



Analyseforudsætninger til Energinet 2021 – Eltransmissionsforbindelser til udlandet

Baggrundsnotat

Kontor/afdeling
Systemanalyse

Dato
12. oktober 2021

J nr. 2021 – 6416

IMRN/TTO

Indholdsfortegnelse

Udvikling frem mod 2040	2
Metode og antagelser	2
Levetider	3
Nettab	3
Forbindelser fra Vestdanmark (DK1)	4
Forbindelser fra Østdanmark (DK2)	5
Storebæltsforbindelsen	5
Forbindelser ved etablering af energigøer	6
Usikkerhed	6
Ændringer i forhold til AF20	7
Bilag 1: Udvikling i eltransmissionkapacitet fordelt på forbindelser	8

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 aftaler herom med udlandet. Dette er en afvigelse fra normal praksis og skyldes, at analyseforudsætningerne indeholder bedste bud for udviklingen med den viden Energistyrelsen pt. har og under hensyn til politiske mål og aftaler.

Energistyrelsen

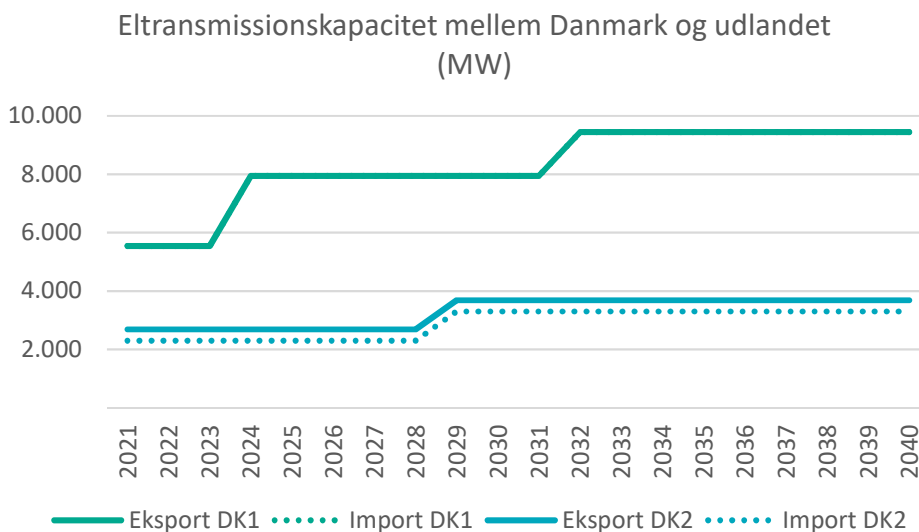
Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

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

www.ens.dk

Udvikling frem mod 2040

Figuren herunder viser eksport- og importkapaciteten fra hhv. Vest- (DK1) og Østdanmark (DK2) til udlandet inkl. antagelser om udlandsforbindelser relateret til energigørerne (1 GW fra Bornholm til Tyskland og 1,5 GW fra energigøreren i Nordsøen til Holland). Forbindelsen over Storebælt er i hele perioden 590 MW fra Vestdanmark (DK1) og 600 MW fra Østdanmark (DK2).



Figur 1: Eksport- og importkapacitet mellem Vest- (DK1) og Østdanmark (DK2) og udlandet (MW). Forøgelsen i 2029 og 2032 skyldes forbindelserne relateret til energigørerne.

Metode og antagelser

Energinet er ansvarlig for at levere forudsætninger angående udlandsforbindelser til Energistyrelsen. Energinet er opmærksom på, at der med ikrafttrædelsen af Clean Energy Package er en forpligtigelse om, at 70% af kapaciteten på forbindelserne skal stilles til rådighed for markedet. Det skal dog bemærkes, at Energinet alene ikke kan løfte denne forpligtigelse, da også nabo-TSO'er kan indføre begrænsninger på udlandsforbindelser.

I analyseforudsætningerne indgår eksisterende og godkendte¹ eltransmissionsforbindelser fra Danmark til udlandet med undtagelsen af forbindelsen fra Bornholm til Sverige². Desuden indgår antagelser om forbindelser relateret til energigørerne, jf. boks side 1. Endvidere indgår forbindelsen over Storebælt mellem Vest- (DK1) og Østdanmark (DK2).

¹ Dette kan sammenlignes med Energinets udlandsdata, hvor der for andre prisområder medtages forbindelser, der har status "In permitting" eller "Under construction" i TYNDP-arbejdet.

