



ENERGINET

LANGSIGTEDE UDVIKLINGSBEHOV I ELNETTET

Energinets langsigtede udviklingsplan 2022 –
Behovsanalyse

INDHOLD

Behovsanalyse: Grøn omstilling kræver nye tiltag og dialog.....	3
Samfundets behov i centrum for grøn omstilling.....	4
Der er behov for at udvikle elsystemet.....	5
Energisystemets nye spillere og sektorkobling.....	6
Usikkerheder.....	7
Overbelastning af elnettet medfører behov for nye tiltag.....	8
Aldrende elnet medfører markant reinvesteringsbehov.....	9
Tema: Samspil mellem el og gas kan øge integration af grøn energi.....	10
Behovsanalysen er grundlaget for videre arbejde med løsninger.....	11

Behov for nye tiltag i områder

Hvilke udfald kan vi forvente og hvad kan påvirke dem?	13
Vestjylland.....	14
Nordjylland.....	15
Østjylland.....	16
Horsens og Trekantområdet.....	17
Fyn.....	18
Syddjylland.....	19
Sydsjælland og Lolland-Falster.....	20
Midt- og Vestsjælland.....	21
Nordsjælland	22
Københavnsområdet	23

Bilag

Hvad arbejder vi på lige nu?.....	25
Ordforklaringer.....	26

LANGSIGTEDE UDVIKLINGSBEHOV I ELNETTET

Denne rapport giver et bud på de fremtidige behov for tiltag i elnettet frem mod 2040.

Formålet er at skabe et transparent indblik i planlægningsarbejdet som et udgangspunkt for dialog om de løsninger, der undersøges og i sidste ende vælges til at bane vejen for en effektiv grøn omstilling.

BEHOVSANALYSE: GRØN OMSTILLING KRÆVER NYE TILTAG OG DIALOG

Behovsanalysen giver et bud på de **fremtidige behov for nye tiltag i elsystemet frem mod 2040**, der skal sikre en fortsat høj – og grøn – forsynings sikkerhed til danskerne. Sammen med arbejdet med løsninger skal behovsanalysen medvirke til, at det sker så omkostningseffektivt som muligt.

Vi ser nemlig ind i store forandringer i vores energilandskab, som vil ændre sig markant de kommende årtier – drevet af den grønne omstilling og den danske klimamålsætning om 70 pct reduktion af CO₂-udledningen i 2030 og klimaneutralitet i 2050.

Der vil være behov for at transportere langt mere energi i elsystemet som følge af en betydelig stigning i produktion af vedvarende energi langt fra forbrugerne, som til gengæld skal bruge større mængder af energi til varmepumper, elbiler osv.

Behovsanalyse skal danne grundlag for dialog og gode løsninger

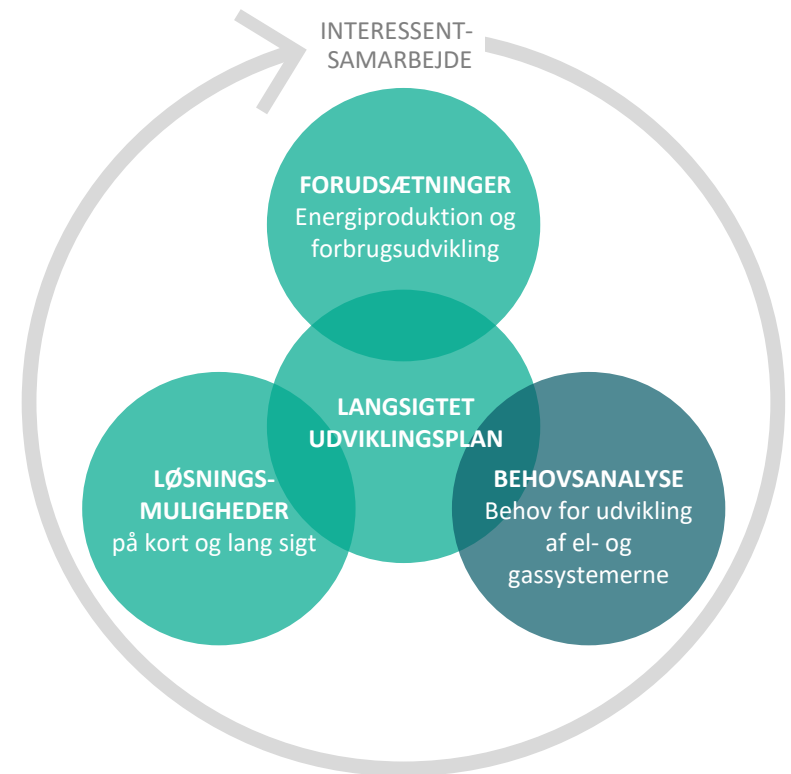
Tæt dialog på tværs af samfundet og interessenter er et af de vigtigste succeskriterier, hvis vi skal lykkes med en effektiv og forsynings sikker grøn omstilling af vores energisystem. Denne behovsanalyse skal derfor også udgøre et kvalificeret grundlag for den dialog, der skal medvirke til, at vi sammen navigerer bedst muligt mod gode fremtidssikre løsninger.

Hvordan har vi foretaget vores beregninger?

Vi baserer vores beregningsmodeller og analyser på Energistyrelsens analyseforudsætninger til Energinet fra 2020 (AF20). Analyseforudsætningerne giver et bud på udviklingen i forbrug og produktion for gas og el, og er udarbejdet i tråd med de politiske målsætninger.

Hvor kan du læse mere?

- Se baggrundsmateriale for behovsanalysen: www.energinet.dk/el-baggrund2021
- Behovsanalysen danner udgangspunkt for de fremtidige løsningsmuligheder, som du finder her: www.energinet.dk/el-losninger2021



En vigtig del af det store billede: Energinets langsigtede udviklingsplan

Med afsæt i de forudsætninger vi opererer ud fra, danner behovsanalysen grundlag for investeringsbeslutninger og dermed de løsninger, der skal sikre en høj forsynings sikkerhed – også i fremtiden. Da vi opererer med mange ubekendte, er det en iterativ proces, hvor vi reviderer og opdaterer vores planer undervejs, hvis forudsætningerne ændrer sig, og der opstår nye behov.

SAMFUNDETS BEHOV I CENTRUM FOR GRØN OMSTILLING

I Energinet arbejder vi for at omstille el- og gassystemerne til at levere grøn energi, samtidig med vi opretholder en høj forsyningsikkerhed og sikrer, at det er til at betale for forbrugere og samfund. Det kaldes energiens trilemma og er vores kerneopgave.

Behovsanalysen skal være med til at sikre, at vi følger udviklingen og dermed forsat har samfundets behov i centrum, når vi planlægger og træffer investeringsbeslutninger. Tre ting vil i særlig grad få indflydelse på vores opgave; hastighed, grøn energi og eksisterende systemer.

Hastighed

Med ambitiøse politiske klimamålsætninger og en udvikling, der i stadig højere grad drives af markeds kræfterne, bliver det tydeligt, at der i den kommende tid vil være fart på den grønne omstilling.

Den markedsbaserede udvikling medfører en højere grad af uforudsigelighed. I hvilke områder vinder fx biogas og solceller i særlig grad frem, og hvor opstår der behov for udvikling af systemerne? Uforudsigeligheden påvirker Energinets planlægning.

Gode løsninger kræver rettidig planlægning, da vi opererer med komplekse processer – og der er brug for at tage kalkulerede risici, så Energinet ikke kommer på bagkant af udviklingsbehovene. Vi er afhængige af dialog med omverdenen for at kunne lykkes.

Grøn energi

Produktion og forbrug af vedvarende energi vil vokse markant frem mod Danmarks målsætning om klimaneutralitet. Det stiller nye krav til el- og gassystemerne. Det handler blandt andet om at binde det nye grønne forbrug sammen med den grønne

produktion, da der ofte er en geografisk adskillelse af disse. Det skal ske samtidig med, at vi opretholder den høje forsyningsikkerhed.

Udviklingen i Power-to-X-teknologier åbner for, at el- og gassystemerne i højere grad kan understøtte hinanden i den grønne omstilling.

Eksisterende systemer

Samtidig med at den grønne omstilling kræver udvikling af el- og gasnettet, skal de eksisterende systemer tilpasses og vedligeholdes under hensyntagen til samfundet og vores kunder. Det kunne være at reducere de visuelle gener fra et anlæg eller udskifte komponenter, hvis levetid er udtjent. Eller tilpasse gasinfrastrukturen for at tage hensyn til øvrig udvikling i samfundet, fx i forbindelse med etablering af en ny jernbane.



HASTIGHED OG
UFORUDSIGELIGHED
KRÆVER NYE TILGANGE



GRØN ENERGI
PRODUKTION OG GRØNT
FORBRUG SKAL BINDES
SAMMEN



EKSISTERENDE
SYSTEMER SKAL
LØBENDE TILPASSES

DER ER BEHOV FOR AT UDVIKLE ELSYSTEMET

Der er behov for nye tiltag, hvis elnettet skal understøtte udviklingen hele vejen frem mod et klimaneutralt samfund i 2050. Forandringer, forstærkninger og udbygninger er ikke bare vigtige – de er nødvendige. Desuden skal vi sikre både sikker drift og høj forsyningsikkerhed i det eksisterende elnet. Tre ting vil få særlig indflydelse på vores opgave.



HASTIGHED

Der er stor interesse for at opstille især store solcelleanlæg over hele landet. De kan etableres uden tilskud og med stor hastighed – og det, kombineret med store usikkerheder om størrelse og placering af de enkelte anlæg, stiller nye krav til Energinets planlægning.

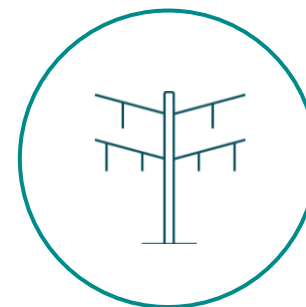
Desuden vil store projekter som energigøer og Power-to-X-anlæg få stor indflydelse på fremtidens elnet. Placeringen af de store nye anlæg – og hvordan de skal integreres med vores samlede energisystem, er fortsat usikkert. Det øger behovet for strategiske valg på et usikkert grundlag.



GRØN ENERGI

Mere (grøn) strøm i vores elnet betyder et større behov for at transportere den fra produktionen til forbruget. Faktisk imødeser vi en tredobling af sol- og vindproduktionskapaciteten frem mod 2040. Samtidig vil vi opleve en markant stigning i elforbruget på grund af den øgede elektrificering af el-, varme- og transportsektoren.

Udbygningen med sol og vind sker ofte i tyndt befolkede områder, hvor der er plads til anlæggene. Forbruget vokser derimod ofte i og omkring de store byer. Det er en af de helt store drivere for udvikling af elnettet, når det nye forbrug og produktion skal bindes sammen.



EKSISTERENDE SYSTEMER

Store dele af det danske elnet står over for et reinvesteringsbehov i de kommende år. Disse behov skal prioriteres og koordineres med de øvrige behov med henblik på at finde de optimale løsninger. Samtidig skal der hele tiden opretholdes en sikker drift af systemet med høj forsyningsikkerhed. Der kan blive behov for afhjælpende tiltag for at kunne gennemføre de mest systemkritiske reinvesteringer.

Energinet arbejder løbende for at reducere de visuelle påvirkninger af vores anlæg. Det indebærer fx udvalgte forskønnelsesprojekter og kabellægning af nogle luftledninger, når de står over for reinvestering.

ENERGISYSTEMETS NYE SPILLERE OG SEKTORKOBLING

Målet er et klimaneutralt samfund

Folketinget vedtog i 2019 en klimalov med målsætning om 70 pct. reduktion af de danske udledninger af klimagasser i 2030. Sammen med målet om netto-0 udledning i 2050 dannes hermed et overordnet pejlemærke for udviklingen af energisystemet. I løbet af 2020 og 2021 er der løbende fulgt op på målsætningerne. Blandt andet tager klimaaftalen på energiområdet fra juni 2020 skridt i retning af at konkretisere, hvordan målsætningerne indfries.

