



Analyseforudsætninger til Energinet 2024 – Eltransmissionsforbindelser til udlandet (interkonnektorer)

Baggrundsnotat

Kontor/afdeling
Systemanalyse og
Innovation

Dato
9. oktober 2024

J nr.
2024 - 979

CHRHN / BRP

Indholdsfortegnelse

1. Udviklingen frem mod 2050	2
1.1 Præsentation af AF24-forløbet frem mod 2050	2
1.2. Uddybning af AF24 forløbet og kvalificering ift. AF23	3
2. Metode og antagelser	4
2.1. Metode og antagelser til AF24	4
2.2 Ændringer ift. AF23	8
3. Usikkerheder og følsomhedsberegninger	9
3.1 Usikkerheder ift. AF24-forløbet	9
3.2 Anbefalede følsomhedsberegninger	10

Dette baggrundsnotat er en del af Analyseforudsætninger til Energinet 2024 (AF24). AF24 er et målopfyldelsesscenarie, hvilket vil sige, at AF24 grundforløbet som udgangspunkt er kompatibelt med opfyldelse af de politiske målsætninger på klima- og energiområdet. Det er dog ikke alle målsætninger på klima- og energiområdet, der er direkte afspejlet i AF24, og AF24 specificerer endvidere ikke konkrete virkemidler til at indfri de politiske målsætninger

Energistyrelsen

Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

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

www.ens.dk



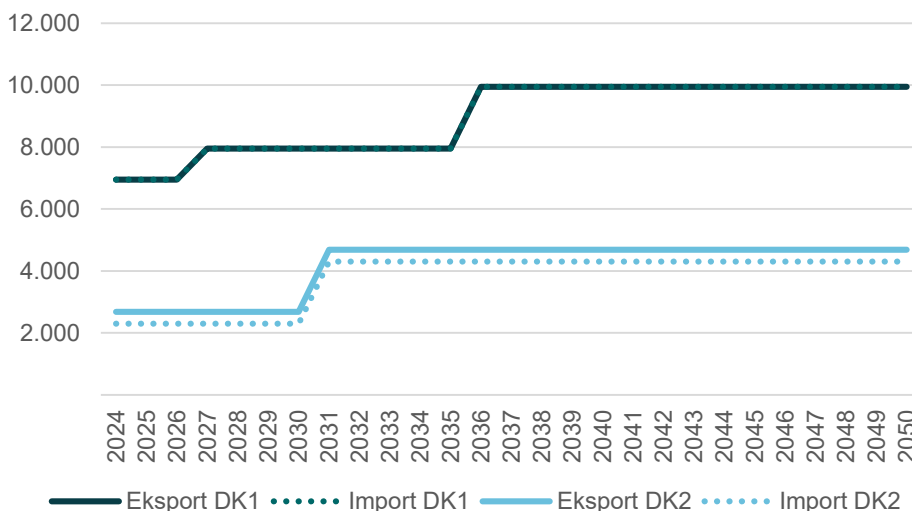
1. Udviklingen frem mod 2050

Eltransmissionskapaciteten mellem Danmark og udlandet forventes at stige frem mod 2050. Udviklingen kan især tilskrives forventningen om etablering af udlandsforbindelser fra Energiø Bornholm og Energiø Nordsøen.

1.1 Præsentation af AF24-forløbet frem mod 2050

I AF24 forventes eltransmissionskapaciteten mellem Danmark og udlandet samlet set at stige fra ca. 9,3 GW i 2024 til 14,6 GW i 2050. Dette skyldes en forøgelse af kapaciteten på den nuværende forbindelse mellem Jylland (DK1) og Tyskland i ultimo 2026 (svarende til 1 GW) samt fuld idriftsættelse af Viking Link i ultimo 2026, hvor forbindelsen antages at operere med fuld kapacitet (svarende til 0,3 GW over importkapaciteten i perioden 2024-2026)¹. Endvidere antages etablering af udlandsforbindelser fra Energiø Bornholm til Tyskland i løbet af 2030 (svarende til 2 GW) og fra Energiø Nordsøen til Tyskland i 2036 (svarende til 2 GW). Dertil antages etablering af interne forbindelser mellem Energiø Bornholm og Sjælland (DK2) i løbet af 2030 (svarende til 1,2 GW) og mellem Energiø Nordsøen og Jylland (DK1) i 2036 (svarende til 2 GW). Samlet set forventes eltransmissionskapaciteten mellem Danmark og udlandet således at stige med i alt 5,3 GW fra 2024 til 2050. Figur 1 nedenfor viser den forventede udvikling i eksport- og importkapaciteten mellem Danmark og udlandet, opdelt i hhv. Vestdanmark (DK1) og Østdanmark (DK2). Interne forbindelser til energijørerne og over Storebælt fremgår ikke af figuren (se dataark).