² 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.



For hver forbindelse angiver analyseforudsætningerne 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. Dette er ikke det samme som den tilgængelige transmissionskapacitet (available transmission capacity, forkortet ATC) for day-ahead markedet. NTC er udgangspunktet for Energinets analyser, da Energinet i deres markedsmodeller modellerer spotmarkedet med planlægning for øje.

For nogle forbindelser er NTC for import og eksport identisk, mens den for andre forbindelser er forskellig. Dette beskrives nærmere under de enkelte forbindelser.

Levetider

I Analyseforudsætningerne antages det, at eksisterende eltransmissionskapacitet mellem Danmark og udlandet samt Storebæltsforbindelsen opretholdes i perioden frem til 2040. I praksis vil flere af de eksisterende forbindelser dog nå deres forventede tekniske levetid inden 2040 og der vil skulle tages beslutning om reinvestering. Dette bliver i stigende grad relevant for enkelte forbindelser til de nordiske områder.

Energinet har i løbet af det forgangne år været i dialog med nabo TSOer om de udlandsforbindelser, der nærmer sig endt teknisk levetid. I den dialog, der stadig pågår, er det blevet klart, at der forventes reinvesteringer på disse forbindelser. Antagelsen fra tidligere fastholdes derfor, da det vurderes overvejende sandsynligt at der fortsat vil være kapacitet til rådighed i hele perioden. Det er dog endnu uvist i hvilken grad den nuværende kapacitet justeres ved en reinvestering. Det videre arbejde med reinvesteringerne starter op senere og vil spille ind til fremtidige AF.

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

Nettab

Når der transporteres energi i kabler, opstår der et tab af energi undervejs. Dette 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 TSOerne indkøber energi tilsvarende den tabte energimængde, typisk via. børserne.

Ved eksplicit nettabshåndtering af nettab tager markedsalgoritmen (Euphemia) i markedskoblingen ikke hensyn til, at der er et tab forbundet med at transportere energi. Dette betyder, at Euphemia ikke tager hensyn til den omkostning (nettab),



der er forbundet med at transportere energi mellem prisområder. Det indebærer, at i timer, hvor der er udvekslinger mellem prisområder, og der er små eller ingen prisforskelle, så opstår der et samfundsøkonomisk tab, da flaskehalsindtægterne ikke kan dække de enkelte TSOers indkøb af tabt energi (nettab).

Ved at inkludere nettab i Euphemia, dvs lave en implicit håndtering af tab, tages der ved kapacitetstildelingen hensyn til, at der er et samfundsøkonomisk tab forbundet med at transportere energi. I praksis vil det foregå ved at inkludere en tabsfaktor, som udtrykker den procentdel af energien, der tabes under udvekslingen. Det indebærer, at den marginale velfærdsgevinst (prisforskellen mellem 2 områder) skal være større end eller lig med de marginale velfærdstab ved at transportere energien, for at en udveksling vil finde sted.

Forbindelser fra Vestdanmark (DK1)

Skagerrak

Forbindelsen til Norge består af fire jævnstrømskabler med en samlet kapacitet på 1.700 MW. Den 18. februar 2021 gik Skagerrak-forbindelsen fra at have eksplicit til at have implicit nettabshåndtering. Det betyder, at forbindelsen nu har 1680 MW i afsenderenden og 1632 MW i modtagerenden, hvilket svarer til et tab på ca. 2,9% fra afsenderenden til modtagerenden.

Konti-Skan

Forbindelsen til Sverige består af to jævnstrømskabler med en samlet kapacitet på 740 MW. NTC-kapaciteten er i begge retninger 715 MW. Forskellen skyldes dækning af nettab.

Jylland-Tyskland

Forbindelsen til Tyskland består af fire vekselstrømsforbindelser³ med en samlet kapacitet på 2500 MW. Efter udvidelse i 2020 er NTC i dag 2500 MW i begge retninger. Som den eneste er der på denne forbindelse indgået en aftale om minimumstilgængelighed i markedet. I aftaleperioden, der rækker fra 2019 til og med 2027, tages derfor højde for denne nedre grænse i markedssimuleringer, men ikke som en erstatning for NTC i analyseforudsætningerne, som fortsat udgør den maksimale handelskapacitet⁴.

Den tilgængelige eksportkapacitet i day-ahead markedet 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

³ To 400 kV forbindelser og to 220 kV forbindelser.

