



STATE OF
THE NATION
2024
ENERGI
OG KLIMA



Foreningen af
Rådgivende Ingeniører
FRI

Foreningen af Rådgivende Ingeniører, FRI er brancheorganisation for rådgiver- og ingeniørvirksomheder. FRI arbejder for at forbedre medlemsvirksomhedernes forretningsvilkår og branchens rammebetingelser.

FRI I TAL

- FRI's medlemsvirksomheder beskæftiger ca. 15.000 personer i Danmark og ca. 20.000 i udenlandske datterselskaber
- Omsætter for 35,5 mia. kr., fordelt på ca. 17 mia. kr. i Danmark, inkl. eksport, og 18,5 mia. kr. i udenlandske datterselskaber.
- FRI's medlemsvirksomheder arbejder primært inden for fagområderne: byggeri, energi og klima, transportinfrastruktur, vand og miljø samt industri, proces og pharma.
- De ansatte i FRI's medlemsvirksomheder består af 55 % ingeniører, 16 % med øvrige lange videregående uddannelser og 22 % med mellemlange uddannelser. Branchen beskæftiger ca. 10 % af alle erhvervsaktive ingeniører i Danmark.

Udarbejdet af Foreningen af Rådgivende Ingeniører, FRI på forlæg fra Rambøll Danmark A/S og med bidrag fra:

Artelia A/S

COWI A/S

EKJ Rådgivende Ingeniører A/S

Energi & Projekt ApS

NIRAS A/S

SYSTRA Danmark A/S

WSP Danmark A/S

Foreningen af Rådgivende Ingeniører, FRI

Vesterbrogade 1E, 3. sal

1620 København V

T: +45 35 25 37 37

E: fri@frinet.dk

www.frinet.dk

Indhold			
1.	POLITISKE LANDVINDINGER OG UDFORDRINGER PÅ ENERGIOMRÅDET 8	3.3	CCS og CCU 26
		3.4	Brint- og CO ₂ -netværk 27
1.1	Der er behov for mere varmeplanlægning og overordnet energiplanlægning 8	3.5	Anvendelse af biomasseressourcer i Danmark 27
1.2	Forceret uafhængighed af russisk gas 10	3.6	Megawatt Charging System (MCS) 33
1.3	Prisloft for overskudsvarme strider mod varmforsyningsloven 11	3.7	Kernekraft 33
1.4	Tvungen energiramme i BR18 strider mod varmforsyningsloven 11	4.	ENERGISEKTORENS UDVIKLING SIDEN 2020 38
1.5	Manglende incitament til at bevare reserve for vind 12	4.1	Elsektorens tilstand 40
1.6	Manglende incitament til fjernkøling i Danmark 12	4.2	Tilstand for fjernvarme og fjernkøling 42
1.7	Konkurrenceudsættelse af området for affaldsenergianlæg 15	4.3	Gassektorens tilstand 44
1.8	Strategi for biomasseressourcer 15	4.4	Oliesektorens tilstand 45
2.	ENERGISEKTORENS VÆSENTLIGSTE UDFORDRINGER 16	5.	BÆREDYGTIGHED, BIODIVERSITET OG KLIMATILPASNING 47
2.1	Forsyningsikkerhed 16	5.1	Fjernvarme / fjernkøling 47
2.2	Balancering af energisystemet 21	5.2	EI 48
2.3	Sikring af den grønne kapacitet 21	5.3	Olie og gas 48
3.	FREMTIDENS ENERGI: NYE TEKNOLOGIER OG TANKEGANGE 24	6.	KONKLUSIONER 50
3.1	Produktion af grøn brint 25	6.1	Anbefalinger om nationale strategier for at sikre den grønne omstilling 51
3.2	Power-to-X (PtX) 25	6.2	Øvrige sten på vejen i den grønne omstilling 53

State of the Nation Energi og klima

FORORD

State of the Nation-rapporterne er udviklet for at skabe overblik over tilstanden og udviklingstendenserne i den danske infrastruktur. I samme ombæring giver de et indblik i de estimerede omkostninger, der skal til for at fremtidssikre og dermed fastholde både funktion og værdi af de forskellige elementer.

