Naturgas
- Havvind
- Landvind

<sup>6</sup> Eludvekslingen fra Energinets Energidataservice findes på <https://www.energidataservice.dk/tso-electricity/productionconsumptionsettlement>

<sup>7</sup> non-metan flygtige organiske forbindelser

<sup>8</sup> Når brændselsforbruget og udledninger fra kraftvarmeværker skal opgøres på hhv. el- og fjernvarmeproduktion, er en gængs metode at antaget en virkningsgrad for varmeproduktionen for dermed at beregne hvor meget af brændslet der tilskrives fjernvarmeproduktionen, mens det resterende brændselsforbrug tilkendes elproduktionen. 125% metoden betyder at man regner med en virkningsgrad for varmeproduktionen på 125%. I Energistyrelsens beregninger til GA22 benyttes 125%-metoden.

- Træ mm.
- Vandkraft

For hver produktionstype er der også angivet hvor stor andel af den samlede elproduktion i den givne time typen udgjorde af elproduktionen i det givne land.

Fra energidataservice er datasættet "transmissionlines" tilgængeligt, som bl.a. indeholder den mængde el, som er blevet udvekslet på hver af de danske udlandsforbindelser for hver time.

I forhold til beregningerne på fremskrivningen (for både gennemsnits- og marginalbetragtningen) er datakilden fremskrivningen fra KF, som igen bygger på en lang række datakilder for elproduktionskapaciteter, handelskapaciteter, VE-produktion og elforbrug, herunder evt. energigør. Primært bygger fremskrivningerne for elproduktionskapaciteter, handelskapaciteter, VE-produktion og elforbrug i udlandet på TYNDP20 scenarieret "National Trends" fra ENTSO-E<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> [Reference til forudsætningsnotater i KF22, indsættes når de er offentliggjort]