⁴ <https://en.energinet.dk/About-our-news/News/2019/01/21/guaranteeing-minimum>.



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 fremtidige tilgængelige kapacitet. 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.

NTC forventes at blive øget til 3.500 MW ultimo 2023 og frem i begge retninger. Den gradvise forøgelse på grænsen i 2020 og 2023 skyldes udskiftning af 220 kV-forbindelserne til 400 kV samt forstærkning af nettet både syd og nord for grænsen.

COBRA

Forbindelsen til Nederlandene består af et jævnstrømskabel med en kapacitet på 700 MW. Forbindelsen er idriftsat i 2019. NTC er på 700 MW i begge retninger.

Viking Link

Den kommende forbindelse til England kommer til at bestå af to jævnstrømsforbindelser med en samlet kapacitet på 1.400 MW. Forbindelsen forventes i drift fra 2024. NTC forventes at være på 1.400 MW i begge retninger.

Forbindelser fra Østdanmark (DK2)

Øresund

Forbindelsen til Sverige består af seks vekselstrømsforbindelser. NTC eksportkapaciteten er i dag på 1.700 MW, mens NTC importkapaciteten er på 1.300 MW. Den indmeldte kapacitet på en forbindelse skal kunne opretholdes ved 1. fejl og med den nuværende mængde af reserver samt benyttelse af systemværn kan Energinet tillade en større eksport end import.

Kontek

Forbindelsen til Tyskland består af et jævnstrømskabel med en kapacitet på 600 MW. NTC eksportkapaciteten er i dag på 585 MW, mens NTC importkapaciteten er på 600 MW. Forskellen skyldes dækning af nettab, der altid købes i DK2.

Kriegers Flak

Forbindelsen til Tyskland via havmølleparken ved Kriegers Flak består af et jævnstrømskabel med en kapacitet på 400 MW mellem den danske vindmøllepark på Kriegers Flak og de tyske vindmølleparker. Forbindelsen blev idriftsat i 2020 og har altså første hele driftsår i 2021. Ilandføringskablet fra den danske vindmøllepark er på 600MW. Selve udlandsforbindelsen har en kapacitet på 400 MW i begge retninger, men er begrænset af den til enhver tid værende elproduktion fra Kriegers Flak havmølleparken.

Storebæltsforbindelsen

Vest- og Østdanmark er forbundet med en jævnstrømsforbindelse, Storebæltsforbindelsen, på 600 MW. 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. NTC-kapaciteten fra Vest- (DK1) til Østdanmark (DK2) er 590 MW, og i modsat retning er NTC kapaciteten 600 MW. Forskellen skyldes dækning af nettab, der altid købes i DK1.

Forbindelser ved etablering af energioer

Analyseforudsætningerne indeholder bedste bud for udviklingen med den viden Energistyrelsen pt. har og under hensyn til politiske mål og aftaler. Det er med klimaaftalen af 22. juni 2020 besluttet, at der skal opføres to energioer på 2 GW ved Bornholm og i første omgang 3 GW i Nordsøen. Udlandsforbindelserne indgår i analyseforudsætningerne, selvom det endnu ikke er besluttet, hvilke lande energioerne skal forbindes til og med hvilke overføringskapaciteter. På den baggrund antages det, at energioerne forbindes med Tyskland og Nederlandene. Samtidig antages en 50/50 kapacitetsfordeling mellem energioerne og de to lande. Det betyder, at de 2 GW ved Bornholm antages forbundet med Sjælland (DK2) og Tyskland med et centralt skøn på 1 GW fra Bornholm til Sjælland (DK2) og 1 GW fra Bornholm til Tyskland. De 3 GW i Nordsøen antages forbundet med Jylland (DK1) og Nederlandene med et centralt skøn på 1,5 GW fra energioen i Nordsøen til Jylland (DK1) og 1,5 GW fra energioen i Nordsøen til Nederlandene.

I Tillæg til klimaafale om energi og industri af 22. juni 2020 vedr. Ejerskab og konstruktion af energioer mv. fra 4. februar 2021 beskrives "For Energio Nordsøen noterer aftalekredsen sig, at det i kraft af valget af ejerskab og konstruktionstype og på det foreliggende grundlag vurderes vanskeligt at realisere øen før 2033, men dette søges optimeret". På baggrund af dette forventes forbindelserne udbygget med energioen i Nordsøen i AF21 at være i drift primo 2032, men antagelserne herom kan varieres fx såfremt det er relevant for Energinet at afsøge mulighederne for etablering af forbindelserne tidligere. For energioen ved Bornholm forventes forbindelserne i AF21 tilsvarende at være i drift primo 2029.