Mindre forudsigelig udvikling

Det står klart, at energisystemet står over for en transformation for at indfri de politiske målsætninger. Men hvordan vil udviklingen forløbe?

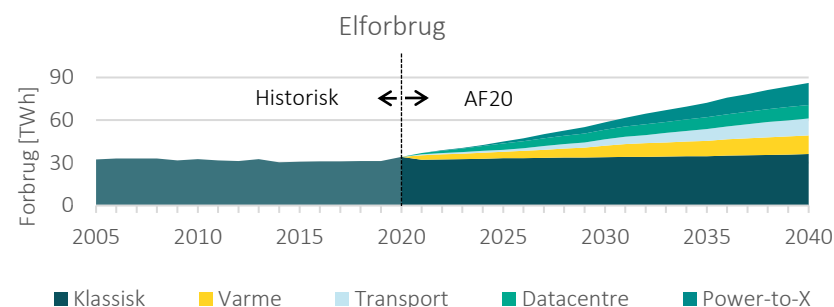
Hvert år udarbejder Energistyrelsen fremskrivninger af nøgletal for det danske energisystem – kaldet Analyseforudsætningerne (AF). De blev senest udgivet i august 2020 og beskriver en sandsynlig udvikling af energisystemet de kommende 20 år, der ligger i tråd med gældende politiske målsætninger.

AF20 udgør det primære grundlag for Energinets arbejde. Den hastige og mindre forudsigelige udvikling betyder dog, at vi må tage højde for en række usikkerheder. Fx er hastigheden for udbygningen og placering af Power-to-X-anlæg vanskelig at forudse, og regeringen arbejder p.t. med en strategi for Power-to-X i Danmark. Resultatet af strategien kan betyde en ændret retning for udviklingen. Power-to-X-anlæg kan være så store, at et enkelt anlæg i sig selv kan være en gamechanger for de behov, vi ser ind i.

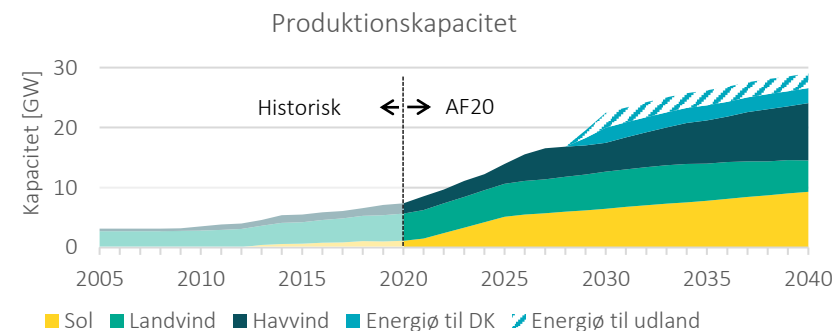
Energier, Power-to-X og sektorkobling får vigtige roller

I AF20 er nye spillere i energisystemet – energier og Power-to-X - for første gang behandlet. Der er bred enighed om, at disse nye teknologier har store potentialer og vil spille en rolle i fremtidens energisystem, men det er også teknologier, der er forbundet med mange ubekendte. For Power-to-X er vigtige detaljer om eksempelvis anlæggenes konkrete placering og slutproduktet uafklarede. Selvom Energinet kan påvirke mange af disse faktorer, træffes de endelige beslutninger af andre – det er dog afgørende for Energinets arbejde.

Sideløbende med at nye spillere dukker op, er sektorkobling kommet på dagsordenen. Også her er der i dag bred enighed om at samspil mellem el-, gas- og varmesektorerne er afgørende for en effektiv omstilling af energisystemet. Som transmissionsoperatør for både el og gas i Danmark arbejder Energinet for at binde systemerne tættere sammen.



Både direkte og indirekte elektrificering forventes at spille en afgørende rolle i opnåelsen af reduktionsmålene. Elforbruget vil derfor stige – og forventes mere end fordoblet frem mod 2040.



Der forventes en stigende grad af geografisk adskillelse mellem elforbrug og elproduktion, i takt med at en stor andel af den eksisterende termiske produktionskapacitet lukkes og erstattes af VE-kapacitet. Særligt forventes en markant forøgelse af sol- og havvindsbaseret produktionskapacitet. I tiden frem mod 2040 forventes begge mere end 8-doblet.

USIKKERHEDER

Energistyrelsens Analyseforudsætninger (AF) er det primære grundlag for Energinets arbejde og denne behovsanalyse. AF repræsenterer én af mange mulige veje mod de politiske målsætninger.

Selvom AF udgør et bedste bud, er der betydelig usikkerhed om den præcise retning, udviklingen vil gå. Det handler både om hastighed, mængden af vedvarende energi, der skal transporteres – og den geografiske fordeling.

Til højre præsenteres udvalgte eksempler på disse usikkerheder, som kan have stor indflydelse på de behov, Energinet ser ind i.



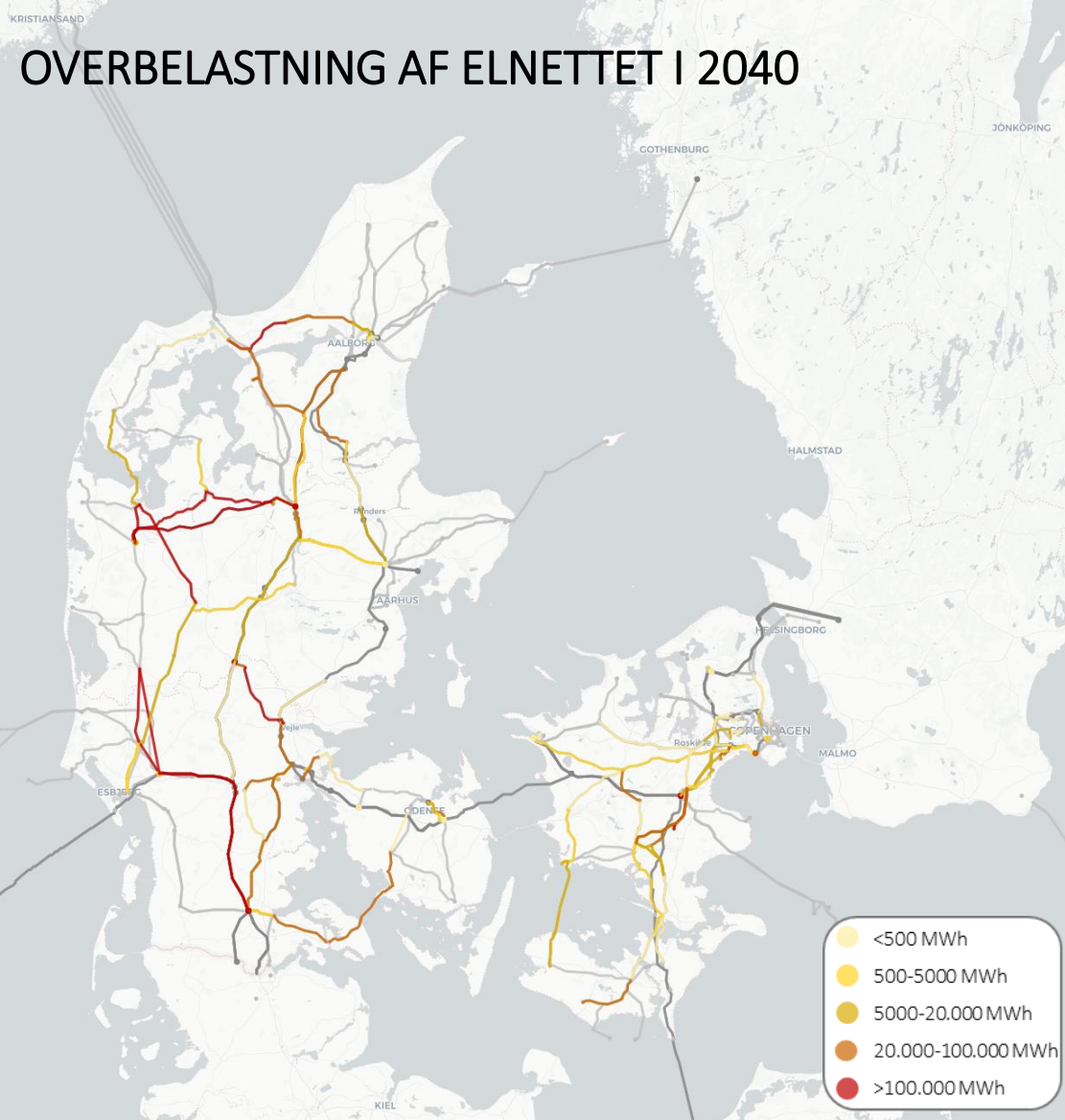
NYE GRØNNE ENERGIKILDER

Både tilslutning af energiøer og store PtX-anlæg er eksempler på store enkeltenheder, der hver især kan være en gamechanger for elnettet. Det vil derfor være afgørende, hvor og hvordan disse enheder indpasses i elnettet.



SAMPLACERING AF FORBRUG OG PRODUKTION

Det vil være afgørende for behovet for at transportere strøm, om ny VE-produktionskapacitet placeres i nærheden af eksisterende og nyt elforbrug. Eller omvendt; om nye forbrugsanlæg placerer sig i nærheden af store VE-anlæg.



OVERBELASTNINGSENERGI

Kortet viser den energimængde, der skal aflastes på en forbindelse, hvis der ikke tages andre tiltag i brug. Den bestemmes ved hjælp af simuleringer af el-spotmarkedet over et år. Energimængden vil være større, hvis overbelastningen forekommer hyppigt, eller hvis komponenten overfører meget energi.

OVERBELASTNING AF ELNETTET MEDFØRER BEHOV FOR NYE TILTAG

Med den forudsatte udvikling i fx forbrug og produktion kan gives et bedste bud på behov for nye tiltag i elnettet som følge af den grønne omstilling. Behov skal her forstås som overbelastninger i elnettet som følge af, at den eksisterende kapacitet ikke er tilstrækkelig til at transportere den energi igennem systemet, som analyserne fortæller, der vil være behov for. Der er store geografiske forskelle på, hvor markante behovene er og hvilken udvikling, der driver dem.

Vedvarende energi skal transporteres til forbrugssted

I nogle områder af landet produceres der allerede i dag mere strøm, end der forbruges. Det skaber et behov for at få den overskydende strøm ud af området og hen til forbrugere – eller vi kan eksportere den. Denne tendens forventes at stige over tid, idet VE-anlæg typisk opstilles i områder med lavt forbrug. Det gør sig eksempelvis gældende for områderne Lolland-Falster, Sydsjælland, Vest- og Nordjylland. I store dele af landet gælder det, at der er stor interesse for at opstille især solcelleanlæg, hvilket kan medføre større behov, end analyserne her viser.

Fortsat høj forsyningsikkerhed til forbrugere

Stigende forbrug medfører behov for at få mere strøm frem til forbrugerne. Der skal være strøm i stikkontakten, når elbilen skal oplades, eller huset varmes op. Derudover forventes markante stigninger i elforbruget fra teknologier, der har potentiale til at bidrage med fleksibilitet i elsystemet. Det gælder fx elkedler og varmepumper i fjernvarmesektoren og PtX-anlæg.

Det vil især være i de tætbefolkede områder, at det stigende forbrug er bestemmende for behovene for udvikling af elnettet. Det gælder fx områderne omkring de store byer København, Aarhus og Odense, den jyske østkyst og Trekantområdet. Der er potentiale for større forbrugsstigninger i flere dele af landet, end det er forudsat i analyserne her. Hvis flere af disse potentialer realiseres, kan det medføre større behov, end analyserne her viser.

