



## Analyseforudsætninger til Energinet 2023 – Eltransmissionsforbindelser til udlandet (interkonnektorer)

Baggrundsnotat

**Kontor/afdeling**  
Systemanalyse og  
Innovation

**Dato**  
13. oktober 2023

**J nr.** 2023 – 2106

IMRN / BRP

### Indholdsfortegnelse

Udvikling frem mod 2050 .....	2
Metode og antagelser .....	2
Maksimal handelskapacitet (NTC) .....	3
Levetider .....	3
Nettab .....	3
Udetider .....	3
Forbindelser ekskl. energigøer .....	4
Forbindelser ved etablering af energigøer .....	6
Usikkerhed .....	6
Ændringer i forhold til AF22 .....	7

*Bemærk, at notatet ud over udlandsforbindelser også indeholder forudsætninger vedr. Storebæltsforbindelsen mellem Vest- og Østdanmark. Bemærk endvidere, at analyseforudsætningerne indeholder antagelser vedr. udlandsforbindelser relateret til energigøerne, selvom der endnu ikke er indgået endelige aftaler herom med udlandet. Det skyldes, at analyseforudsætningerne indeholder bedste bud for udviklingen med den viden Energistyrelsen pt. har under hensyn til indfrielse af politiske ambitioner, mål og aftaler.*

**Energistyrelsen**

Carsten Niebuhrs Gade 43  
1577 København V

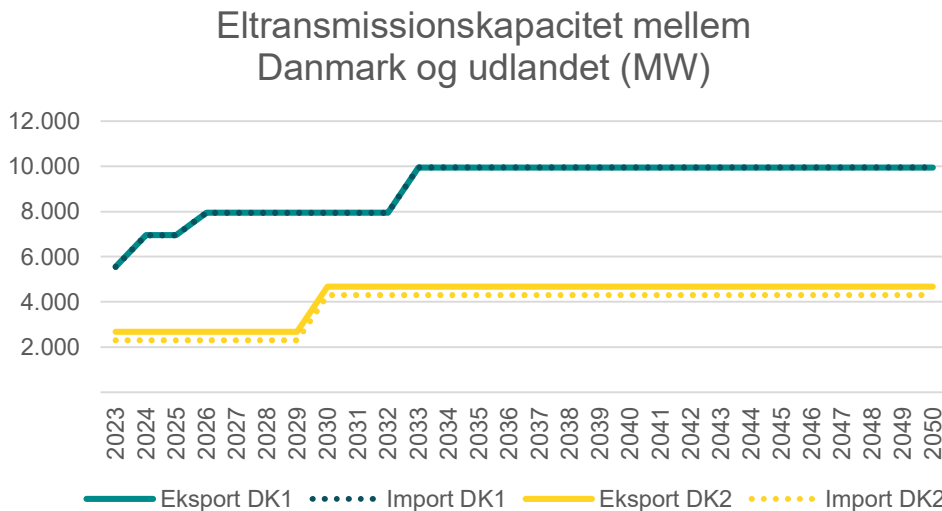
T: +45 3392 6700  
E: ens@ens.dk

www.ens.dk



## Udvikling frem mod 2050

Eltransmissionskapaciteten mellem Danmark og udlandet forventes at stige. Det ses af figuren herunder, der viser eksport- og importkapaciteten mellem hhv. Vest- (DK1) og Østdanmark (DK2) og udlandet inkl. antagelser om udlandsforbindelser relateret til energigørerne (2 GW fra Bornholm til Tyskland fra 2030 og 2 GW fra energigøreren i Nordsøen til Belgien fra 2033). Stigningen i 2024 skyldes idriftsættelsen af Viking Link mellem Jylland og Storbritannien, mens stigningen i 2026 skyldes forøgelse af kapaciteten på forbindelserne mellem Jylland og Tyskland. Forbindelsen over Storebælt er i hele perioden 590 MW fra Vestdanmark (DK1) og 600 MW fra Østdanmark (DK2). Forbindelsen mellem Østdanmark (DK2) og Bornholm er på 1,2 GW fra 2030, mens forbindelsen mellem Vestdanmark (DK1) og energigøreren i Nordsøen er på 1,4 GW fra 2033.



