



SYSTEMPERSPEKTIVER VED 70 %- MÅLET OG STORSKALA HAVVIND

Sammenfatning og hovedkonklusioner

Energinet Elsystemansvar

LANGSIGTET FOKUS UNDERSTØTTER ROBUSTE BESLUTNINGER I EL- OG GASSYSTEMET I DAG

Energisektoren er under omfattende forandring – og Energinet forbereder sig



- For at sikre fleksibilitet og robusthed, der gør energisystemet klar til at imødekomme flest mulige udfald effektivt, udarbejder Energinet Elsystemansvar løbende systemperspektivanalyser og scenarier for at skabe et langsigtet udsyn for den fremadrettede udvikling af energisystemet.
- Det er essentielt at forstå, hvad det er for en mulig fremtid, som energisystemet skal kunne understøtte, da de infrastrukturløsninger, der udvikles i dag, ofte har en levetid på 40 år eller mere.

Systemperspektivanalyser giver input til Energinets planlægnings- og udviklingsarbejde



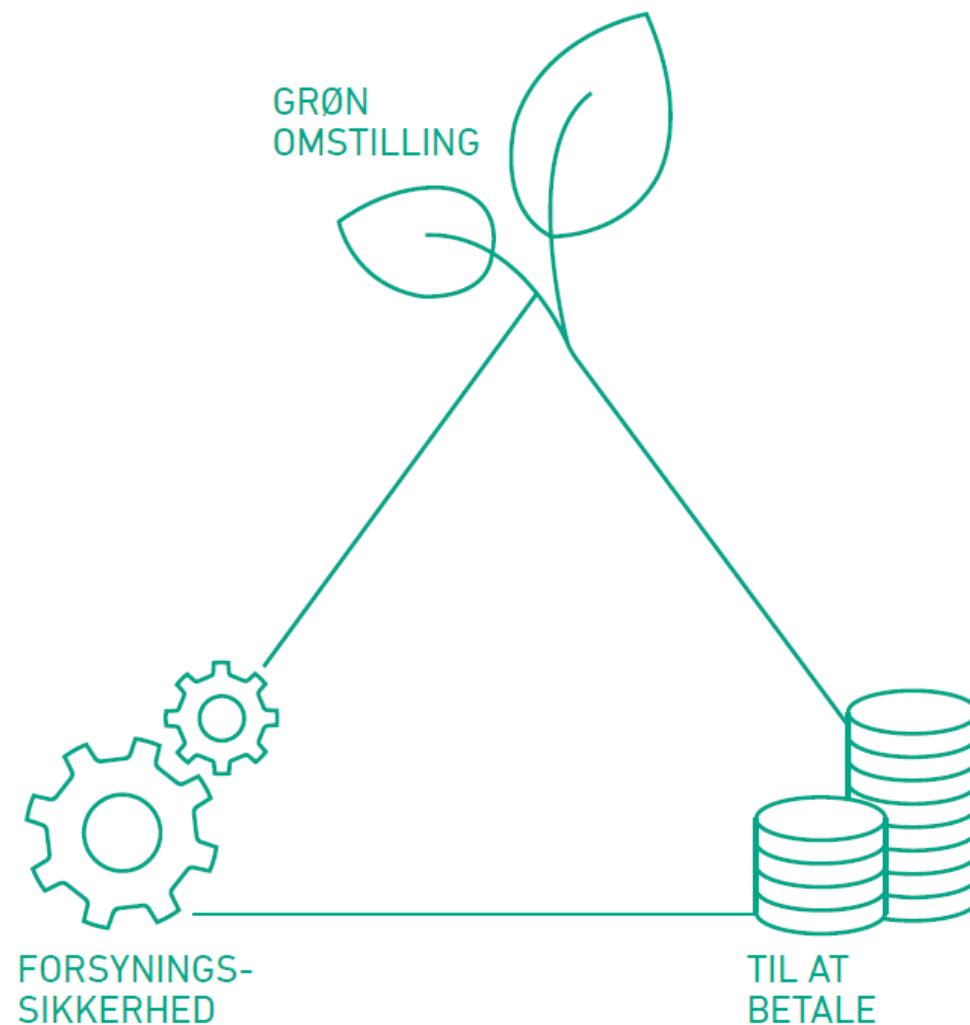
- Energinet Elsystemansvar anvender aktivt udviklingen af de langsigtede scenarier i systemperspektivanalyserne som et væsentligt input til Elsystemansvars strategiske planlægnings- og udviklingsarbejde (fx Energinets langsigtede udviklingsplan LUP).
- Systemperspektivanalyserne er i sig selv ikke et udtryk for en anlægsplan, men skal synliggøre forskellige udviklingsretninger og udsænde et udfaldsrum rundt om Energinets centrale planlægningsgrundlag (Energistyrelsens Analyseforudsætninger til Energinet).