ALDRENDE ELNET MEDFØRER MARKANT REINVESTERINGSBEHOV

Hovedparten af det danske elnet er etableret i anden halvdel af 1900-tallet. Basislevetiden for størstedelen af højspændingskomponenterne er ca. 40 år. Derfor er det naturligt, at store dele af eltransmissionsnettet i dag står over for et større reinvesteringsbehov. På kortet herunder er angivet de komponenter, der skal reinvesteres inden for de kommende ca. 10 år. Behovet er opgjort ud fra tilstandsvurderinger af de enkelte anlæg.



KABELLÆGNING AF LUFTLEDNINGER

Der er afsat en pulje penge til kabellægning af 132 kV- og 150 kV-luftledninger. Puljen skal udmøntes ved at kabellægge, når forbindelserne alligevel skulle have været reinvesteret. På den måde får vi som samfund mest kabellægning for pengene.

SYSTEMKRITISKE REINVESTERINGER

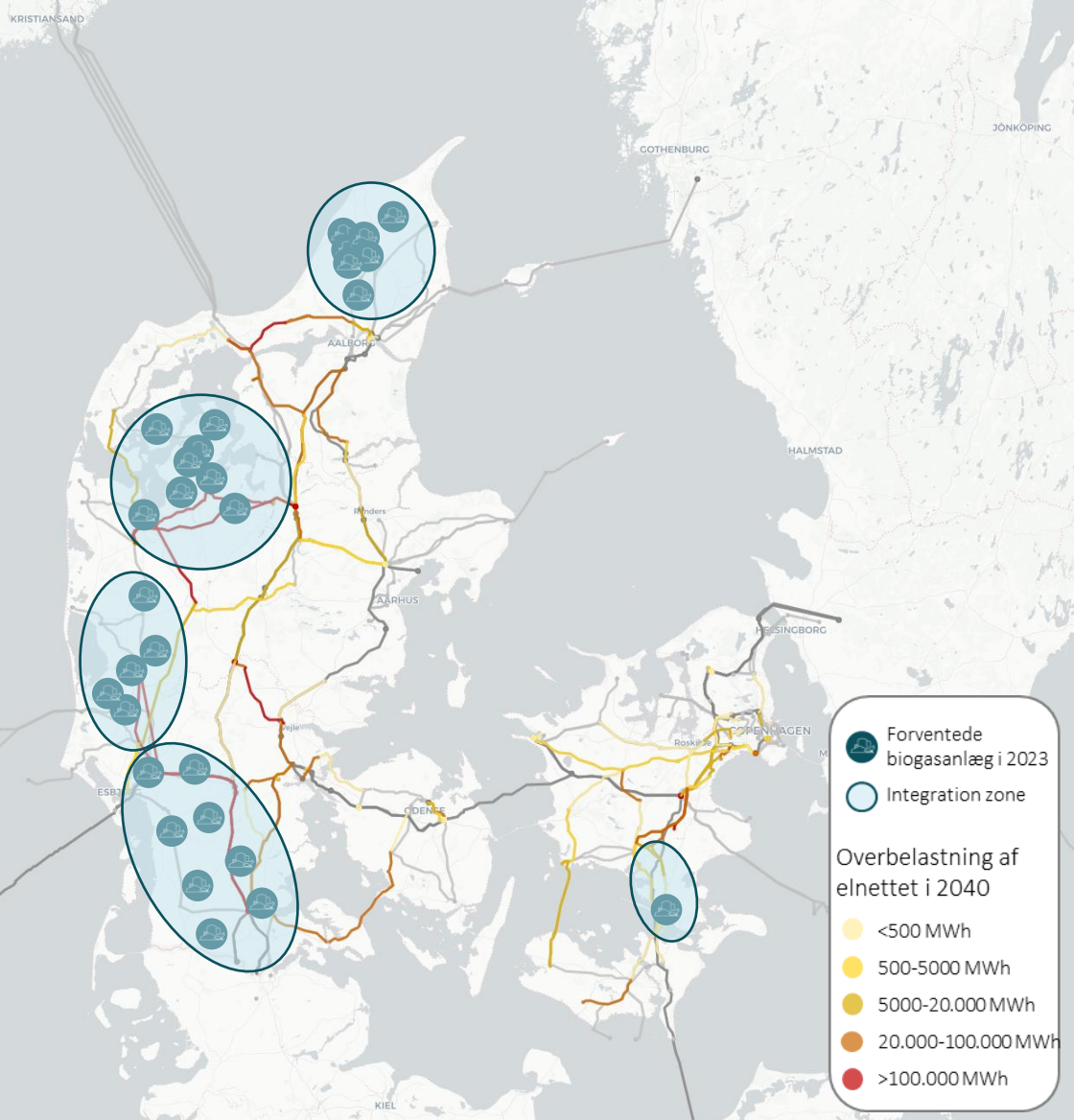
En større del af de kommende reinvesteringer i 400 kV-nettet er systemkritiske reinvesteringer. Det betyder, når forbindelsen eller transformeren tages ud af drift for at kunne reinvestere den, har det en stor betydning for forsyningsikkerheden.

For at reducere denne risiko kan der være behov for at gennemføre afhjælpende tiltag, inden de systemkritiske reinvesteringer kan gennemføres.

Afhjælpende tiltag kan eksempelvis være investeringer i netudbygning og/eller nedreguleringer af markedet.

KOORDINERING PÅ TVÆRS AF BEHOV

Den store reinvesteringsportefølje skal koordineres med øvrige behov i systemet. Det kan fx være, at man i forbindelse med en reinvestering kan øge kapaciteten på en komponent, hvis der forventes et øget behov for at transportere strøm igennem den i fremtiden.



METANISERING AF BIOGAS

En proces hvor separeret CO₂ fra biogas kombineres med brint til en syntetisk biogas. Giver mulighed for at øge produktionen af grøn gas med 70 pct., da biogas indeholder omtrent 35 pct. CO₂. CO₂ fra biogas er et restprodukt fra processen under opgradering af biogas til naturgaskvalitet. CO₂ fra biogas anses dermed som en lettilgængelig kulstofkilde.

TEMA: SAMSPIL MELLEM EL OG GAS KAN ØGE INTEGRATION AF GRØN ENERGI

Sektorkobling bliver et vigtigt element for at nå i mål med den grønne omstilling. Energinet arbejder løbende på at undersøge og understøtte muligheder for sektorkobling. På denne side præsenteres et eksempel på, hvordan el- og gassystemerne kan understøtte hinanden i forbindelse med metanisering.

Metanisering af biogas kan aflaste dele af elsystemet med overskud af grøn strøm

Frem mod 2040 forventes dele af eltransmissionssystemet at blive betydeligt overbelastet som en konsekvens af stigende produktion af grøn strøm, der ikke til fulde kan forbruges i det område, den produceres. I flere af disse områder ses også en betydelig biogasproduktion. Metanisering kan i de områder bidrage til at integrere grøn strøm ved at øge elforbruget.

Ud fra forventningerne i AF20 til mængden af grøn gas i 2030 vil metanisering kunne aftage op til 2,8 TWh el på landsplan. Potentialet er dog langt større, særligt i landsdelene med stor produktion af grøn strøm, hvor metanisering kan skabe et behov på op til 7 TWh el i 2030. Det svarer til 20-30 pct. af den samlede produktion af grøn strøm i de angivne områder. Udnyttelsen af potentialet for aftag af grøn strøm vil afhænge af, hvor udbredt metanisering bliver. Potentialet forventes større frem mod 2040.

Grøn gas potentiale kan udnytte både el- og gassystemet

Metanisering af CO₂ udgør et stort potentiale for at øge mængden af grøn gas uden et behov for flere biogasanlæg eller brug af biomasse. Øgede mængder af grøn gas som konsekvens af metanisering, vil dog kunne skabe behov for tilpasninger i den eksisterende gasinfrastruktur. Potentialet for metaniseret biogas er op til 4,2 TWh i landsdele med forventninger til størst produktion af grøn strøm. Det svarer til, at gassystemet får 40-45 pct. mere grøn gas i 2030 end hidtil antaget i AF20.

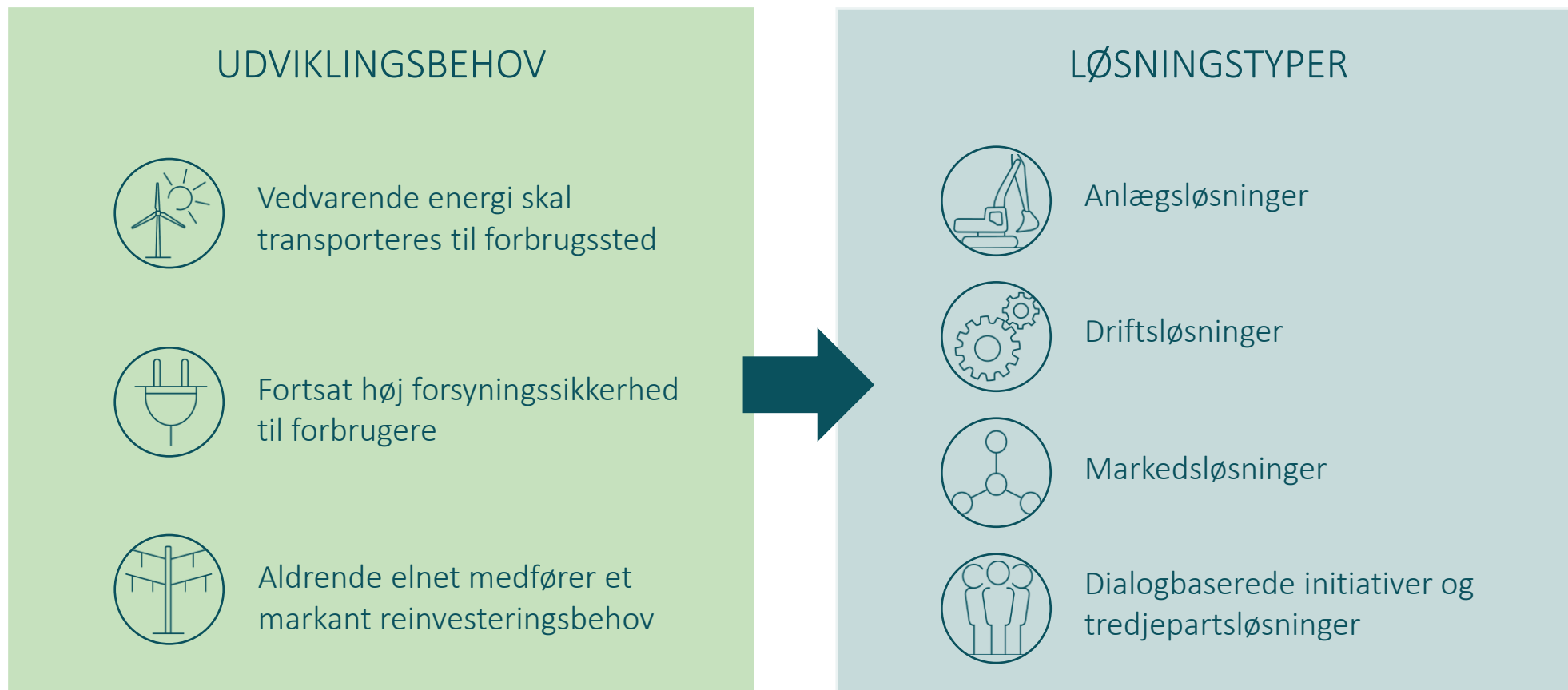
Metanisering kan ændre gasforsyningsmønstret

Med metanisering skal gassystemet være forberedt på en mere fluktuerende grøn gasforsyning, der vil have perioder med høje forsyningsniveauer som konsekvens af en brint forsyning, der afhænger af fordelagtig elpriser. De lave elpriser forekommer typisk ved høj VE-elproduktion, hvor elsystemet i områderne netop har brug for at blive aflastet.

Analysen viser, at de høje forsyningsniveauer vil primært forekomme uden for sommermånederne hvor gasforbruget er lavt. Det er med til at sikre, at lokale gasdistributionsnet ikke kommer i ubalance om sommeren, og grøn strøm kan integreres i gassystemet om vinteren, hvor gasforbruget er højt.