Figur 1: Eksport- og importkapacitet mellem Vest- (DK1) og Østdanmark (DK2) og udlandet (MW)



¹ I perioden 2024-2026 antages Viking Link at operere med 1.000 MW i eksportretningen og 1.100 MW i importretningen.



Forløbene for eltransmissionskapacitet er behæftet med usikkerhed. Væsentlige usikkerheder gennemgås i afsnit 3 og omfatter følgende:

- Der foreligger endnu ikke en endelig politisk aftale for Energiø Nordsøen. De potentielle kapaciteter og transmissionsforbindelser er justeret for at reflektere udviklingen siden AF23, og de er fortsat behæftet med betydelig usikkerhed.
- Med implementeringen af EU's "Carbon Border Adjustment Mechanism" (CBAM) forventes der fra 2026 at blive pålagt CO₂-beskatning på strøm importeret fra ikke-EU lande, herunder Storbritannien. Dette kan alt andet lige have betydning for handelen og indtjeningen på den strøm, som Danmark importerer fra Storbritannien via Viking Link forbindelsen.

1.2. Uddybning af AF24 forløbet og kvalificering ift. AF23

De væsentligste ændringer i AF24 ift. AF23 omfatter følgende (jf. også afsnit 2.2):

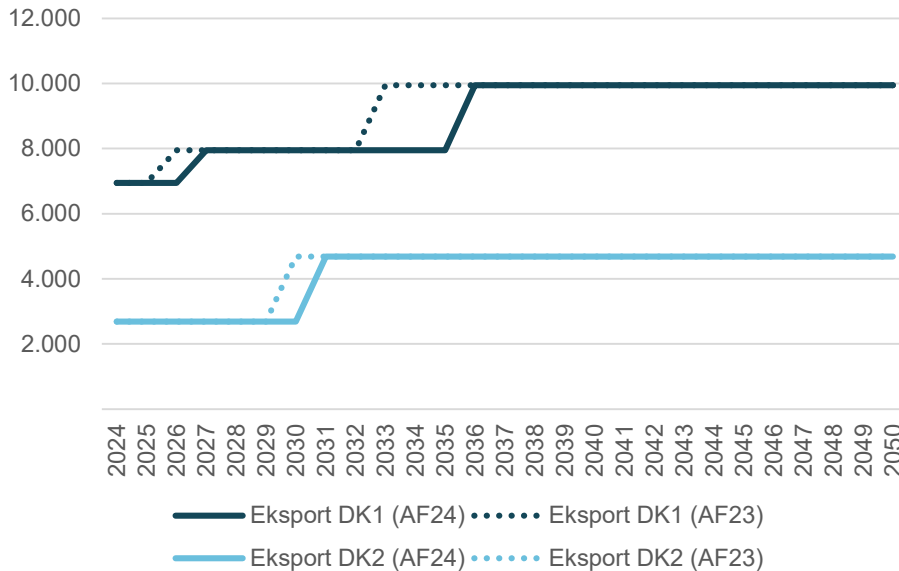
- I AF23 indgik en antagelse om fuld idriftsættelse af Viking Link i 2024 med en samlet transmissionskapacitet på 1.400 MW. Grundet forsinkelser på udbygningen af Vestkystforbindelsen, kan Energinet ikke garantere den fulde transmissionskapacitet i alle timer, før udbygningen forventes færdig i Q4 2026. Modelteknisk begrænses kapaciteten til 1000 MW i eksportretningen fra DK1 til UK og til 1.100 MW i importretningen fra UK til DK1 i 2024-2026, jf. seneste udmelding fra Energinet.² Fra 2027 og frem antages fuld kapacitet på Viking Link forbindelsen.
- I AF23 indgik antagelse om forbindelse fra Energiø Nordsøen til hhv. Danmark (1,4 GW) og Belgien (2 GW) i 2033. I AF24 antages forbindelse fra Energiø Nordsøen til hhv. Danmark (2 GW) og Tyskland (2 GW) i 2036. For yderligere uddybning henvises til baggrundsnotat for havvind.