Figur 1: Eksport- og importkapacitet mellem Vest- (DK1) og Østdanmark (DK2) og udlandet (MW). Interne forbindelser til energigørerne og over Storebælt fremgår af dataarket.

## Metode og antagelser

I analyseforudsætningerne indgår eksisterende og godkendte eltransmissionsforbindelser fra Danmark til udlandet med undtagelsen af forbindelsen fra Bornholm til Sverige<sup>1</sup>. Denne forbindelse inkluderes normalt ikke i Energinets modelberegninger af Østdanmarks elsystem, og forbindelsen er derfor ikke en del af analyseforudsætningerne. Desuden indgår antagelser om forbindelser relateret til energigørerne, jf. boks på side 1. Endvidere indgår forbindelsen over Storebælt mellem Vest- (DK1) og Østdanmark (DK2).

<sup>1</sup> Bornholm er forbundet til Sverige med en vekselstrømsforbindelse, som har en kapacitet på 60 MW i begge retninger.



## Maksimal handelskapacitet (NTC)

For hver forbindelse angiver forudsætningerne den forventede maksimale handelskapacitet (maximum net transfer capacity, forkortet NTC) for hhv. import og eksport. NTC er den handelskapacitet, der maksimalt kan overføres over en forbindelse, under hensyntagen til nettab, sikkerhedsstandarder og tekniske begrænsninger. For nogle forbindelser er NTC for import og eksport identisk, mens den for andre forbindelser er forskellig.

Med ikrafttrædelsen af EU's Clean Energy Package er der indført en forpligtigelse om, at 70 pct. af kapaciteten på forbindelserne skal stilles til rådighed for markedet.

Forudsætninger er som udgangspunkt baseret på data fra Energinet med undtagelse af forudsætninger om transmissionskapacitet til energierne, der er baseret på politiske aftaler eller Energistyrelsens estimater.

## Levetider

Flere af de eksisterende forbindelser vil nå deres forventede tekniske levetid inden 2050 og der vil skulle tages beslutning om reinvestering. Dette bliver i stigende grad relevant for enkelte forbindelser til de nordiske områder. Energinet er løbende i dialog med nabo TSO'er om de udlandsforbindelser, der nærmer sig endt teknisk levetid. Det vurderes overvejende sandsynligt, at der fortsat vil være kapacitet til rådighed i hele perioden. I Analyseforudsætningerne antages det derfor, at eksisterende eltransmissionskapacitet mellem Danmark og udlandet samt Storebæltsforbindelsen opretholdes i perioden frem til 2050.

Energinet er opmærksom på den usikkerhed der er forbundet med forbindelser der nærmer sig endt teknisk levetid. Forbindelserne inddrages derfor som følsomheder i de analyser, hvor det vurderes relevant.

## Nettab

Når der transporteres energi i kabler, opstår der et tab af energi undervejs. Det betyder, at den energimængde, der fødes ind i en forbindelse, vil være større end den energimængde, der kan tages ud af forbindelsen. Dette tab af energi, håndteres ved, at TSO'erne indkøber energi tilsvarende den tabte energimængde, typisk via børserne. Håndtering af nettab kan være årsag til at NTC for nogle forbindelser er forskellig i import- og eksportretningen.

## Udetider

Udetid for interkonnektorer skyldes en kombination af vedligehold, havari/fejl og tekniske eller markedsmæssige begrænsninger. I AF23 er udetiderne opdelt på hhv. revision og havari. Der skelnes mellem AC-forbindelser (vekselstrøm) og

HVDC-forbindelser (jævnstrøm). Udetider er baseret på historiske data fra Energinet, hvor der anvendes et gennemsnit for perioden 2012-2021 for HVDC- og 2012-2022 for AC-forbindelser. Antagelser fremgår af tabellen herunder<sup>2</sup>.

Tabel 1: Antagelser vedr. udetider.

Pct.	Importretning		Eksportretning	
	Revision	Havari	Revision	Havari
HVDC	10%	7%	8%	8%
Jylland-Tyskland (AC) <sup>3</sup>	4%	7%	4%	8%
Øresund (AC)	16%	2%	18%	2%

## Forbindelser ekskl. energier

Figuren herunder viser eksisterende og besluttede forbindelser.