BEHOVSANALYSEN ER GRUNDLAGET FOR VIDERE ARBEJDE MED LØSNINGER

Denne behovsanalyse bidrager med overblik over de udfordringer og behov, vi ser ind. Energinet arbejder løbende med flere typer af løsninger, der understøtter elnettets udviklingsbehov i en fremtid med fluktuerende energikilder som sol og vind. Nedenfor til højre finder du de fire hovedkategorier af løsninger, vi arbejder med. Løsningerne beskrives yderligere i Energinets løsningskatalog, som du kan læse mere om her: www.energinet.dk/el-losninger2021. Behovsanalysen og løsningskataloget danner udgangspunkt for en dialog om, hvordan både kendte og nye løsningsmuligheder kan bringes i spil, når de identificerede behov skal løses.



ENERGINET



BEHOV FOR NYE TILTAG I OMRÅDER

Her får du en uddybning af elnettets behov frem mod 2040 fordelt på geografiske områder.

HVILKE UDFALD KAN VI FORVENTE, OG HVAD KAN PÅVIRKE DEM?

På de kommende sider går vi dybere i detaljerne om behov for udvikling af elnettet i forskellige geografiske områder i Danmark. Det primære fokus vil være på de behov, der affødes af den udvikling, som er forudsat i Analyseforudsætningerne 2020, som beskrevet på side 6.

Følsomheder, som i særlig grad kan påvirke udviklingen

Som allerede beskrevet på side 7 er der dog en række usikkerheder forbundet med, hvordan de politiske klimamålsætninger indfries. Derfor undersøges forhold, der på nuværende tidspunkt vurderes særligt aktuelle og afgørende for sammenhængen i det overordnede system. Vi kalder det følsomheder – du kan få mere information om de forhold, vi har undersøgt i faktaboksen nederst.

Følsomhederne anvendes til at udsænde udfaldsrum for behovene forskellige steder. De præsenterede udfaldsrum baserer sig på de analyserede følsomheder og angiver sandsynligvis ikke det fulde potentielle udfaldsrum.

Potentiale til yderligere stigninger i forbrug og produktion

Ud over de følsomheder, der analyseres, er der i stort set hele landet potentiale til yderligere stigning i både forbrug og produktion. Ikke alle potentialerne er afdækket af analyserne, men Energinet håndterer løbende konkrete henvendelser med ønske om tilslutning af nyt forbrug og produktion og vurderer, om det giver anledning til nye behov.

FØLSOMHEDER

- PtX-høj: Et højt udfaldsrum for PtX-udviklingen fra AF20, hvor der frem mod 2040 etableres samlet set 6 GW PtX, hvilket er dobbelt så meget som i AF20.
- +500 MW havvind: 500 MW ekstra havvind på Lolland fra 2030 – indledende vurdering af betydningen af genetablering af havvindmølleparkerne Rødsand og Nysted.
- +1500 MW havvind: 500 MW ekstra havvind på Lolland og 1000 MW ekstra havvind på Sydsjælland fra 2030 – indledende vurdering af betydningen af genetablering af havvindmølleparkerne Rødsand og Nysted samt yderligere kystnære havvindmølleparker i området.
- Energijø tilslutningspunkter: Forskellige variationer på mulige tilslutningspunkter for de to energjøer. Analyserne baserer sig i denne indledende fase på tilslutning i eksisterende stationer. I praksis forventes der at skulle etableres nye stationer grundet pladsbegrænsninger i de eksisterende. I dette materiale undersøges en række forskellige muligheder, men der er mange forhold, der skal afvejes, og der er ikke truffet nogen beslutning om tilslutningspunkter endnu.



VESTJYLLAND: ØGET VE-PRODUKTION FRA BÅDE HAVVIND OG SOL OG VIND PÅ LAND

Vestjylland er et område, hvor der bliver markante behov for nye tiltag. Udviklingen i området bliver præget af en mængde nye anlæg, der producerer vedvarende energi. Det gælder både havvind (havvindmølleparken Thor, de kystnære vindmølleparker Vesterhav Nord og Syd samt en række store havvindmølleparker på den lange bane) og en forventet vækst i store solcelleanlæg.

Lokal overskud af grøn strøm

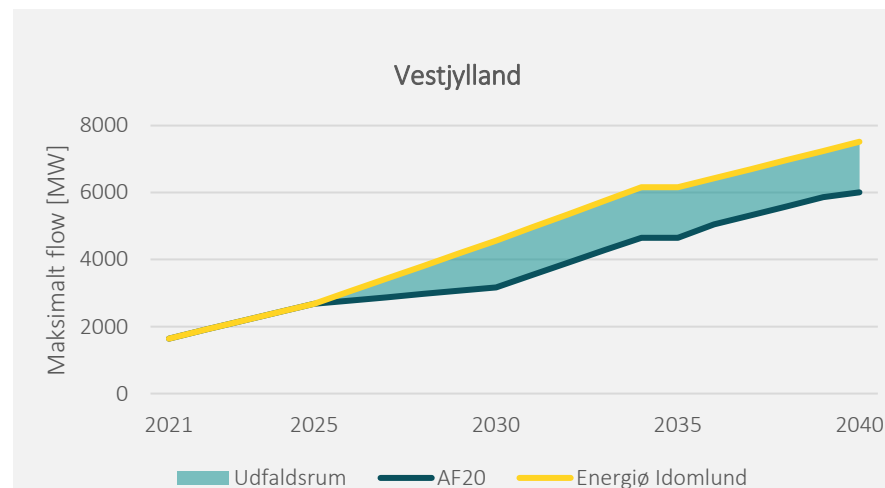
Det vestjyske område bliver dermed et område, hvor produktion af vedvarende energi vil vokse markant, uden at

energiforbruget i området vil vokse tilsvarende meget. Dermed vokser behovet for at udnytte den vedvarende energi til forsyning af forbrugere andre steder, og det nuværende elnet har ikke kapacitet til fremtidens behov. Det maksimale flow af energi ud af området flerdobles fra ca. 1,6 GW i dag til et sted mellem 6 og 7,5 GW i 2040, afhængigt af om energien forudsættes tilsluttet uden for (AF20) eller inden for (Energø Idomlund) det vestjyske område.

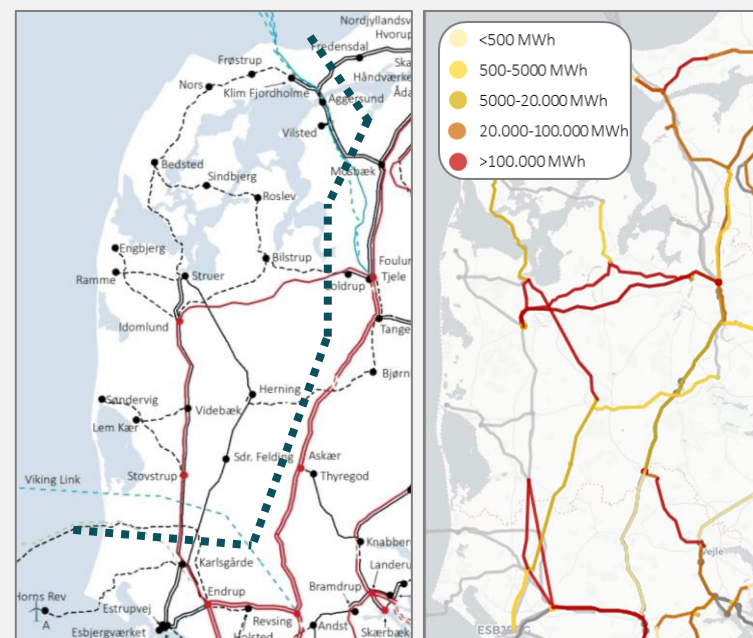
Sol, vind og Power-to-X

Udbygning af landvind og solcelleanlæg vil belaste det nuværende 150 kV-net og medføre behov for tiltag her, mens det især er udbygning med havvind, der vil belaste 400 kV-nettet.

Tilsluttes større mængder PtX eller andet stort forbrug i området kan det, afhængigt af samspillet mellem forbrug og produktion, reducere behovet for at transportere strøm ud af området. Dermed vil det også aflaste elnettet.



Figur 1: Maksimalt flow af elektricitet hen over snittet i Vestjylland tegnet ind på figur 2. Stor vækst i VE-produktion medfører behov for udvikling. Tilsluttes energien i det vestjyske område (Energø Idomlund) stiger behovet for at transportere energi ud af området. Læs mere om AF og øvrige begreber på side 26.



Figur 2: Netreferencen i Vestjylland som er lagt til grund for analyserne (venstre) og overbelastningsenergien i 2040 ud fra AF20 under hensyntagen til N-1 (højre). Læs mere om begreberne på side 26.

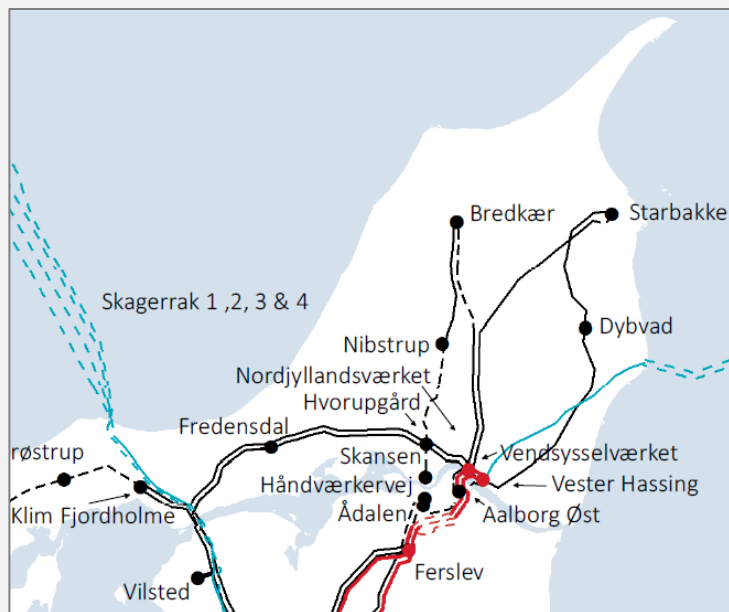
NORDJYLLAND: STIGENDE FORBRUG OG PRODUKTION

I det nordjyske område ser man generelt en større produktion end forbrug. Der forudsættes yderligere tilvækst med solceller løbende frem mod 2040 og en generel tilvækst i det klassiske forbrug.

Den forudsatte udvikling i AF20-analyserne kan i høj grad håndteres inden for det eksisterende net. Som det fremgår af nedenstående figur, ses ingen større overbelastninger, ud over enkelte overbelastninger i nettet mod Aalborg.

Flere projekter kan kræve flere tiltag

Ud over den udvikling, der er forudsat i AF20 analyserne, er der et større potentiale for både flere solceller og mere forbrug. Konkret er der kendskab til potentielle større forbrugsprojekter i området. De omfatter fx datacentre, ladeanlæg til elfærger og andet, som kan medføre behov for tiltag, der ikke er afdækket af denne analyse. Disse tiltag vil blive afdækket, hvis og når de enkelte projekter søsættes.



Figur 3: Netreferencen i Nordjylland som er lagt til grund for analyserne.



Figur 4: Overbelastningsenergien i 2040 ud fra AF20 under hensyntagen til N-1. Læs mere om begreberne på side 26.

ØSTJYLLAND: ØGET VE-PRODUKTION NORD FOR AARHUS OG ØGET ELFORBRUG I AARHUSOMRÅDET

Østjylland er et område, hvor indpasning af øgede mængder af vedvarende energi fra landbaseret sol og vind nord for Aarhus vil være bestemmende for behovene i nettet.

Samtidig vil elektrificeringen i form af elbiler, elektrificering af varmesektoren mv. medføre et øget elforbrug i Aarhusområdet, som også vil medføre overbelastning af elnettet.