Figur 2 nedenfor sammenligner Danmarks eksportforbindelser forudsat i AF24 sammenlignet med AF23. Mens antagelser for DK2 er uændret, fremgår nedjusteringen af kapaciteten på Viking Link i 2024 samt udskydelsen af interkonnektorer fra Energiø Nordsøen, hvilket ændrer forløbet for den forventede eksportkapacitet fra DK1 til udlandet frem mod 2050. Interne forbindelser til energiøerne og over Storebælt fremgår ikke af figuren (se dataark).

² [Data View | Nordic Unavailability Collection System \(nucs.net\)](#)



Figur 2: Eksportkapacitet mellem Vest- (DK1) og Østdanmark (DK2) og udlandet i AF24 vs. AF23 (MW)



2. Metode og antagelser

AF indeholder et muligt bud for udviklingen med den aktuelle viden Energistyrelsen har, og under hensyn til indfrielse af politiske ambitioner, mål og aftaler. AF24 indeholder både eksisterende og forventede transmissionsforbindelser mellem Danmark og udlandet, herunder interne og eksterne forbindelser fra energijørerne. Særligt for Energiø Nordsøen er forudsætningerne opdateret på baggrund af seneste status på forhandlingerne med udlandet.

2.1. Metode og antagelser til AF24

I AF indgår eksisterende og godkendte eltransmissionsforbindelser fra Danmark til udlandet med undtagelse af forbindelsen fra Bornholm til Sverige³. Desuden indgår forbindelsen over Storebælt mellem Vest- og Østdanmark samt potentielle forbindelser relateret til energijørerne.

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

³ 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.



rådighed i hele perioden. I AF antages det derfor, at eksisterende eltransmissionskapacitet mellem Danmark og udlandet samt Storebæltsforbindelsen opretholdes i perioden frem til 2050.

Energinet er allerede 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.

Maksimal handelskapacitet (NTC)

NTC (maximum net transfer capacity) 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 minimum 70 pct. af kapaciteten på eltransmissionsforbindelser skal stilles til rådighed for markedet.

AF angiver den maksimale handelskapacitet for hver transmissionsforbindelse og er som udgangspunkt baseret på data fra Energinet. Handelskapaciteten på forbindelser til og fra energiøerne er dog fortsat forbundet med usikkerhed. I AF24 antages en NTC svarende til den fysiske kapacitet, dvs. 3,2 GW fra Energiø Bornholm og 4 GW fra Energiø Nordsøen. Om den faktiske NTC vil ligge på minimumsniveauet (70 pct.) eller højere er vanskeligt at vurdere og vil afhænge af udbygningen af produktion, forbrug og internt net i de omkringliggende budzoner samt udbygningstempoet.

Nettab

På alle elektriske forbindelser vil der typisk ske et tab af energi undervejs. Det betyder, at den energimængde, der fødes ind i en forbindelse, er større end den energimængde, der kommer ud i den anden ende. Dette tab af energi håndteres ved, at Energinet og andre TSO'er indkøber energi på spotmarkedet, som svarer til den tabte energimængde. Dermed oplever markedsaktørerne ikke at blive direkte påvirket af nettabet. Håndtering af nettab kan være årsag til, at NTC for nogle forbindelser er forskellig i import- og eksportretningen – hvilket fx gør sig gældende for Storebæltsforbindelsen.

Udetider

Udetider på transmissionsforbindelser skyldes typisk en kombination af vedligehold, havari/fejl og tekniske eller markedsræssige begrænsninger. I AF24 er udetider baseret på historiske data fra Energinet, opdelt på hhv. revision og havari. Der anvendes et gennemsnit for perioden 2012-2023 for HVDC-forbindelser (jævnstrøm) og 2013-2023 for AC-forbindelser (vekselstrøm) jf. tabel 1 nedenfor⁴.

⁴ 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.