Foreningen af Rådgivende Ingeniører, FRI lancerede den første State of the Nation-rapport for Danmark i 2008. Rapporterne er udkommet med fast frekvens hvert fjerde år siden da. Med State of the Nation 2024 er det femte gang, vi udgiver en rapport, der analyserer tilstanden af Danmarks infrastruktur.

Som et nyt tiltag udkommer 2024-rapporten ikke som et samlet værk, men som fire selvstændige rapporter inden for: Energi og klima (01), Transportinfrastruktur (02), Offentlige bygninger (03) og Vand- og miljø (04).

De fire rapporter kan enten læses i egen ret, hvis man har en særlig interesse for et af de fire områder, eller de kan læses som et samlet værk, der giver et komplet overblik over tilstanden af den fysiske infrastruktur i Danmark.

State of the Nation er relevant for mange. Den er målrettet beslutningstagere eller embedsfolk, der vil vide mere og forstå den danske infrastruktur bedre. Men den er også relevant for erhvervsdrivende, som leder efter forretningsmuligheder og nye samarbejder, for den studerende, der har brug for øget viden om baggrund og sammenhænge inden for feltet, og for den almindelige borger med ønske om at følge særlig godt med i samfundsudviklingen.

Den danske infrastrukturens tilstand er afgørende for vores evne til at sikre bl.a. sammenhængskraft, sundhed og konkurrenceevne – uanset om det handler om rent drikkevand, gode tog- og vejforbindelser, stabil og billig el- og varmforsyning eller gode folkeskoler til vores børn. Det samme gælder for vores evne til at sikre vores fysiske infrastruktur mod klimaforandringerne.

I den seneste udgave af State of the Nation fra 2020 havde vi som noget nyt valgt at dedikere en del af hver sektorbeskrivelse til et spørgsmål om bæredygtighed; hvor godt understøtter og udvikles hver enkelt infrastruktursektor i forhold til miljømæssig, social og økonomisk bæredygtighed?

Dette arbejde er i 2024-udgaven udvidet med spørgsmål om biodiversitet, sektorkobling, klimasikring og forsyningssikkerhed.

Vi ser fra i år også på de regulative rammer: Hvor godt understøtter og udvikles hver enkelt sektor i forhold til at sikre øget biodiversitet? I hvilken grad er reguleringen i de respektive sektorer koordineret? Håndteres de faktiske eller forventede effekter af klimaforandringerne? Hvor robust er vores infrastruktur i forhold til at kunne levere samfundskritiske services på et højt og stabilt niveau? Og understøtter de regulatoriske rammer de politiske ambitioner for sektoren?

STATE OF THE NATION: ENERGI OG KLIMA

I denne, den første State of the Nation 2024-delrapport tager vi temperaturen på energiområdet. Det er uden sammenligning den sektor, der har gennemgået den mest markante udvikling siden forrige udgave af State of the Nation fra 2020. Det er en udvikling, der primært har været drevet af den grønne omstilling, men også den russiske invasion af Ukraine, der resulterede i stigende energipriser og en målrettet indsats for at blive uafhængig af russisk olie og gas, har spillet væsentligt ind. Udrulningen af fjernvarme blev accelereret, og der blev skabt øget fokus på forsyningssikkerhed og cybersikkerhed generelt.

Samtidig er vi i gang med at indføre nye og uprøvede teknologier i energisystemet. Fremstilling af brint, udtræk af CO₂ og synteseprocesser til fremstilling af grønne brændsler er alle nye teknologier, der stiller nye krav til infrastrukturen.

Vi befinder os således i en brydningstid, hvor alle elementer i forsyningskæderne skal gentænkes, opbygges og støttes i både etableringsfasen og driftsfasen. Derfor består behandlingen af energisektoren i State of the Nation 2024 af to dele:

Den første del er en gennemgang af den politiske kontekst, de væsentligste udfordringer for sektoren og de nye teknologier.