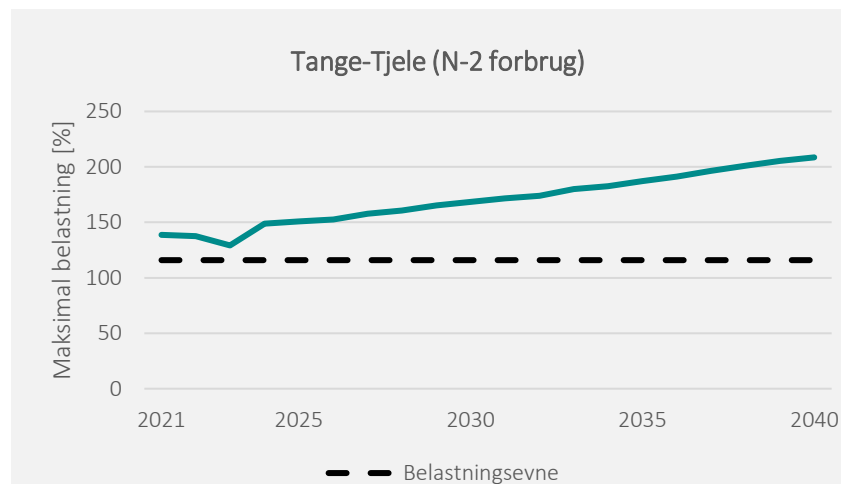
Vedvarende energi nord for Aarhus

I området mellem Aarhus og Aalborg forudsættes en betydelig vækst i vedvarende energi. Det medfører overbelastninger i elnettet, når produktionen skal transporteres enten nord på i retning af Aalborg eller sydpå mod Aarhus. Ud over den udvikling der er forudsat i området, er der især på Djursland en række konkrete potentielle solellep projekter, der kan bidrage yderligere til tilvæksten og dermed øge behovene for udvikling.

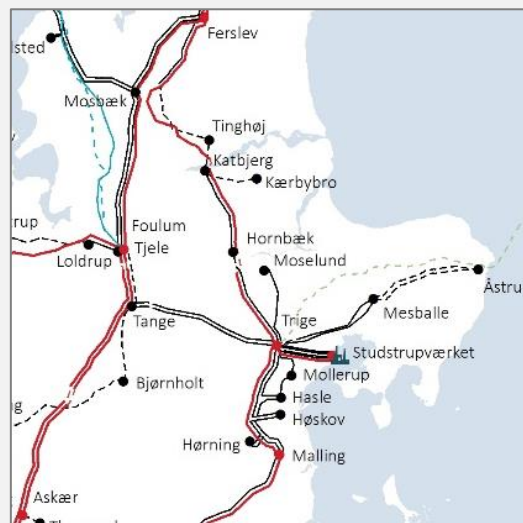
Stigende forbrug i Aarhus området

Området er generelt også præget af stigende forbrug – særligt i Aarhusområdet. Det skaber behov for udvikling af elnettet i området, som fx kan illustreres med belastningen af Tange-Tjele forbindelsen på figur 5. Umiddelbart observeres allerede i dag overbelastninger på forbindelsen når det kommer til forsyning af forbrug. Disse analyser baseres på driftssituationer, der presser nettet lidt mere, end der observeres i dag. Derudover kan der være nogle tiltag i driftsøjeblikket, som ikke er inkluderet i disse analyser. Det vil derfor bero på en nærmere analyse af, hvornår udfordringerne bliver kritiske nok til at give anledning til at iværksætte tiltag til af afhjælpe dem.

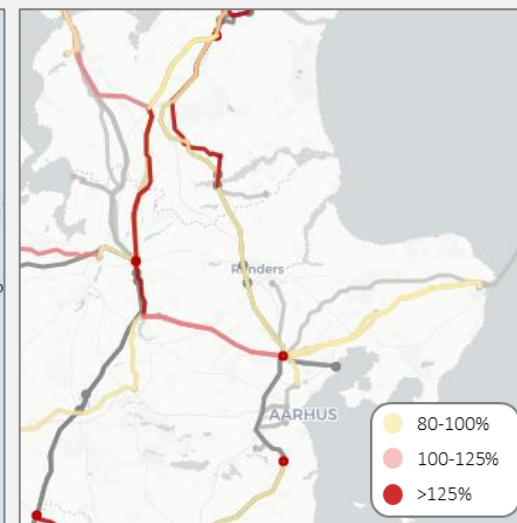
Etablering af PtX i området kan føre til større overbelastninger – det vil dog afhænge af graden af fleksibilitet i driften, disse anlæg har i forhold til elnettet.



Figur 5: Maksimal belastning for 150 kV-forbindelsen Tange-Tjele ved forsyning af forbrug i en N-2 situation. Belastningen sammenholdes med forbindelsens belastningsevne. Belastningen stiger som følge af den øgede elektrificering. Læs mere om AF og øvrige begreber på side 26.



Figur 6: Netreferencen i Østjylland som er lagt til grund for analyserne.



Figur 7: Overbelastninger i 2040 ud fra AF20 med henblik på forsyning af forbrug ved N-2. Læs mere om begreberne på side 26.

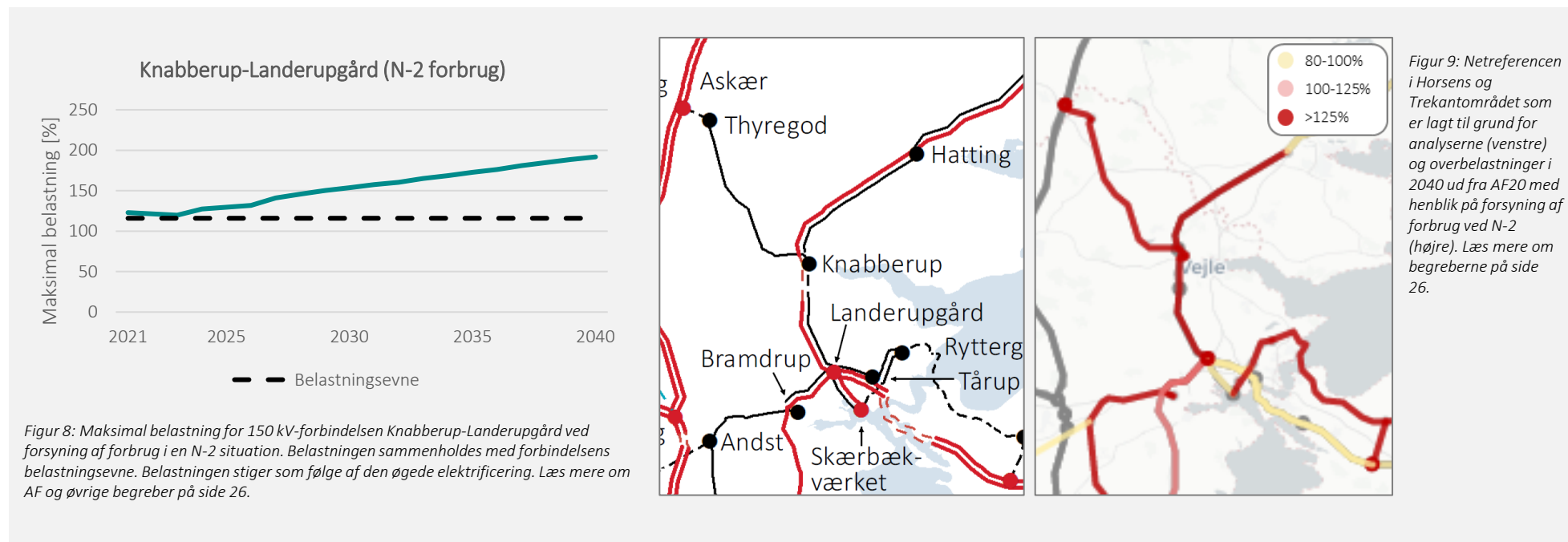
HORSENS OG TREKANTOMRÅDET: ØGET FORBRUG FRA ELEKTRIFICERING OG DATACENTRE

Området omkring Horsens og Trekantområdet er et elforbrugscentrum, og forbruget ventes også at stige fremover. Stigningen i forbruget skyldes generel øget elektrificering og tilslutning af store forbrugere (datacentre og PtX-anlæg) til transmissionsnettet. Der arbejdes på etablering af et PtX-anlæg i Fredericia med en potentiel kapacitet, der er større end forudsat i analyserne. Hvis dette realiseres, kan behovene for udvikling blive større, end analyserne her viser.

Elforbruget i området vokser dermed, uden at produktionen af el fra vedvarende energi i området vokser tilsvarende. Dermed opstår behov for at forsyne området med større mængder strøm fra andre områder – et behov, som det nuværende elnet i området ikke er fuldt ud gearret til at håndtere.

Power-to-X i Trekantområdet

En vigtig pointe vedrørende udviklingen af elektrolyse og Power-to-X i området er, at den faktiske placering af elektrolyseanlæg er af stor betydning for nettets belastning. Derudover er det afgørende, om anlæggene kan tilsluttes med en lavere grad af forsyningsikkerhed som følge af, at et elektrolyseværk kan operere med afbrydeligt forbrug.



FYN: ØGET ELFORBRUG TIL ELEKTRIFICERING

Fyn er et område, hvor der forventes øget elforbrug som i resten af samfundet som følge af elbiler, individuelle varmepumper mv. Herudover forudses også øget elforbrug hos de mange gartnerier i området samt det nye supersygehus, nyt OUH, og udbygningen af Syddansk Universitet. Selv med en markant reduktion i kapaciteten på Fynsværket ses dog også samlet set en stigning i produktionskapaciteten på Fyn som følge af udviklingen i solceller. Der er en række potentielle solcelleprojekter i området, som ikke er inkluderet i analyserne – tilvæksten i solceller kan derfor potentielt blive større end forudsat i analyserne. Det kan medføre øget behov for udvikling.

Overbelastning af eksisterende transformere

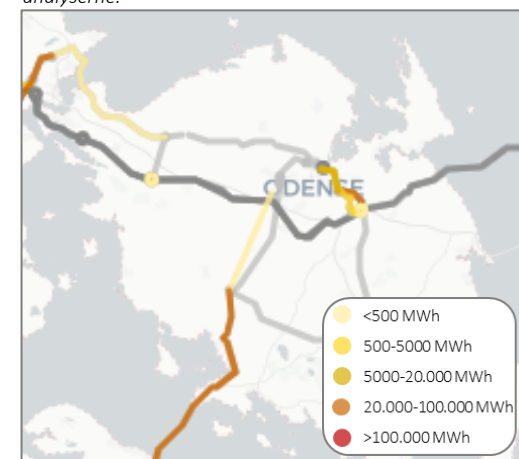
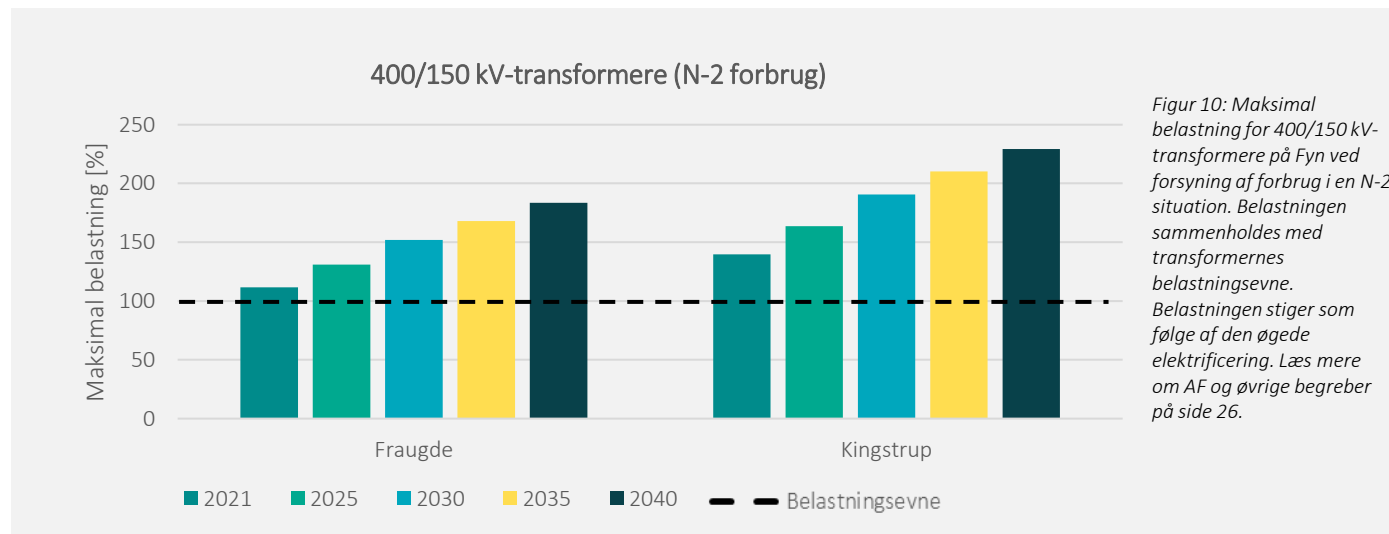
Det øgede forbrug medfører blandt andet, at de eksisterende transformere er utilstrækkelige og dermed overbelastes, figur 10. Umiddelbart observeres allerede i dag overbelastninger af