Usikkerhed

Som før nævnt anbefaler Energistyrelsen, at Energinet supplerer AF21 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 som nævnt endnu ikke er indgået aftaler om udlandsforbindelser fra energioerne vil Energinet i den videre anvendelse af AF21 kunne analysere forskellige scenarier for bl.a. årstal for etablering, kapacitetsfordeling og tilslutningslande.

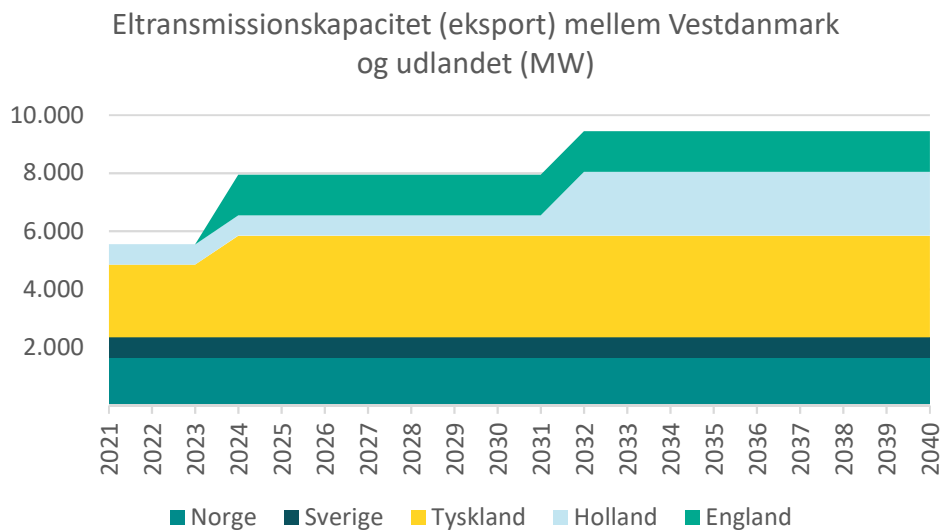
I Klimaafalen for energi og industri af 22. juni 2020 fremgår det, at etableringen af energioerne er betinget af, at projekterne er rentable. For at Energinet kan analysere samlede konsekvenser for infrastruktur og forsyningssikkerhed, er det

derfor nødvendigt at supplere AF21 med følsomhedsberegninger. Disse følsomhedsberegninger skal skabe øget transparens ved at Energinet kan tydeliggøre energiernes mulige betydning ift. behov i det interne net samt ift. effekttilstrækkeligheden i Danmark.

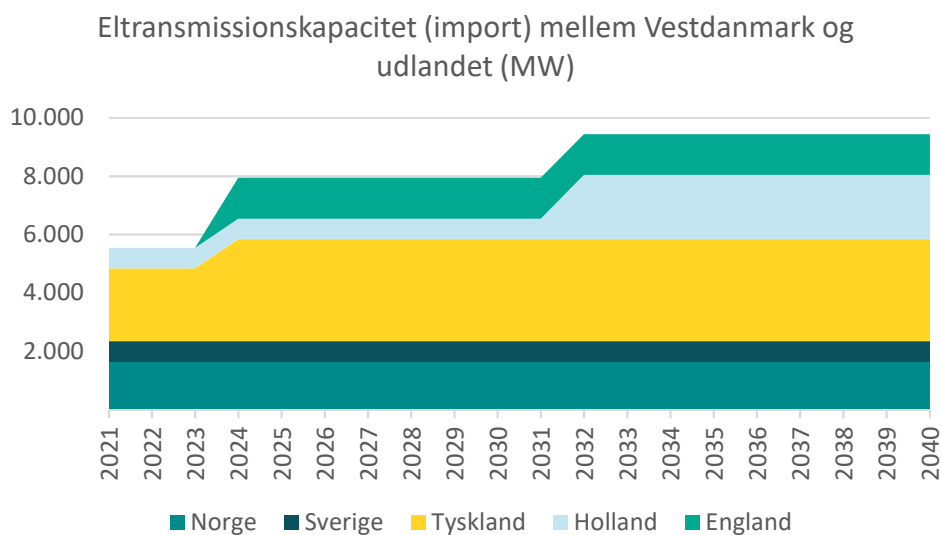
Ændringer i forhold til AF20

Metoden i AF21 er grundlæggende den samme som i AF20 og fra 2021 og frem er forudsætningerne identiske med undtagelse af udlandsforbindelser relateret til energiøerne, da energiøen i Nordsøen udskydes til idriftsættelse i primo 2032.