Figur 2: Danske udlandsforbindelser. Blå forbindelser: HVDC; gule forbindelser: AC-forbindelser. Bornholmsforbindelsen inkluderes normalt ikke i Energinets modelberegninger af Østdanmarks elsystem, og er derfor ikke en del af analyseforudsætningerne. Viking Link til Storbritannien er under opførelse og forventes idriftsat ultimo 2023. Kilde: Energinet.

<sup>2</sup> Der indgår ikke data for forbindelsen til Tyskland via Kriegers Flak havmøllepark, da forbindelsen styres af den tyske TSO 50 Hertz, og Energinet har derfor ikke adgang til data.

<sup>3</sup> Udetiden er eksklusiv begrænsninger på grænsen mellem Jylland og Tyskland, som i Energinets modeller håndteres via en tilgængelighedsprofil.

Tabellen herunder angiver tekniske data og forudsætninger for de eksisterende og besluttede forbindelser<sup>4</sup>. I det efterfølgende gives en uddybende beskrivelse af særlige forhold vedrørende forbindelserne mellem Jylland og Tyskland.

*Tabel 2: Tekniske data og forudsætninger for de eksisterende og besluttede forbindelser.*

Forbindelse	Fra	Til	Import-kapacitet (MW)	Eksport-kapacitet (MW)	Type <sup>5</sup>	Bemærkninger
Skagerrak (1-4)	DK1	NO2	1.632	1.632	HVDC	Består af fire jævnstrømskabler.
Konti-Skan (1-2)	DK1	SE3	715	715	HVDC	Består af to jævnstrømskabler.
Jylland-Tyskland	DK1	DE	2.500 stigende til 3.500	2.500 stigende til 3.500	AC	Består af fire vekselstrømsforbindelser. Kapaciteten forventes forøget med 1.000 MW i løbet af 2025. Forøgelsen medregnes fra 2026 og frem.
COBRA	DK1	NL	700	700	HVDC	Består af et jævnstrømskabel.
Viking Link	DK1	UK	1.400	1.400	HVDC	Består af to jævnstrømskabler. Forventes idriftsat ultimo 2023 og medregnes fra 2024 og frem.
Øresund	DK2	SE4	1.300	1.700	AC	Består af to vekselstrømssystemer ejet af hhv. Svenska Kraftnät (system 1) og Energinet (system 2).
Kontek	DK2	DE	600	585	HVDC	Består af et jævnstrømskabel.
Kriegers Flak	DK2	DE	400	400	AC	Består af et vekselstrømskabel mellem den danske vindmøllepark på Kriegers Flak og de tyske vindmølleparker <sup>6</sup> .
Storebælt	DK1	DK2	600	590	HVDC	Består af et jævnstrømskabel <sup>7</sup> .

### Særligt vedrørende begrænsninger på Jylland-Tyskland forbindelsen

Den tilgængelige eksportkapacitet i day-ahead markedet på Jylland-Tyskland forbindelsen har historisk set været begrænset grundet interne flaskehalse i det tyske transmissionsnet. Begrænsningerne skyldes, at Tyskland har meget vind og sol i Nordtyskland kombineret med meget lavt forbrug. Derfor skal det tyske net kunne håndtere transport af store mængder el fra nord til syd, når der er høj elproduktion fra vind og sol. For at håndtere dette i Energinets markedsmodeller fremadrettet, har Energinet udviklet et værktøj, der ved hjælp af machine learning trænet på historisk data for vind, sol og forbrug, kan give et kvalificeret bud på den

<sup>4</sup> Bornholm er forbundet til Sverige med en vekselstrømsforbindelse, som har en kapacitet på 60 MW i begge retninger. Denne forbindelse inkluderes normalt ikke i Energinets modelberegninger af Østdanmarks elsystem, og forbindelsen er derfor ikke en del af analyseforudsætningerne.

<sup>5</sup> AC (vekselstrøm) og HVDC (jævnstrøm).

<sup>6</sup> Kapaciteten er begrænset af den til enhver tid værende elproduktion fra Kriegers Flak havvindpark og de to tyske havvindmølleparker Baltic 1 og 2.