Tabel 1: Antagelser vedr. udetider

Pct.	Importretning		Eksportretning	
	Revision	Havari	Revision	Havari
HVDC	10%	8%	7%	8%
Jylland-Tyskland (AC) ⁵	5%	6%	4%	7%
Øresund (AC)	15%	2%	17%	1%

Forbindelser ekskl. energigjører

Figur 3 herunder viser eksisterende og besluttede forbindelser fra Danmark til udlandet samt interne forbindelser (ekskl. forbindelser til energigjørerne).

Figur 3: Danske ind- og udlandsforbindelser



Blå forbindelser: HVDC-forbindelser; gule forbindelser: AC-forbindelser.
Bornholmsforbindelsen inkluderes normalt ikke i Energinets modelberegninger af Østdanmarks elsystem og er derfor ikke en del af AF.
Kilde: Energinet.

Tyskland har historisk set haft problemer med 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 i nord. For at kunne udnytte den udvidede kapacitet på Jylland-

⁵ Udetiden er eksklusiv begrænsninger på grænsen mellem Jylland og Tyskland, som i Energinets modeller håndteres via. en tilgængelighedsprofil.



Tyskland forbindelsen fra Q4 2026 og frem, er det væsentligt at det tyske transmissionsnet er i stand til at kunne håndtere den øgede mængde strøm fra Danmark. Vurderingen fra Energinet er dog, at de interne flaskehalse ikke forventes at påvirke forbindelsen i særlig stor grad fremadrettet, hvorfor analyseforudsætningerne antager fuld kapacitet på forbindelsen i hele perioden.

Tabellen herunder angiver tekniske data og forudsætninger for de eksisterende og besluttede forbindelser⁶.

Tabel 1: Tekniske data og forudsætninger for de eksisterende og besluttede forbindelser

Forbindelse	Fra	Til	Import-kapacitet (MW)	Eksport-kapacitet (MW)	Type ⁷	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 Q4 2026.*
COBRA	DK1	NL	700	700	HVDC	Består af ét jævnstrømskabel.
Viking Link	DK1	UK	1.400	1.400	HVDC	Består af to jævnstrømskabler. Den fulde kapacitet forventes garanteret fra Q4 2026.*
Øresund	DK2	SE4	1.300	1.700	AC	Består af to vekselstrømssystemer.
Kontek	DK2	DE	600	585	HVDC	Består af ét jævnstrømskabel.
Kriegers Flak	DK2	DE	400	400	AC	Består af ét vekselstrømskabel mellem den danske vindmøllepark på Kriegers Flak og de tyske vindmølleparker ⁸ .
Storebælt	DK1	DK2	600	590	HVDC	Består af ét jævnstrømskabel ⁹ .

* Opjusteringen af transmissionskapaciteten på Jylland-Tyskland forbindelsen samt transmissionskapaciteten på Viking Link forbindelsen afhænger af Vestkystforbindelsen, som forventes færdigudbygget i Q4 2026. Det forventes dog, at Viking Link i visse timer kan operere med fuld kapacitet i den mellemliggende periode.

⁶ 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.

⁷ AC (vekselstrøm) og HVDC (jævnstrøm).

⁸ Kapaciteten er begrænset af den til enhver tid værende elproduktion fra Kriegers Flak havvindpark og de to tyske havvindmølleparker Baltic 1 og 2.

⁹ 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.



Storbritannien via Viking Link forbindelsen samt øge den maksimale handelskapacitet på den dansk-tyske grænse fra 2.500 MW til 3.500 MW. Energinet kan derfor først garantere den fulde transmissionskapacitet i alle timer, når Vestkystforbindelsen er færdigetableret (forventeligt i Q4 2026). For Viking Link kan Energinet på nuværende tidspunkt garantere en tilgængelig kapacitet på day-ahead markedet på minimum 1000 MW i eksportretningen fra DK1 til UK og 1.100 MW i importretningen fra UK til DK1. Afhængig af drifts- og markedssituationen vil forbindelsen periodevis køre med fuld kapacitet, hvormed resterende kapacitet tilbydes via intraday-markedet. Energinet arbejder løbende på at frigive mere kapacitet, når det er muligt.