transformerne, når det kommer til forsyning af forbrug. Disse analyser baseres på driftssituationer, der presser nettet lidt mere end der observeres i dag. Derudover kan der være nogle tiltag i driftsøjeblikket, som ikke er inkluderet i disse analyser. Det vil derfor bero på en nærmere analyse af, hvornår udfordringerne bliver kritiske nok til at give anledning til at iværksætte tiltag til af afhjælpe dem.

Etablering af PtX i området kan føre til større overbelastninger – det vil dog afhænge af graden af fleksibilitet i driften, som disse anlæg har i forhold til elnettet. Tilsvarende kan flere solcelleanlæg medføre øgede overbelastninger og behov for tiltag.



Figur 11: Nettoreferencen på Fyn som er lagt til grund for analyserne.



Figur 12: Overbelastningsenergien i 2040 ud fra AF20 under hensyntagen til N-1. Læs mere om begreberne på side 26.

SYDJYLLAND: UDNYTTELSE AF VEDVARENDE ENERGI FRA NORDSØEN

De fremtidige energibehov i Syddjylland præges af moderat lokal produktion af vedvarende energi og øget forbrug fra datacentre. Det er dog først og fremmest den konkrete realisering af en energiø i Nordsøen og efterfølgende udbygning med havvind, som vil få den mest udslagsgivende betydning for behovene i elnettet i området.

Mulige tilslutningspunkter til kommende energiø

I basisanalyserne forudsættes det, at tilslutningen af energiøen er delt mellem station Revsing og Tjele. Der er dog også undersøgt en række andre muligheder for tilslutning af energiøen, fx i Endrup eller Kassø - eller tilslutning af den fulde kapacitet i Revsing. I praksis forventes der at skulle etableres nye stationer grundet pladsbegrænsninger i de eksisterende.

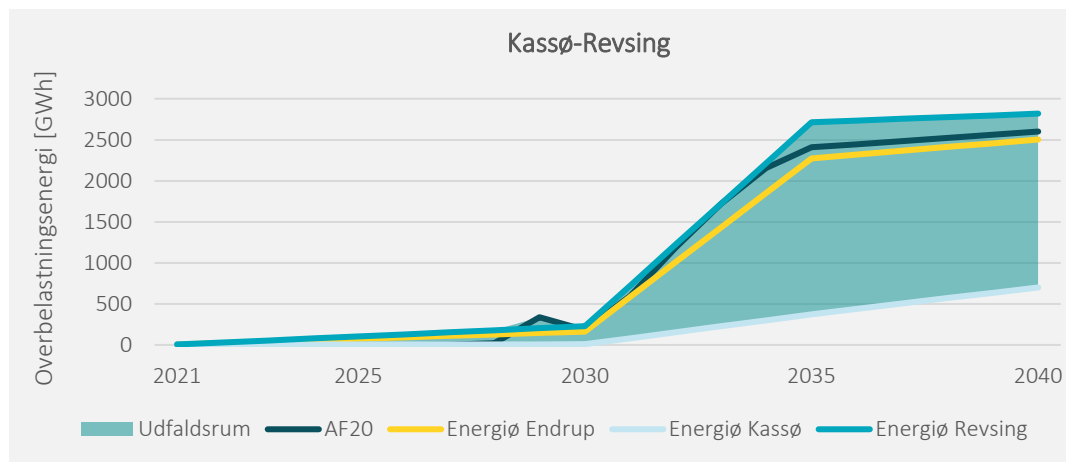
Generelt er resultaterne med tilslutning i Endrup og Revsing sammenlignelige med AF20-forløbet. Det skyldes, at der i mange timer er eksport til Tyskland gennem Kassø-Revsing-forbindelsen, næsten uanset hvor i landet energiøen tilsluttes.

Ved tilslutning i station Kassø vil overbelastningsenergien på Kassø-Revsing naturligt nok være lavere, da strømmen fra energiøen så ikke skal løbe igennem forbindelsen for at løbe mod Tyskland. Det skal afvejes med, at det vil være dyrere at tilslutte energiøen her, da der skal etableres et længere kabel til at transportere strømmen den lange vej. Derudover kan nyt forbrug ændre, hvordan energien fordeler sig på de forskellige forbindelser.

Elnettet i området er ved at blive udbygget

Analysen af overbelastningen af nettet ud fra forudsætningerne i AF20 viser helt overvejende et øget flow i 400 kV-luftledningerne i området, mens elnettet på lavere spændingsniveauer i området er mindre berørt.

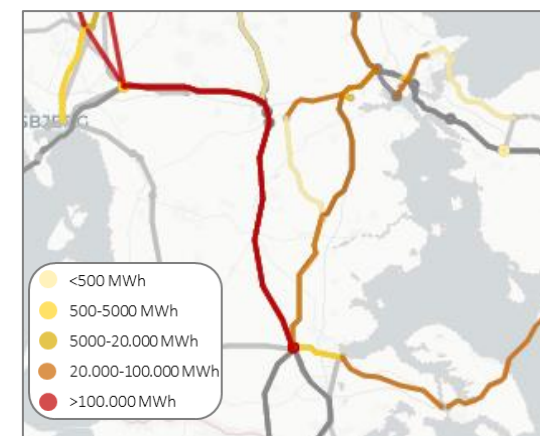
Elnettet i området er meget veludbygget, og faktisk er store dele af det forudsatte 150 kV-net kun planlagt og ikke bygget endnu. Det planlagte net vil resultere i et robust net, der også kan håndtere den efterfølgende udvikling i AF20.



Figur 13: Overbelastningsenergien i 400 kV-systemet Kassø-Revsing under hensyntagen til N-1. Forbindelsen overbelastes på den anden side af 2025 i alle analyserede forløb. Det skyldes udbygningen med vedvarende energi i både Vest- og Midtjylland, der øger brugen af forbindelsen som eksportkorridor mod Tyskland. Læs mere om AF og øvrige begreber på side 26.



Figur 14: Netreferencen i Syddjylland som er lagt til grund for analyserne.



Figur 15: Overbelastningsenergien i 2040 ud fra AF20 under hensyntagen til N-1. Læs mere om begreberne på side 26.

SYDSJÆLLAND OG LOLLAND-FALSTER: MARKANT VÆKST I SOLCELLEANLÆG

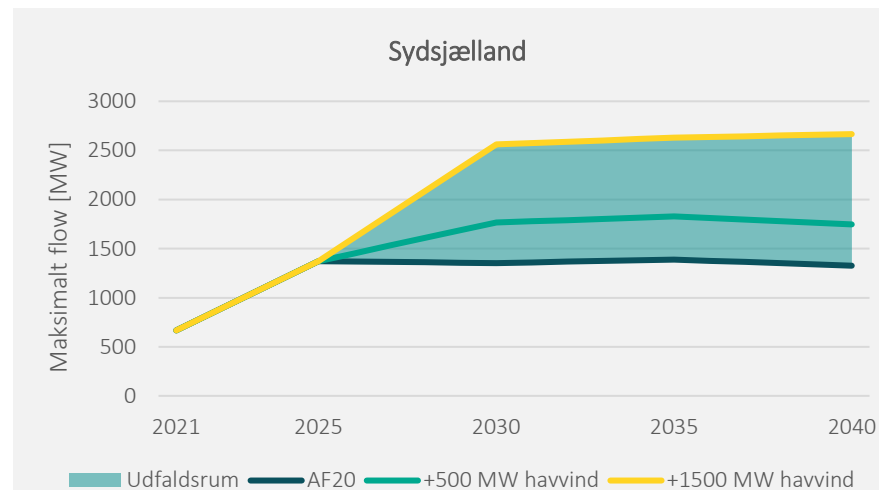
Sydsjælland og Lolland-Falster er et område, hvor den sandsynlige udvikling vil være præget af markant vækst i landbaseret vedvarende energi; især fra store solcelleanlæg. Produktion af vedvarende energi i området vil dermed vokse markant, uden at energiforbruget vil vokse tilsvarende meget. Dermed vokser behovet for at transportere vedvarende energi væk fra området, og det nuværende elnet har ikke kapacitet til fremtidens behov. Særligt på den korte bane er stigningen markant.

Det forudsættes i AF20, at de to havvindmølleparker syd for Lolland, Nysted og Rødsand, tages ud af drift i henholdsvis 2029 og 2036. Samtidig forventes en stigning i elforbruget på den lange bane – både som følge af elektrificering og etablering af et datacenter i området. Samlet set medfører det, at flowet peaker omkring 2025, hvorefter det stagnerer.

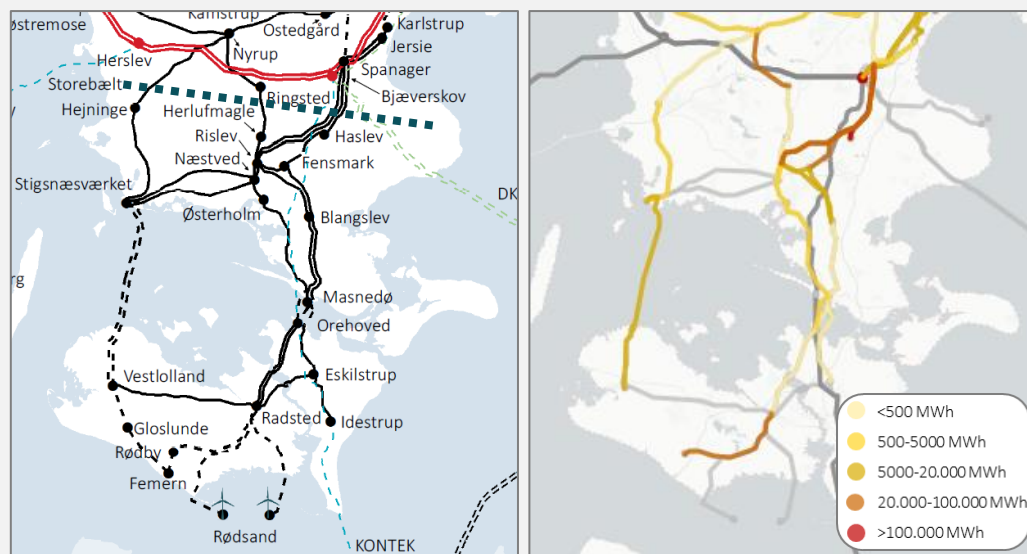
Potentielt mere havvind

Det er en væsentlig ændring i forhold til tidligere analyseforudsætninger, at de to havvindmølleparker ikke udskiftes med nye ved endt levetid. Derudover er der aktuelt to potentielle havvindmølleparker under udvikling i området, Omø Syd og Kadet Banke, som ikke er inkluderet i analyserne. Derfor undersøges to følsomheder, hvor der fra 2030 indpasses henholdsvis 500 og 1500 MW mere havvind end i AF20.