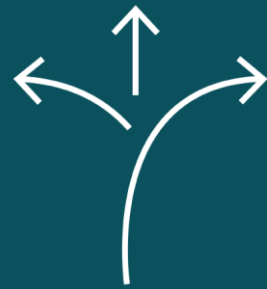
ENERGINET FORBEREDER SIG PÅ FREMTIDEN

Systemperspektivanalysen belyser betydningen af 70 %-målet og mere havvind for el- og gassystemet indenfor 'Energis trilemma'

Analysen indeholder følgende tre dele:

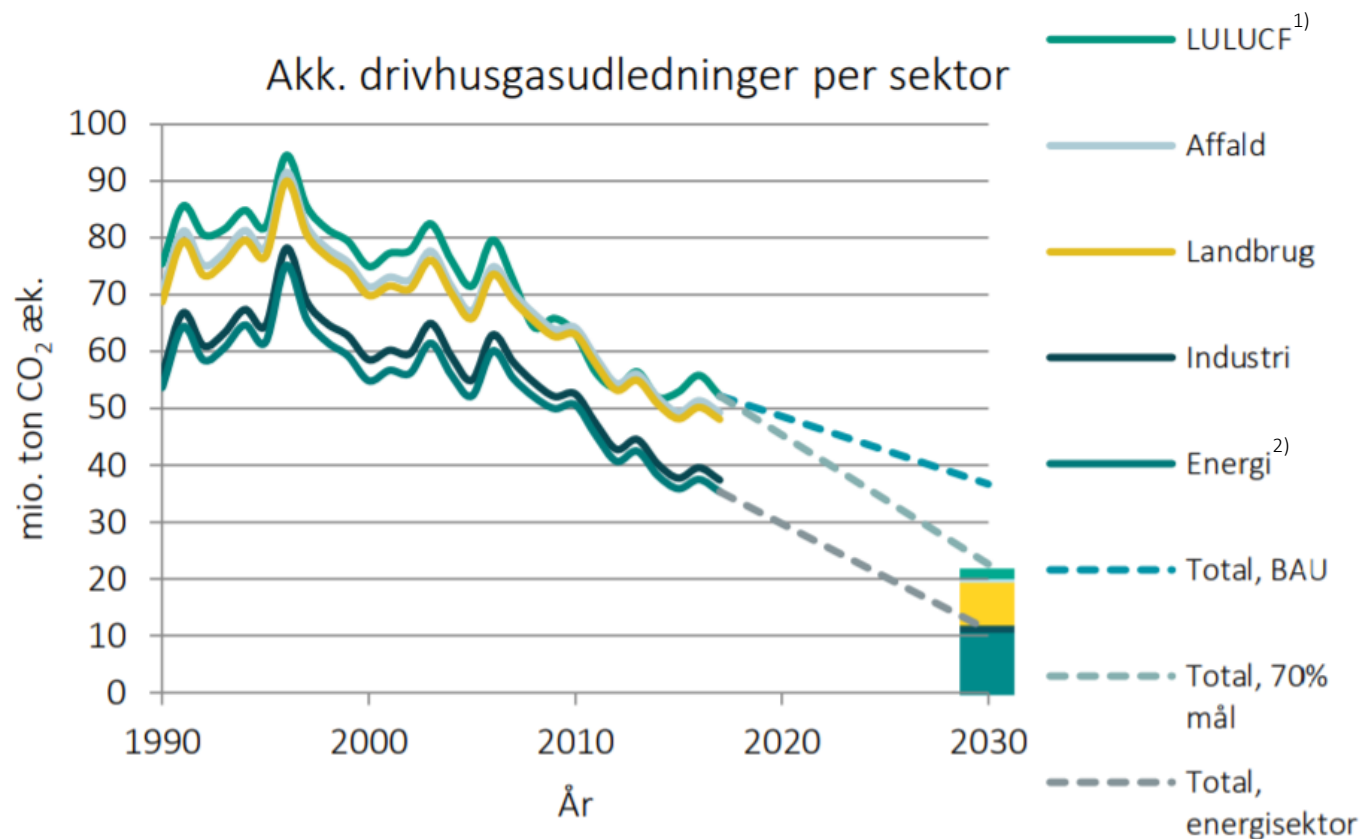
- En fokusanalyse med eksempler på mulige udviklingsveje for et dansk energisystem, som lever op til 70 %-reduktionsmålet i 2030 (del 1).
- En langsigtet systemanalyse, som viser perspektiverne ved udnyttelse af storskala havvind i 2035 (del 2).
- En sammenfatning af udvalgte fokusområder for Energinet Elsystemansvar i forhold til 70 %-reduktionsmålet, udnyttelsen af storskala havvind og den langsigtede planlægning og udvikling af elsystemet (del 3).





DEL 1:
SYSTEMPERSPEKTIVANALYSE FOR
OPNÅELSE AF 70 %-
REDUKTIONSMÅLET I 2030

70 %-REDUKTIONSMÅLET: EN MULIG, MEN AMBITIØS MÅLSÆTNING



70%-målet betyder at:

- CO₂-udledningen for samfundet skal ned på 22,5 Mton CO₂ ækvivalenter.

Der bliver sandsynligvis behov for reduktioner i alle sektorer. **To eksempler på mulige udviklingsforløb** med antagelser for reduktioner i andre sektorer giver, at:

- Udledningen fra energisektoren skal ned på 10-12,5 Mton CO₂/år.
- Energisektoren er defineret som al national energirelateret udledning inklusiv national transport, men eksklusiv udenrigsluft- og skibsfart.

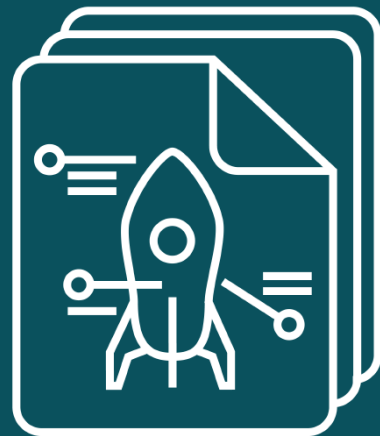
1) Effekt af ændringer i arealanvendelse og skovbrug.