I AF24 antages Viking Link således at operere med 1000 MW i eksportretningen og 1.100 MW i importretningen fra 2024-2026, hvorefter kapaciteten øges til 1.400 MW fra 2027 og frem. Dette er tre år senere sammenlignet med i AF23, som antog fuld kapacitet fra 2024 og frem. Desuden antages opjusteringen af kapaciteten på Jylland-Tyskland forbindelsen at operere fra 2027 og frem, hvilket er ét år senere sammenlignet med i AF23. Ved analyser på kort sigt (frem mod 2027) anbefales det at følge de aktuelle kapacitetsudmeldinger på "Nordic Unavailability Collection System (NUCS)"¹⁷.

3. Usikkerheder og følsomhedsberegninger

Den fremtidige udbygning af transmissionsnettet mellem Danmark og udlandet frem mod 2050 er forbundet med stor usikkerhed og vil især afhænge af efterspørgslen efter dansk produktion af vedvarende energi fra de øvrige europæiske lande. Energistyrelsen anbefaler derfor, at Energinet supplerer AF24 med følsomhedsanalyser på fremtidig eltransmissionskapacitet fra Danmark til udlandet. Dette gælder både for eksisterende og fremtidige forbindelser.

3.1 Usikkerheder ift. AF24-forløbet

Energjø Nordsøen

Der foreligger endnu ikke en konkret politisk aftale om Energjø Nordsøen, herunder potentielle forbindelser til udlandet. Der er derfor fortsat stor usikkerhed forbundet med forudsætningerne om en udlandsforbindelse mellem Energjø Nordsøen og Tyskland

CO₂-beskatning på strøm fra UK til EU

Fra 2026 og frem forventes EU's "Carbon Border Adjustment Mechanism" (CBAM) at blive implementeret¹⁸. CBAM skal sikre samme CO₂-beskatning på varer

¹⁷ [Data View | Nordic Unavailability Collection System \(nucs.net\)](#)

¹⁸ CBAM trådte i kraft d. 1. oktober 2023. I overgangsfasen frem til 2026 er importører alene rapporteringspligtige.



produceret inden og uden for EU og følger samme princip som EU's "Emissions Trading System" (ETS), som er EU's nuværende CO₂-kvoteordning. Med ordningen er importører forpligtet til at købe CBAM-certifikater (svarende til en "CO₂-importtold") for de varer, som importeres fra ikke-EU lande. CBAM-certifikaterne vil modsvare prisen på CO₂-kvoter i EU's CO₂-kvoteordning.¹⁹

Da CBAM-ordningen også omfatter elektricitet, kan den potentielt have konsekvenser for handelen og dermed indtjeningen på importeret strøm via Viking Link forbindelsen mellem Danmark og Storbritannien fra 2026 og frem. Dette vil skulle afklares i forbindelse med den konkrete implementering af CBAM for elektricitet.

3.2 Anbefalede følsomhedsberegninger

Energistyrelsen anbefaler, at der laves følsomhedsanalyser på levetiden for eksisterende forbindelser og for tilgængelig kapacitet på de enkelte forbindelser. Fx kan forsinkelsen af Vestkystforbindelsen samt implementeringen af CBAM i 2026 have betydning for handelen via Viking Link forbindelsen samt på forbindelsen mellem Jylland og Tyskland. Der kan derfor foretages følsomhedsanalyser på, hvor meget strøm, der forventes importeret/eksporteret til/fra Danmark fremadrettet.

Da der endnu ikke er indgået endelige aftaler om udlandsforbindelser fra energigøden i Nordsøen vil Energinet i den videre anvendelse af AF24 kunne analysere forskellige scenarier for bl.a. årstal for etablering, kapacitetsfordeling og tilslutningslande. Udbygningen af fremtidig infrastruktur efter 2040 er endvidere 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. Energistyrelsen anbefaler derfor, at Energinet supplerer AF24 med følsomhedsanalyser for udbygningen af energiinfrastrukturen, herunder nye udlandsforbindelser.

¹⁹ Ved at sætte en sådan pris på CO₂-udledningen indlejret i importerede varer fra ikke-EU lande, kan CBAM bl.a. medvirke til at begrænse udflytningen af EU-baserede virksomheder med tung, CO₂-udledende produktion, samt begrænse erstatningen af EU-producerede produkter med importerede produkter, som udleder mere CO₂ under produktionsfasen. Se endvidere https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en