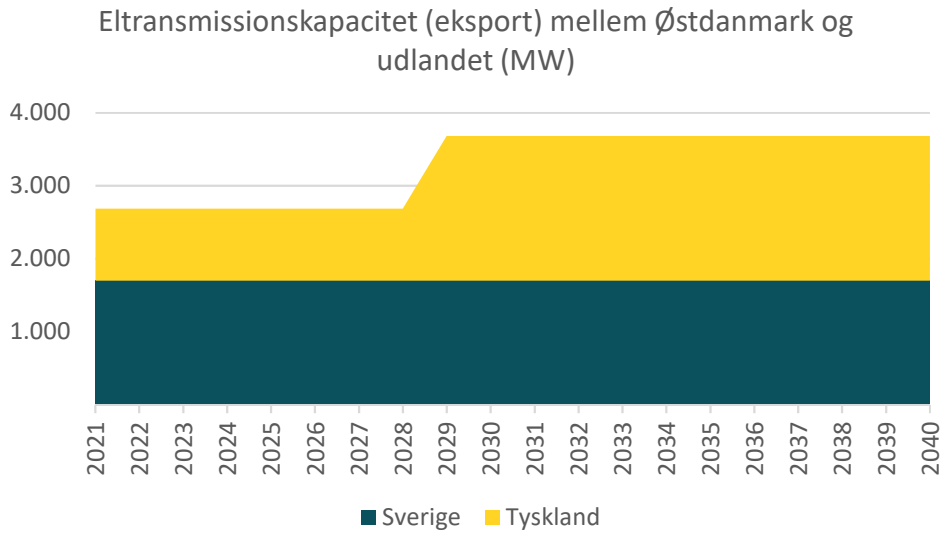
Bilag 1: Udvikling i eltransmissionkapacitet fordelt på forbindelser



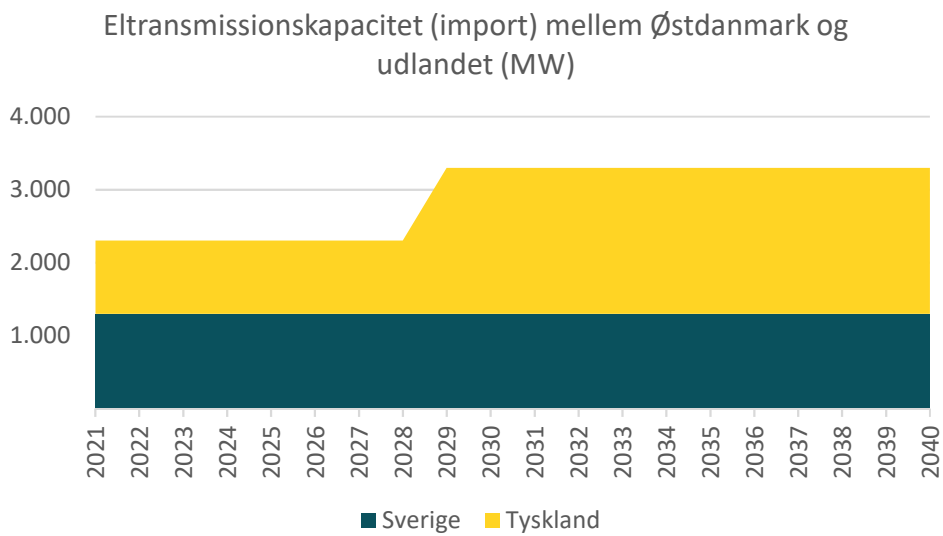
Figur 2: Eksportkapacitet fra Vestdanmark (DK1) til udlandet (MW).



Figur 3: Importkapacitet fra Vestdanmark (DK1) til udlandet (MW).



Figur 4: Eksportkapacitet fra Østdanmark (DK2) til udlandet (MW).



Figur 5: Importkapacitet fra Østdanmark (DK2) til udlandet (MW).