2) Energi inkl. indenrigs transport.

10-12,5 MIO. TON CO₂ KRÆVER OMLÆGNINGER FLERE STEDER

Med en ramme på 10-12,5 mio. ton CO₂ kræves en kraftig omlægning af energisektoren, og det vil være nødvendigt med reduktioner flere steder i produktion, konvertering og slutforbrug af energi.

I denne systemperspektivanalyse er energisektoren opdelt i syv kategorier.



ENERGISEKTORENS SYV KATEGORIER



El- og fjernvarmeproduktion



Olie-/gasproduktion (offshore/raffinaderi)



Procesvarme til industri/service



Let transport (person- og varebiler)



Individuel opvarmning af bygninger



Tung transport (lastbil, bus, fly, skib)



Grøn brændstofproduktion inklusiv biogas og PtX



El- og fjernvarmeproduktion

- Fortsat udfasning af kulkraftværker
- Etablering af storskala varmepumper i fjernvarmen
- Omstilling til ve-elproduktion (sol og vind)



Olie-/gasproduktion

- Effektiviseringer i olie-/gasudvindingen i Nordsøen (fx Tyra)
- Elektrificering af nordsøaktiviteter



Procesvarme til industri/service

- Elektrificering af procesvarme
- Reduktion af kul og koks; erstattes af varmepumper og gas
- Iblanding af brint i naturgasnettet



Let transport

- Udrulning af grønne biler (elbiler og plug-in hybrid)
- Fossil diesel hydrogeniseres med brint



Individuel opvarmning af bygninger

- Individuelle oliefyr erstattes af individuelle varmepumper
- Halvdelen af individuelle naturgaskedler erstattes af varmepumper og hybrid varmepumper
- Etablering af ny fjernvarme



Tung transport

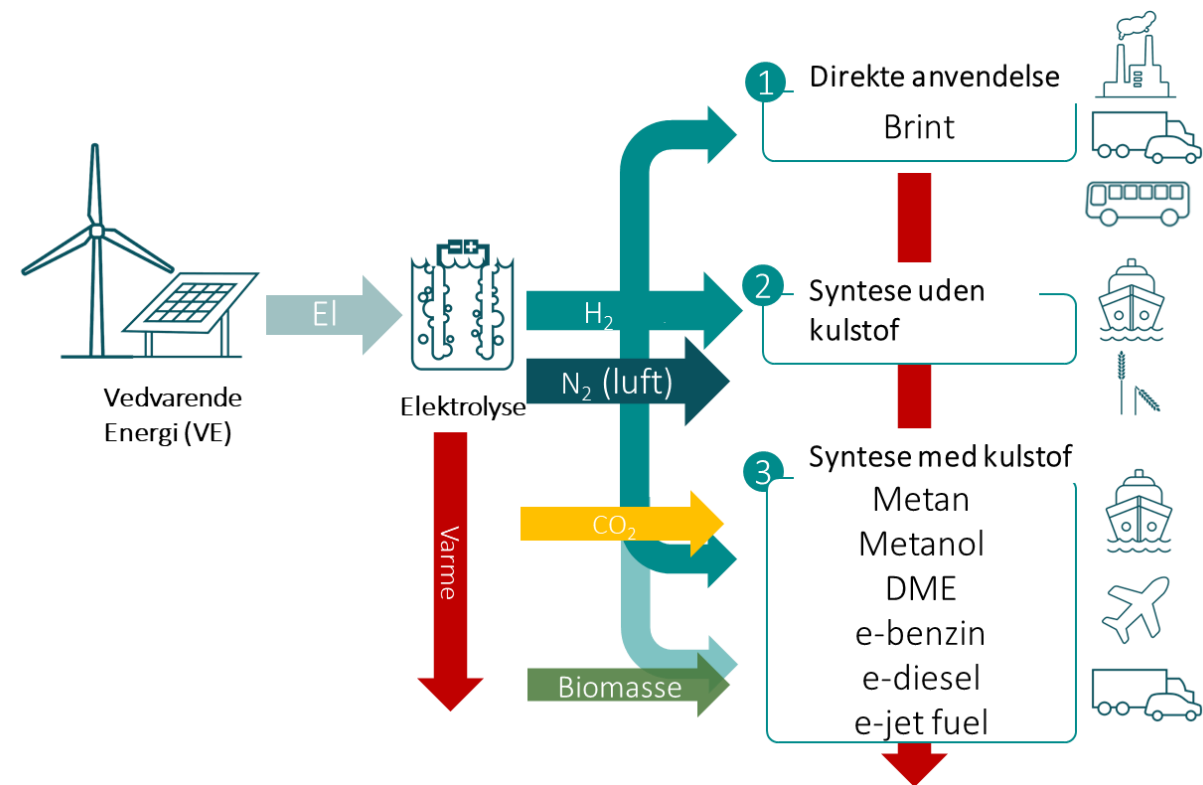
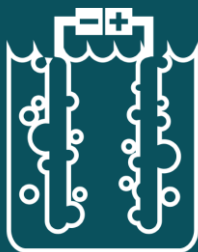
- Anvendelse af VE-brændstoffer via PtX
- Fossil diesel hydrogeniseres med brint
- Udrulning af brintbusser (og en mindre andel brintlastbiler)