<sup>7</sup> Forbindelsen er ikke en egentlig udlandsforbindelse, da den forbinder de to danske prisområder DK1 og DK2. Dog drives den på samme måde og indgår også i markedet på de samme vilkår som udlandsforbindelserne.



fremtidige tilgængelige kapacitet på forbindelsen. Dette anvendes til udarbejdelse af en tilgængelighedsprofil, der bliver ganget på NTC, for at tage højde for begrænsninger i aftaleperioden. Fra 2028 antages fuld tilgængelighed på forbindelsen, da det antages, at Tyskland til den tid har fået styrket deres interne net i sådan en grad at det ikke leder til den specielle tilgængelighedsprofil.

## Forbindelser ved etablering af energier

Analyseforudsætningerne indeholder bedste bud for udviklingen med den viden Energistyrelsen pt. har under hensyn til indfrielse af politiske ambitioner, mål og aftaler. Med afsæt i Esbjerg-erklæringen<sup>8</sup>, *Tillægsaftale om Energiø Bornholm 2022*<sup>9</sup> samt *Tillægsaftale om udbudsrammer for 6 GW havvind og Energiø Bornholm (30. maj 2023)*<sup>10</sup>, antages Energiø Nordsøen etableret med 3 GW havvind senest i 2033 og med efterfølgende udbygning til i alt 10 GW havvind hurtigst muligt og med 2040 som sigtepunkt under iagttagelse af de nødvendige udlandsforbindelser, og Energiø Bornholm antages etableret med i alt 3 GW havvind i løbet af 2030. Energiø Bornholm forventes forbundet med 1,2 GW til Sjælland (DK2) og 2 GW til Tyskland (DE). Forbindelserne antages idriftsat primo 2030. Første fase af energioen i Nordsøen antages idriftsat primo 2033 med en 2 GW forbindelse til Belgien (BE) samt en 1,4 GW forbindelse til Jylland (DK1).

Til AF23 antages ingen yderligere forbindelser. I takt med at energioen udbygges yderligere til 10 GW frem mod 2040 antages 7 GW elektrolysekapacitet opstillet på eller ved øen med henblik på eksport. Dette er beskrevet i baggrundsnotatet om PtX. Hvordan brinten optimalt set transporteres væk fra øen er ikke analyseret i forbindelse med AF23, ligesom fordelingen mellem elektriske interkonnektorer og PtX-produktion blot er en simpel antagelse.

## Usikkerhed

Energistyrelsen anbefaler, at Energinet supplerer AF23 med følsomhedsanalyser på fremtidig eltransmissionskapacitet fra Danmark til udlandet. Energistyrelsen anbefaler, at der både laves følsomhedsanalyser på levetiden for eksisterende forbindelser og for tilgængelig kapacitet på de enkelte forbindelser.

Da der endnu ikke er indgået endelige aftaler om udlandsforbindelser fra energioen i Nordsøen vil Energinet i den videre anvendelse af AF23 kunne analysere forskellige scenarier for bl.a. årstal for etablering, kapacitetsfordeling og tilslutningslande.

<sup>8</sup> <https://kefm.dk/aktuelt/nyheder/2022/maj/historisk-erklæring-skal-sikre-groen-stroem-til-230-mio-europæiske-husstande>

<sup>9</sup> <https://kefm.dk/aktuelt/nyheder/2022/aug/bredt-flertal-energieo-bornholm-udvides-og-forbindes-til-tyskland>

<sup>10</sup> <https://kefm.dk/Media/638211994684127079/Till%C3%A6gsaftale%20om%20udbudsrammer%20for%206%20GW%20havvind%20og%20Energi%C3%B8%20Bornholm%20FINAL.pdf>



Dertil er udbygningen efter 2040 behæftet med stor usikkerhed, da en stor del af energien forventes eksporteret. Om dette vil foregå i form af el, brint eller andre produkter er ukendt og Energistyrelsen anbefaler, at Energinet supplerer AF23 med følsomhedsanalyser for udbygningen af energiinfrastrukturen særligt i forbindelse med udbygningen i Nordsøen.

### **Ændringer i forhold til AF22**

Metoden i AF23 er den samme som i AF22 og forudsætningerne er identiske med undtagelse af, at forbindelserne i relation til energiøerne er skubbet et år, således at disse idriftsættes samme år som havvinden tilsluttes. Dette vurderes mere realistisk grundet de stramme tidsplaner for etableringen af energiøerne. Herudover indgår der i AF23 ikke yderligere forbindelser fra energiøen i Nordsøen, ud over dem, der indgår i første fase.