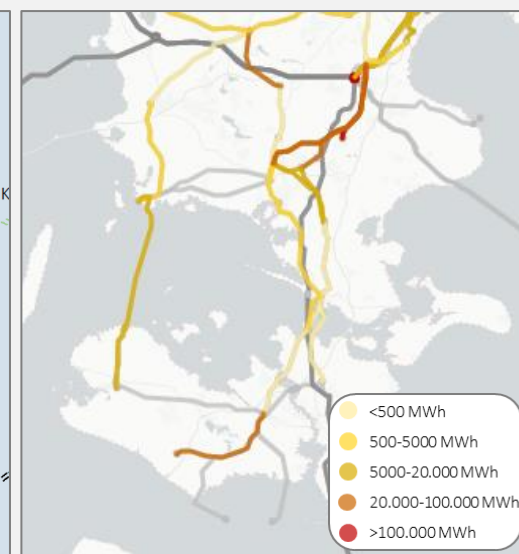
Ved tilslutning af mere havvind i syd for det sydsjællandske snit, figur 17, stiger behovet for at transportere strøm igennem snittet og dermed også behovet for at udvikle elnettet.



Figur 16: Maksimalt flow af elektricitet hen over snittet fra det sydlige Sjælland nordpå (snit tegnet ind på figur 17). Stor vækst i VE-produktion medfører behov for udvikling. Med 500 og 1500 MW mere havvind syd for snittet end i AF20 stiger behovet for at transportere strøm over snittet. Læs mere om AF og øvrige begreber på side 26.



Figur 17: Netreferencen i Sydsjælland og Lolland-Falster som er lagt til grund for analyserne.



Figur 18: Overbelastningsenergien i 2040 ud fra AF20 under hensyntagen til N-1. Læs mere om begreberne på side 26.

MIDT- OG VESTSJÆLLAND: UDNYTTELSE AF VEDVARENDE ENERGI FRA SYDSJÆLLAND OG LOLLAND-FALSTER

Midt- og Vestsjælland er et område, hvor behovene for nye tiltag vil være forholdsvis følsomme over for, hvilke veje udviklingen går. Det skyldes, at det såkaldte Køge-Roskilde-snit er placeret lige mellem et område med overskud af produktion på den ene side (det sydlige Sjælland og Lolland-Falster) og et område på den anden side, som har et underskud af produktion og ydermere har eksportmuligheder (København og det nordlige Sjælland).

Ændringer i forbrug og produktion

Generelt vil snittet blive relativt mere belastet, hvis produktionen fra vedvarende energi vokser mere end antaget syd for snittet, eller hvis forbruget vokser mere end antaget nord for snittet. Omvendt vil det blive relativt mindre belastet, hvis produktionen vokser mere end antaget nord for snittet, eller hvis forbruget vokser mere end antaget syd for snittet.

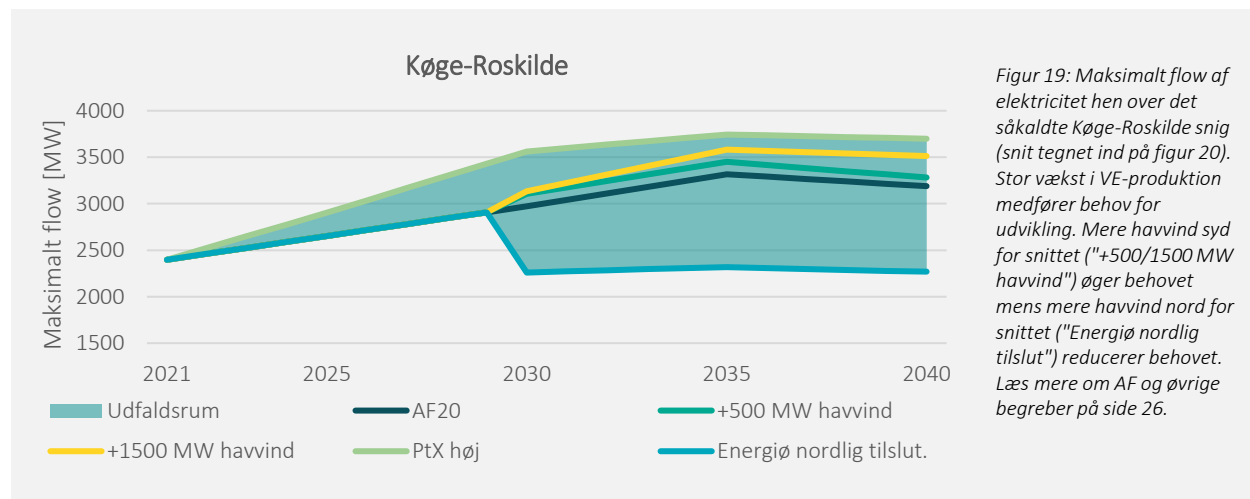
Derfor er det præcise behov for nye tiltag i dette område fx meget afhængig af, om den besluttede energiø ved Bornholm tilsluttes til højspændingsstationer, der ligger nord eller syd for Køge-Roskilde-snittet. I AF20-analyserne er energiøen tilsluttet i station Bjæverskov syd for snittet, mens den i variationen "Energjø nordlig tilslut.", på figur 19, er tilsluttet nord for snittet.

Potentielt mere havvind

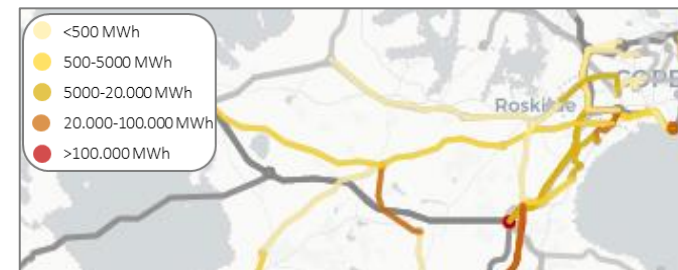
Det forudsættes i AF20, at de to havvindmølleparker syd for Lolland, Nysted og Rødsand, tages ud af drift i henholdsvis 2029 og 2036. For at undersøge konsekvenserne af om de to parker tages ned eller forlænges, er der undersøgt to følsomheder, hvor der fra 2030 indpasses henholdsvis 500 og 1500 MW mere havvind syd for snittet end i AF20. I disse variationer stiger behovet for at transportere strøm igennem snittet og dermed også behovet for at udvikle elnettet.

Endelig vil udvikling af Power-to-X også have betydning, hvor mere PtX nord for snittet ("PtX-høj") øger behovet for at transportere strøm igennem snittet.

Den mest sikre forudsætning at planlægge efter i området er under alle omstændigheder, at der alt andet lige vil være et overskud af elproduktion fra vedvarende energi, som skal transporteres fra Sydsjælland og Lolland-Falster nordpå og mod København.



Figur 20: Netreferencen på Midt- og Vestsjælland som er lagt til grund for analyserne.



Figur 21: Overbelastningsenergi i 2040 ud fra AF20 under hensyntagen til N-1. Læs mere om begreberne på side 26.

NORDSJÆLLAND: TILSLUTNING AF HESSELØ HAVVINDMØLLEPARK

Udviklingen i det nordsjællandske område er især præget af havvindmølleparken Hesselø, der er forudsat tilsluttet i en ny station ved Hovegård. Derudover forudsættes en mere moderat tilvækst i solcelleanlæg end i andre dele af landet samt en generel stigning i forbruget. Disse udviklinger kan håndteres uden større ændringer i det eksisterende transmissionsnet ud over de ændringer, der kræves for selve tilslutningen af Hesselø.

Derfor observeres ikke nogen større overbelastninger på figuren herunder, hvor netreferencen i området og overbelastningsenergien affødt af AF20-udviklingen i 2040 er illustreret.



Figur 22: Netreferencen i Nordsjælland som er lagt til grund for analyserne. Læs mere om begreberne på side 26.



Figur 23: Overbelastningsenergien i 2040 ud fra AF20 under hensyntagen til N-1. Læs mere om begreberne på side 26.

KØBENHAVNSOMRÅDET: ØGET ELFORBRUG SOM FØLGE AF BYUDVIKLING OG ELEKTRIFICERING

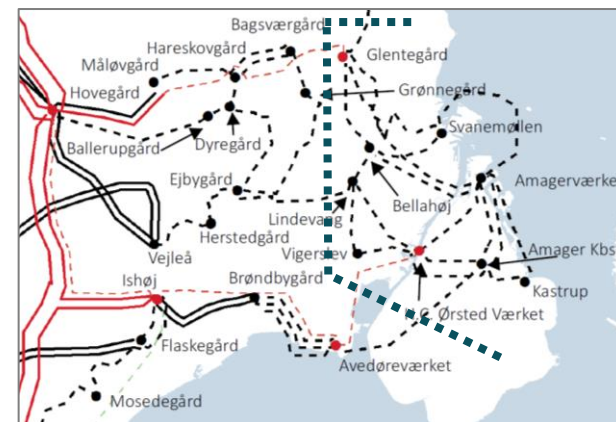
Det centrale København er et område, hvor der bliver behov for udviklingen af elnettet. Det er i overvejende grad et øget elforbrug som følge af byudvikling og elektrificering (elbiler, mv.), som vil gøre kapaciteten i det eksisterende elnet utilstrækkeligt – både forbindelser og transformere. Samtidig reduceres kapaciteten til elproduktion fra kraftværker i dette område.

Energjø og PtX

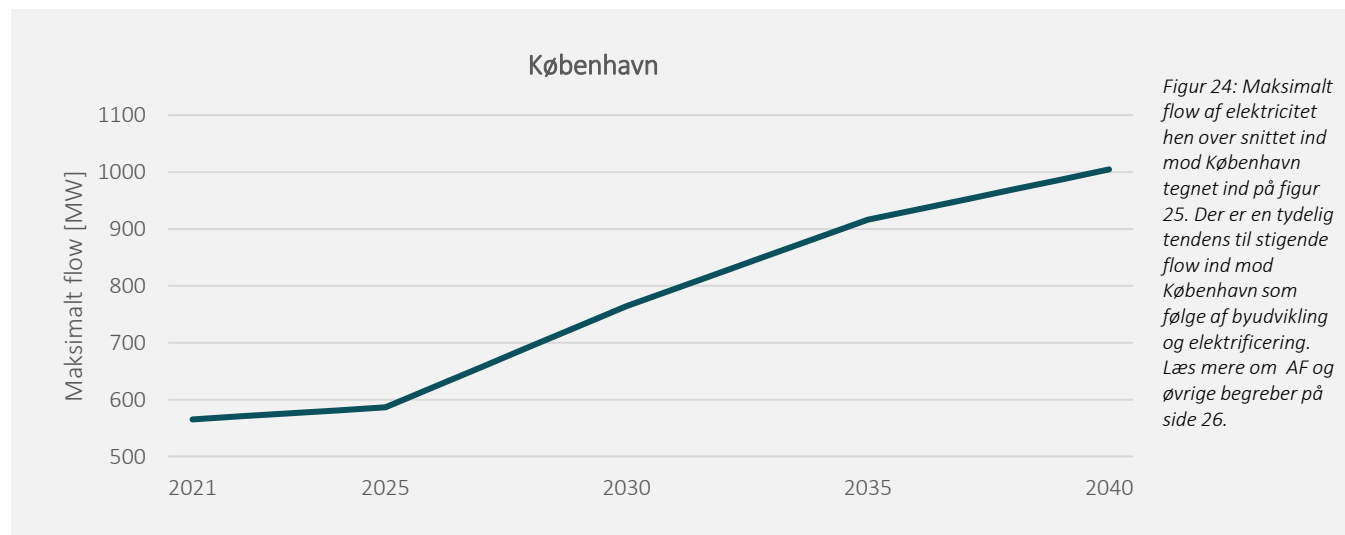
Der er derudover en række anlæg i støbeskeen, som kan have betydning for de præcise fremtidige behov i elnettet i København og omegn. Det gælder især to potentielle kystnære vindmølleparker, tilslutning af den kommende energjø ved Bornholm samt en række danske virksomheders planer om at

etablere elektrolyse i stor skala i København. Et PtX-anlæg i området kan øge overbelastningerne, afhængigt af graden af fleksibilitet anlæggene har i forhold til transmissionsnettet og samspil med eventuel ny produktionskapacitet.