GRØN BRÆNDSTOFPRODUKTION

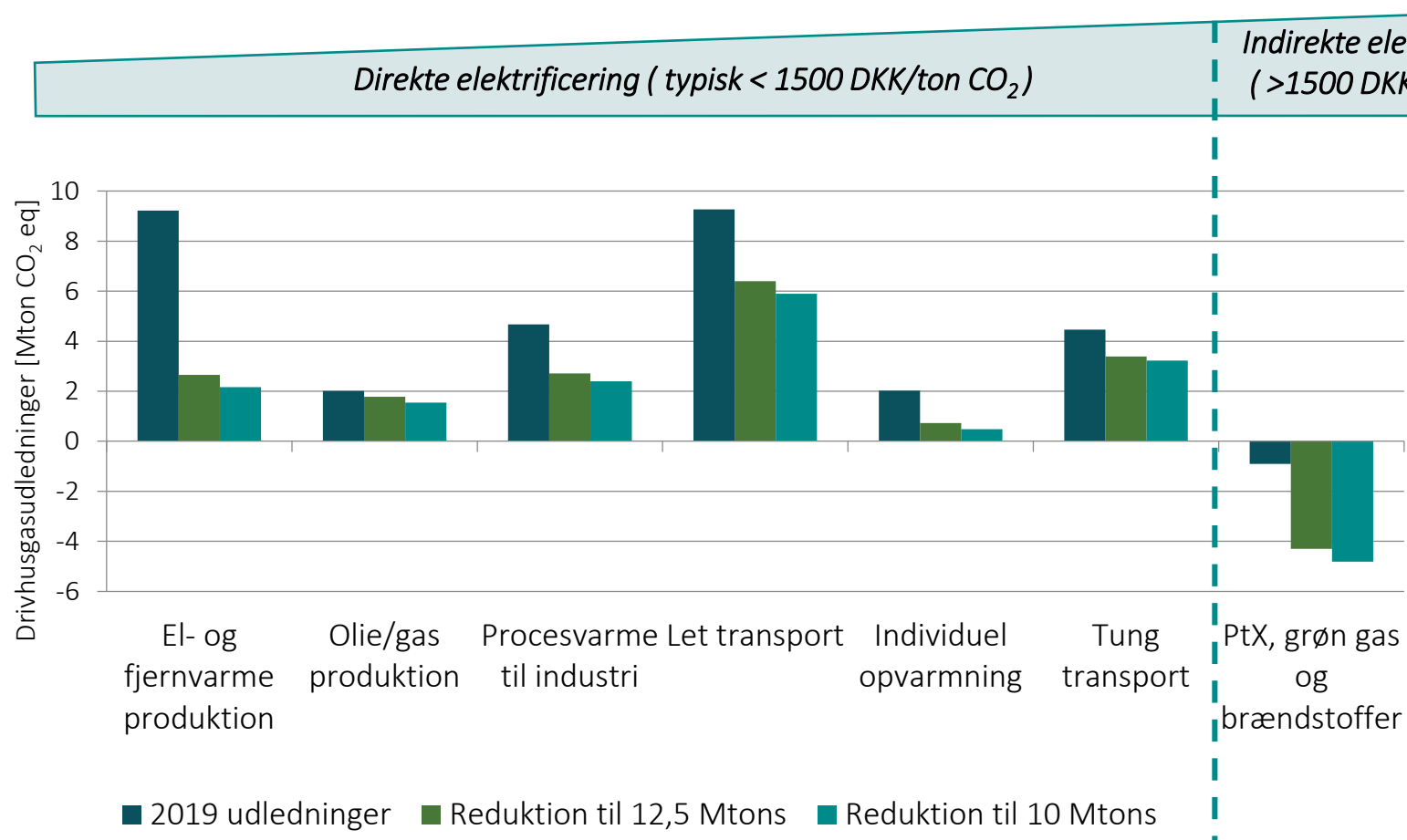
Produktion af VE-brændstoffer (gas eller flydende) kan erstatte fossile brændstoffer i energisystemet. VE-brændstofferne produceres gennem en række processer, som starter med konvertering af VE-strøm til grøn brint via elektrolyse. Den grønne brint kan enten anvendes direkte i fx den tunge transport eller videreforædles til en lang række PtX-produkter, hvoraf visse produkter kræver adgang til kulstof (fra CO₂), mens andre produkter ikke kræver kulstof (fx ammoniak).

Initiativer for PtX i 10-12,5 mio. ton CO₂ reduktionsforløb:

- Udbygning af biogasproduktionen
- Stigende mængde halm i biogasproduktionen
- Etablering af energiklynger med PtX og energiindustri (fx termisk forgasning, biogasanlæg og biokraftvarmeanlæg).



70% CO₂-REDUKTION KRÆVER MARKANT DIREKTE OG INDIREKTE ELEKTRIFICERING



Analysen finder, at

- PtX er én løsning blandt flere for at nå reduktionsmålet, men PtX er et dyrt reduktionstiltag på kort sigt.
- Produktionsomkostninger for PtX-brændstoffer kan reduceres ved:
 - Kombination af el- og gasinfrastruktur
 - Geografiske markeder og fleksibilitet

70 %-REDUKTIONSMÅLET HAR BETYDNING FOR ELFORBRUGET OG BEHOVET FOR VEDVARENDE ENERGI

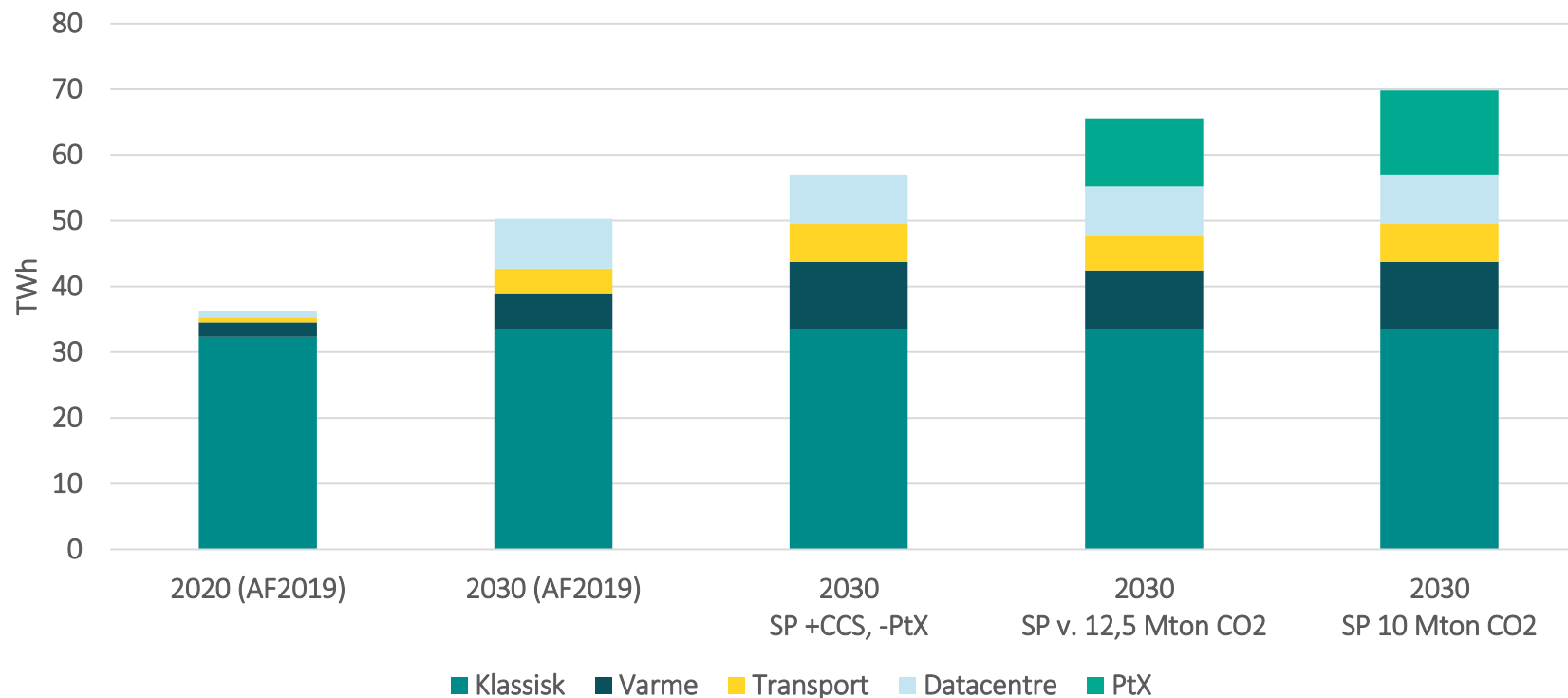
Reduktionsmålet er muligt, men kan øge elforbruget betydeligt

- Analysen viser et behov for en kraftig direkte elektrificering af opvarmning, industri og transportsektoren. Det er dog ikke alene tilstrækkeligt til at realisere reduktionsmålet. Der er samtidig behov for en målrettet indsats med produktion af grønne brændstoffer.
- Produktion af grønne brændstoffer via PtX, som bidrag til 70 %-målsætningen er ét alternativ blandt flere mulige.
- Eksempelvis kan CCS i kombination med import af grønne brændstoffer fungere som alternativ til national PtX-produktion inden for reduktionsmålsætningens horisont. Det er også muligt, at andre sektorer end energisektoren kan levere større udledningsreduktioner end antaget i denne analyse.

Behov for mere VE-elproduktion, hvis elforbruget skal dækkes

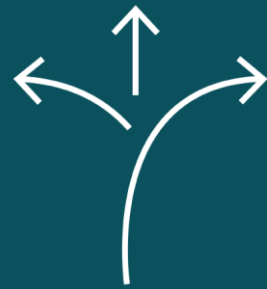
- I Analyseforudsætninger 2019 er der ca. 5 GW hav- og kystnære vindmøller og 6,6 GW solceller, der forventes at producere ca. 40 TWh el. Dertil kommer elproduktionen fra centrale og decentrale kraftværker i størrelsesordenen 10-15 TWh.
- Hvis elproduktionen i 2030 skal matche elforbruget, er der således behov for ekstra VE-elproduktion ift. referencen (AF19). Det kan være ved at kombinere vindkraft og solceller. En ensidig satsning på at dække det øgede elforbrug med solcelleanlæg vil stille større krav til sæsonlagring af energi.
- Behov for ny VE-kapacitet for at realisere 2030-reduktionsmålet kan medføre en væsentlig udbygning med vindkraft. Det er dog ikke nødvendigt at realisere 10 GW ekstra havvind allerede frem mod 2030 isoleret set. En storskala udbygning har særligt perspektiv efter 2030 i takt med omstilling til klimaneutralitet og udnyttelsen af de danske farvande i et internationalt perspektiv.