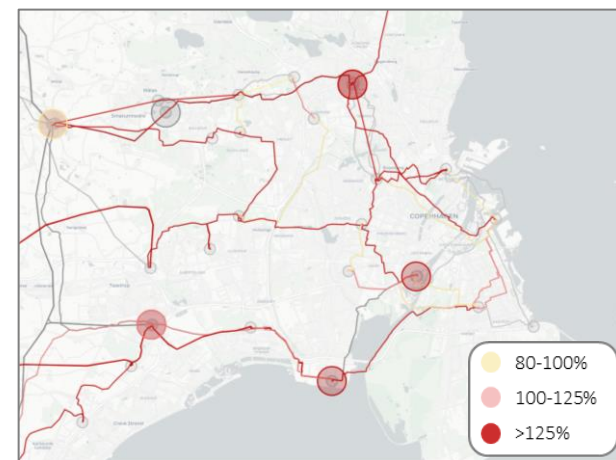
Tilslutning af energjøen i området kan bidrage med produktionskapacitet i et forbrugsdomineret område. Hvorvidt det vil reducere behovene for udvikling afhænger dog helt af samspillet mellem forbrug og produktion. Forbindelsen til energjøen skal derudover også fungere som en udlandsforbindelse, hvilket kan medføre andre typer behov.



Figur 25: Netreferencen i Københavnsområdet som er lagt til grund for analyserne.



Figur 24: Maksimalt flow af elektricitet hen over snittet ind mod København tegnet ind på figur 25. Der er en tydelig tendens til stigende flow ind mod København som følge af byudvikling og elektrificering. Læs mere om AF og øvrige begreber på side 26.



Figur 26: Overbelastninger i 2040 ud fra AF20 med henblik på forsyning af forbrug ved N-2. Læs mere om begreberne på side 26.

ENERGINET



BILAG

HVAD ARBEJDER VI PÅ LIGE NU?

Nye behov for udvikling af elnettet ses i denne rapport i forhold til den såkaldte netreference. Netreferencen er det eksisterende elnet samt allerede godkendte vedligeholdelses- eller udbygningsprojekter. Netreferencen forventes etableret inden 2026.

Af større nye projekter omfatter netreferencen (ud over det eksisterende net) følgende, hvor årstallet refererer til det første hele år et projekt forventes i drift:

- Kabellægning af Kamstrup-Spanager og opgradering af transformerkapacitet i Bjæverskov (2024)
- Viking Link-forbindelsen mellem Jylland og England – 1400 MW overføringskapacitet (2024)
- 400 kV-forbindelsen Endrup-Grænsen – øger overføringskapaciteten mellem Tyskland og Vestdanmark med ca. 1000 MW (2024)
- 400 kV-forbindelsen Idomlund-Endrup med ny 400 kV-station i Stovstrup (2024)
- Ny 150 kV-kabelstruktur som erstatning for luftledninger mellem Kassø og Lykkegård (2023-25)
- Tilslutning af Femern og etablering af ny station Glosunde på Lolland (2025-2026)



ORDFORKLARINGER

AF20

Energistyrelsens analyseforudsætninger til Energinet, 2020. Energinet skal planlægge el- og gasnet efter Energistyrelsens årlige fremskrivninger af produktion og forbrug af el, gas, fjernvarme mv.

Analyseforudsætninger bygger på politiske beslutninger samt fremskrivninger af marked og teknologisk udvikling.

Elnet

I denne rapport refererer elnettet til den del af elnettet der er over 100 kV – de såkaldte motorveje i det danske elnet. Det omfatter altså ikke den del af elnettet, der er under 100 kV, som blandt andet står for at transportere strøm til og fra den almindelige elforbruger.

Energjø

Konceptet "energjø" dækker over en fysisk ø eller platform, der fungerer som et knudepunkt for elproduktion fra omkringliggende havvindmølleparker som forbindes og distribueres mellem lande. Der kan også tilkobles andet elteknisk udstyr, såsom lagringsfaciliteter, elektrolyseanlæg mv.

Komponent

Betegner en del af elnettet – fx en transformer eller en luftledning mellem to stationer.

Maksimalt flow

Betegner den mængde energi, der flyttes hen over et givent geografisk snit gennem et antal forbindelser i den time på året, hvor der flyder mest energi igennem. Maksimalt flow beregnes i denne rapport med simuleringer af elspotmarkedet.

Maksimal belastning

Betegner maksimum af forholdet mellem den energi, der løber igennem en forbindelse eller transformer, og den energi, der kan løbe igennem komponenten uden den overbelastes. Hvis den maksimale belastning er over 100 pct., vil der være behov for afhjælpende tiltag.

I denne rapport beregnes maksimal belastning ud fra simuleringer af situationer med højt forbrug og lav produktion.

N-1

Betegner nettets overførselsevne, hvor der tages højde for at én forbindelse eller driftskritisk komponent skal kunne falde ud af drift som følge af havari, uden at nettet overbelastes. Nettet skal dimensioneres til sikker elforsyning efter N-1, når det er elproduktion, der er i risiko for at blive afbrudt.

N-2

Betegner nettets overførselsevne i situationer, hvor to forbindelser eller driftskritiske komponenter er ude af drift som følge af havari.

Nettet skal dimensioneres til sikker elforsyning efter N-2, når det er elforbruget, der er i risiko for at blive afbrudt.

Netreferencen

Nye behov for udvikling af elnettet ses i denne rapport i forhold til den såkaldte netreference. Netreferencen er det eksisterende elnet samt allerede godkendte vedligeholds- eller udbygningsprojekter – se side 25.

Power-to-X (forkortes PtX)

Betegner den proces, hvormed strøm via elektrolyse bruges til at udskille brint fra vand. Brint kan bruges som selvstændig grøn energi eller som bestanddel i grønne brændstoffer eller andre grønne produkter (heraf betegnelsen 'X').

PtX-høj

Følsomhedsanalyse, hvor PtX-udbygningen øges til den høje del af udfaldsrummet for PtX-udviklingen fra AF20, hvor der frem mod 2040 etableres samlet set 6 GW PtX – dobbelt så meget som i AF20.

+500 MW havvind

Følsomhedsanalyse, hvor der tilføjes 500 MW ekstra havvind på Lolland fra 2030. Anvendes til at give en indledende vurdering af betydningen af genetablering af havvindmølleparkerne Nysted og Rødsand, der udgår i 2029 og 2036 i AF20.

+1500 MW havvind

Følsomhedsanalyser, hvor der tilføjes 500 MW ekstra havvind på Lolland og 1000 MW ekstra havvind på Sydsjælland fra 2030 – indledende vurdering af betydningen af genetablering af havvindmølleparkerne Rødsand og Nysted samt yderligere kystnære havvindmølleparker i området.

Hvor kan du læse mere?

- Se baggrundsmateriale for behovsanalysen: www.energinet.dk/el-baggrund2021
- Behovsanalysen danner udgangspunkt for de fremtidige løsningsmuligheder, som du finder her: www.energinet.dk/el-losninger2021

ENERGINET

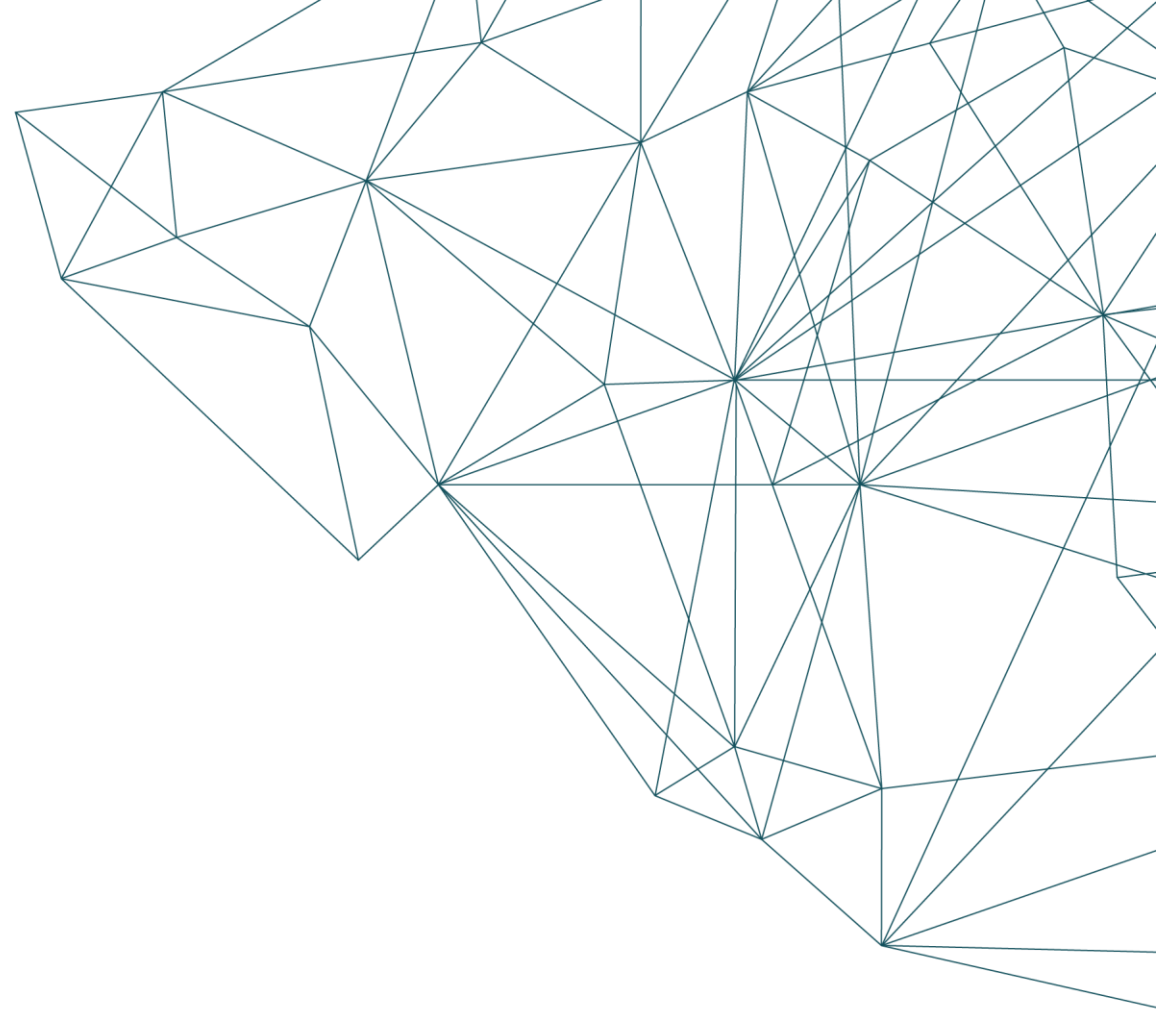
Tonne Kjærvej 65

7000 Fredericia

Tlf 70 10 22 44

info@energinet.dk

www.energinet.dk



Energinet er en selvstændig offentlig virksomhed ejet af staten.

Det betyder, at de publikationer m.v., som Energinet udgiver, alene er udtryk for Energinets faglige vurderinger. Disse vurderinger deles ikke nødvendigvis af klima-, energi- og forsyningsministeren, der varetager ejerskabet af Energinet på statens vegne.

Energinet bestræber sig på at være en åben og transparent virksomhed, hvor vurderinger og analyser gøres tilgængelige for alle.