MULIGE UDVIKLINGSVEJE FOR FREMTIDENS ELFORBRUG



Elforbrug, TWh	36	50	57	66	70
Ekstra havvind ¹ ved ref. sol	-	-	1 GW	3 GW	4 GW
Ekstra havvind ¹ ved ekstra sol ¹	-	-	0-1 GW	1-2 GW	2-3 GW

¹Udover AF2019



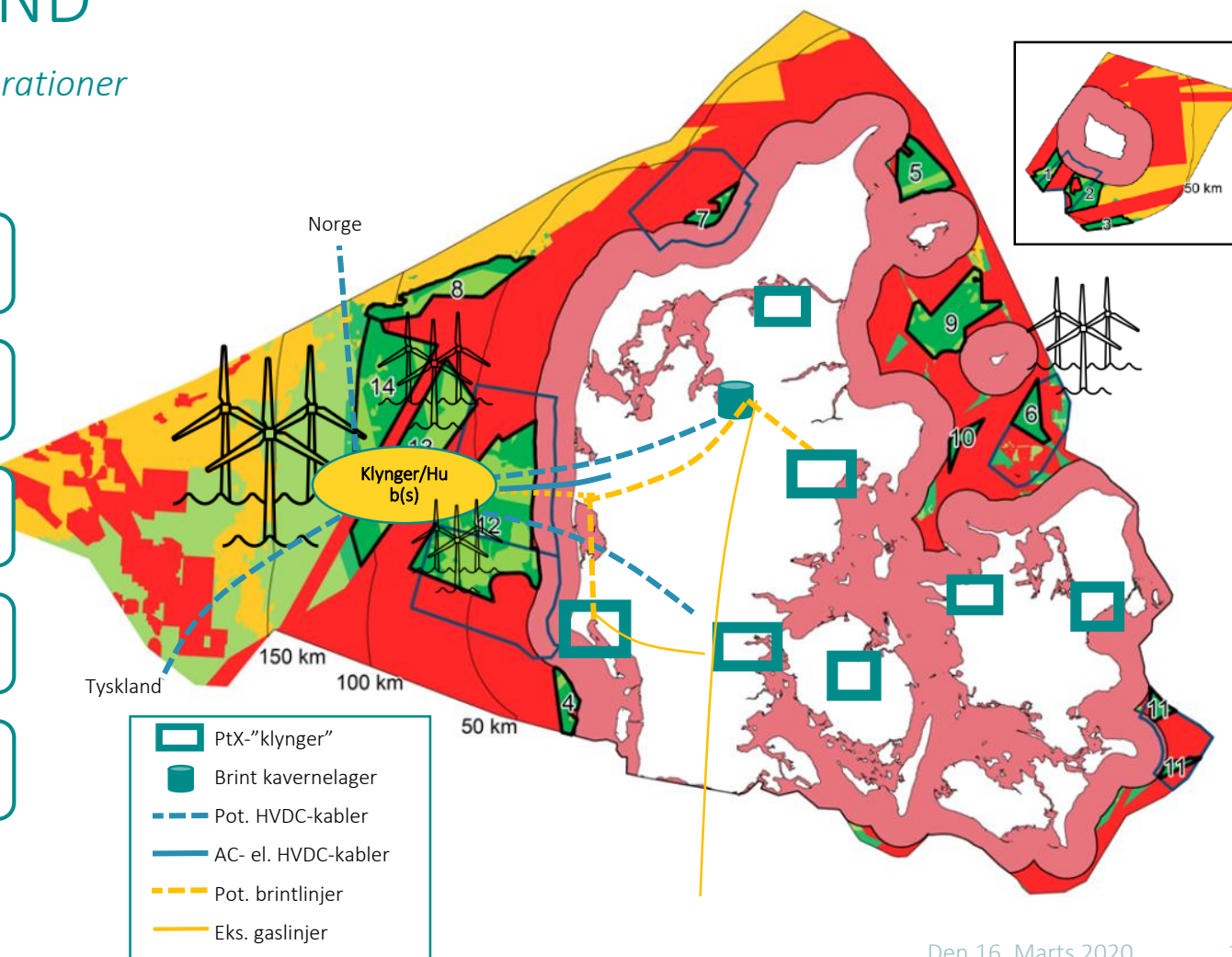
DEL 2:

SYSTEMPERSPEKTIVER FOR 2035
MOD KLIMANEUTRALITET VED
UDNYTTELSE AF STORSKALA HAVVIND

INFRASTRUKTURELEMENTER SOM "BYGGEKLODSE" I INTEGRATIONEN AF HAVVIND

Scenarier undersøges i forskellige infrastrukturkonfigurationer

- AC-ilandføring til "klynger" på kysten
- HVDC-ilandføring til stærke punkter i elnettet
- HVDC-forbindelser til udland
- Interne netforstærkninger mellem regioner med flaskehalse
- Etablering af brintinfrastruktur i kombination med elektrolyse

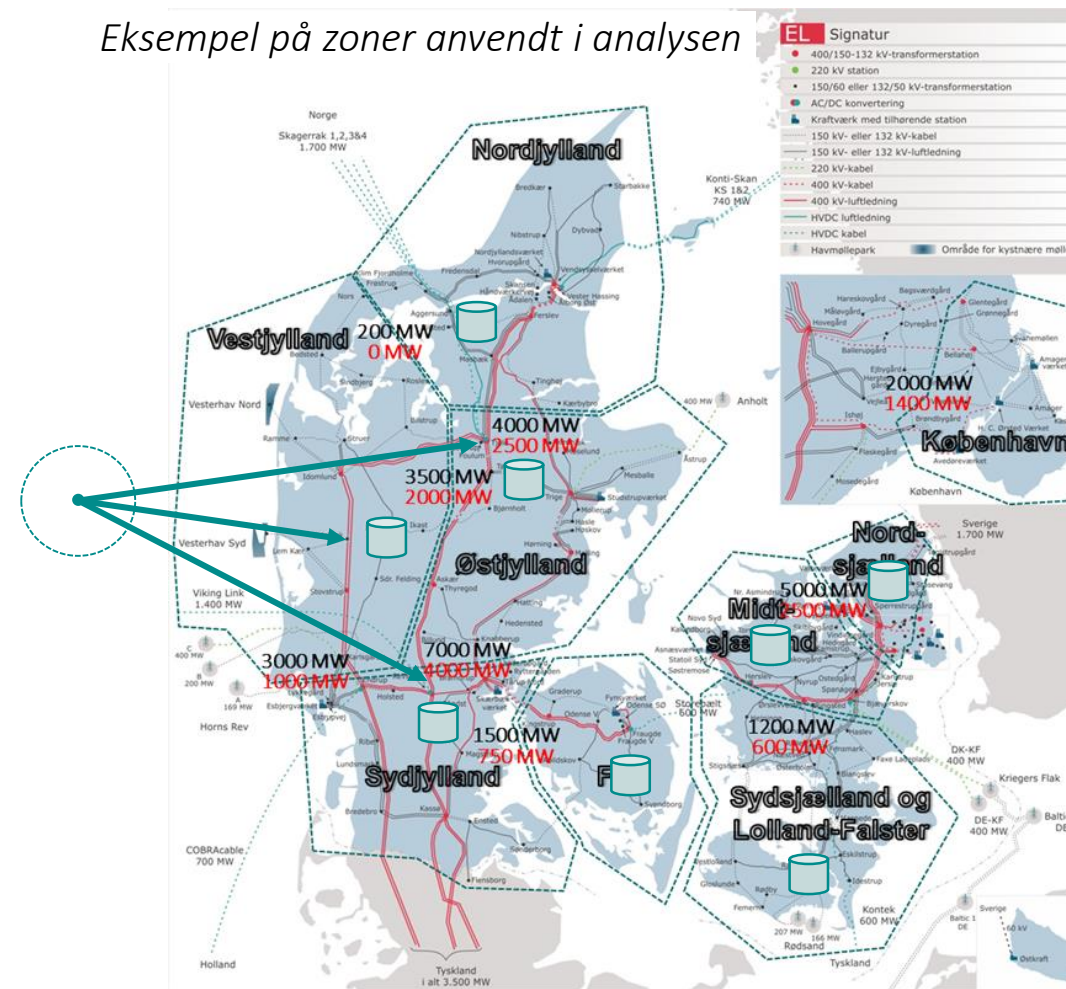


GEOGRAFISKE BUDZONER OG FLEKSIBILITET STYRKER UDNYTTTELSEN AF ELNETTET

- Geografiske budzoner i markedet kan styrke:
 - Investering og drift af fleksibelt elforbrug (fx PtX-anlæg) placeres hensigtsmæssigt i forhold til VE-elproduktion
 - Investering og drift af batterier til at håndtere interne flaskehalse.
 - Lokal konvertering af el til brint og videre transport i gas-/brintsystem kan reducere behovet for elnetudbygning
- Flexibelt forbrug som netreserve¹ kræver systemdriftsudvikling og automatisering
- Nye tiltag med geografiske budzoner og fleksibelt elforbrug som netreserve kan kombineres med indfødningszoner fra vind (og sol)

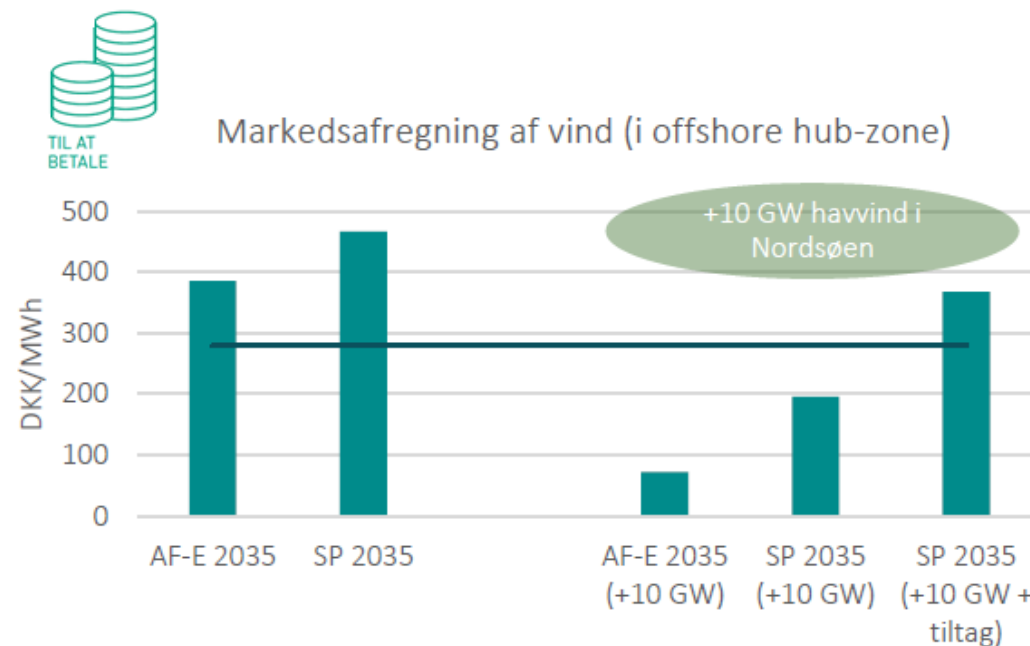
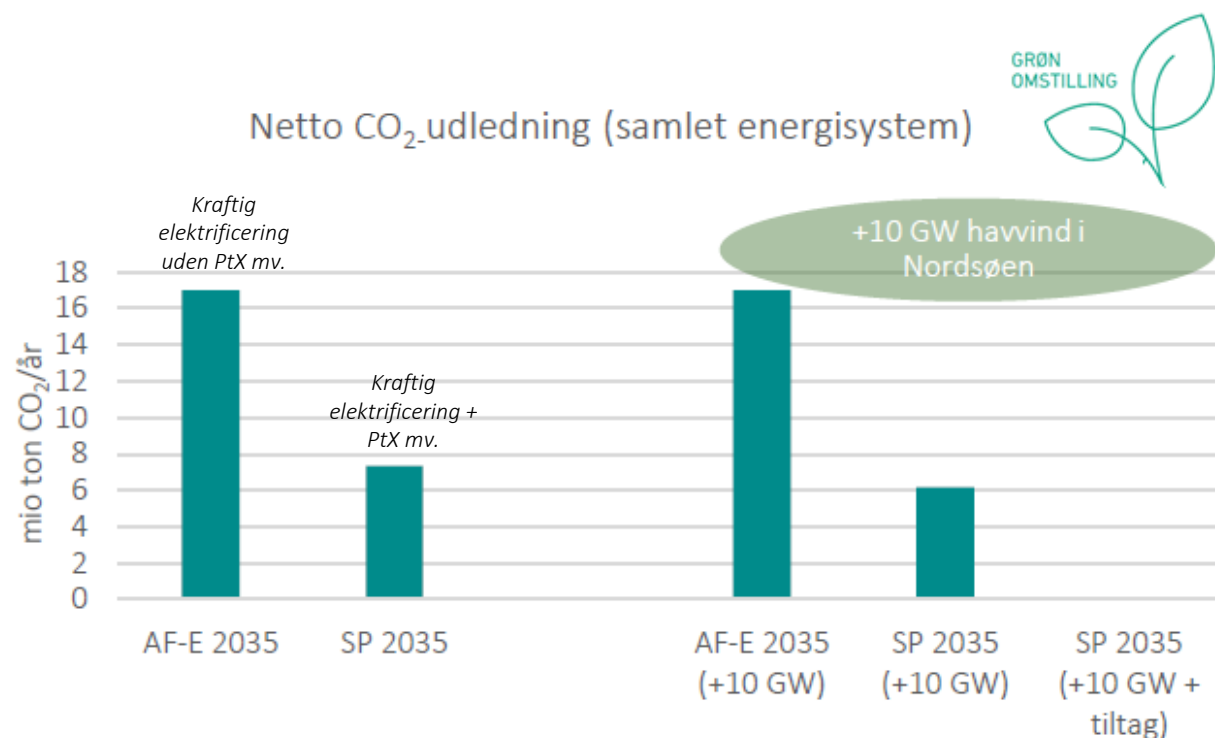
¹Reserveret netkapacitet til aflastning i tilfælde af fejl andetsteds i transmissionsnettet – et slags "nødspor". Denne ydelse kan evt. i fremtiden leveres af nye kilder til lokal fleksibilitet fx ellagre eller elforbrug.

Eksempel på zoner anvendt i analysen



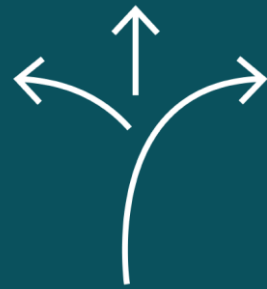
Fuld netkapacitet / Ved n-1 fra net-reserve

INFRASTRUKTUR TILTAG ØGER VÆRDIEN AF VINDKRAFT OG REDUCERER NETTO CO₂-UDLEDNINGEN



* I opstillingen er antaget en nettobetragtning, hvor producerede VE-brændstoffer fortrænger fossile brændstoffer og der antages ikke import af VE-brændstoffer.

* Tiltag = hub med HVDC indføding, H2 lager/forbindelser, øget udbygning med PtX, tæt kobling marked/fysisk



DEL 3: UDVALGTE FOKUSOMRÅDER

INFRASTRUKTUR

- Offshore tilslutningskoncepter
- Indfødningszoner/energiklynger med sektorkobling for el, gas, varme og flydende brændstoffer
- Brintinfrastruktur, brintlagring og CO2 infrastruktur



MARKED

- Tættere kobling af marked og fysik
- Flexibelt elforbrug som netreserve
- TSO-DSO samspil i marked og flaskehals-håndtering



SYSTEMDRIFT

- Automatisering af driften herunder automatisk aktivering af fleksibelt forbrug
- Tilslutningsbetingelser for nye anlæg
- Dynamic Line Rating



DIGITALISERING

- Kobling af data fra anlæg og infrastruktur med marked og systemdrift
- Opsamling og udstilling af data (Energi Data Service) til at understøtte beslutninger
- Cybersikkerhed