Den anden del er en kortfattet vurdering af energisektorens tilstand og skal ses i direkte forlængelse af de tidligere udgaver af State of the Nation.

Overordnet set må energisektorens tilstand betegnes som god. Men der er også udfordringer med balancering af energisystemet, når der eksempelvis i perioder er lav eller ingen produktion af energi fra vind og sol, hvilket kan medføre markante udsving i priser og et uset pres på både elnettet og andre forsyningskæder.

State of the Nation Energi og Klima kan læses som et opslagsværk til at finde relevant viden på et givent område, til at finde inspiration i FRI's anbefalinger til løsninger på kendte infrastrukturproblemstillinger, eller som samlet indflyvning til at blive klogere på vores energiinfrastruktur.

Rigtig god læselyst!



Henrik Garver,
adm. direktør for Foreningen af Rådgivende Ingeniører, FRI



Henrik Winther,
formand for Foreningen af Rådgivende Ingeniører, FRI



Klaus Winther Ringgaard,
leder af FRI's udvalg for Energi og klima

En sektor i forandring



1. Politiske landvindinger og udfordringer på energiområdet

Energi er et af de absolut mest afgørende politiske emner og trækker tråde til en lang række andre områder. Det er derfor vigtigt, for at forstå forholdene i den danske energisektor, at have et overblik over rammevilkårene gennem de politiske aftaler, der allerede er indgået på området. Det forsøger vi her indledningsvis at give, sammen med en række forslag til nødvendige politiske initiativer, der skal sikre en fortsat gnidningsfri udbygning.

Rammevilkårene for mere grøn strøm fra havvind, landvind og solenergi blev sikret i ”Klimaaftalen af 25. juni 2022 om grøn strøm og varme” sammen med planer for udfasning af naturgas til opvarmning ved konvertering til fjernvarme og individuelle varmepumper. Endvidere sætter den politiske aftale, ”Klimaafale om mere grøn energi fra sol og vind på land 2023”, fokus på rammevilkår til at fremme udbygningen af den vedvarende energi på land.

MASSIV UDBYGNING AF GRØN ELPRODUKTION Inden for elproduktion er det ambitionen, at kapaciteten fra sol og landvind skal firedobles. Der skal også være mulighed for en femdobling af kapaciteten for havvind, svarende til en yderligere kapacitet på ca. 4 GW, der kommer i tillæg til de allerede indgåede aftaler. Der skal således findes havvindområder, hvor der samlet set kan placeres anlæg til produktion af ca. 6 GW.

KOMPLET UDFASNING AF ”SORT GAS” Inden for opvarmning og gas er det ambitionen, at gasnettet skal være baseret på 100 % VE-gas (gas produceret ved processer drevet af vedvarende energi) i 2030, og at individuelle gasfyr til opvarmning skal være udfaset helt i 2035. Udfasningen af de individuelle gasfyr skal ske ved konvertering til fjernvarme eller individuelle varmepumper.

Samtidig er der en vigtig delekobling mellem grøn el og grøn varme, idet den stigende andel af vind og sol i elforsyningen skal bane vejen for, at fjernvarmesektoren kan blive elektrificeret med store varmepumper og elkedler, dels til den forestående gaskonvertering, dels til at fortrænge eksisterende anlæg baseret på fossile brændsler. Aftalen skal ses i lyset af et ønske om stigende uafhængighed af russisk naturgas.

1.1 Der er behov for mere varmeplanlægning og overordnet energiplanlægning

Den energipolitiske målsætning om at udfase naturgassen til opvarmning inden 2030 har øget behovet for varmeplanlægning for at nå frem til den samfundsøkonomisk fordelagtige områdefrænsning for fjernvarmen. Fjernvarmen har også et stort potentiale for at udnytte ikke bare overskudsvarme fra kraftvarmeproduktion, men også overskudsenergi fra især elsektoren og industrien – f.eks fra datacentre samt fra CO₂-fangst og kommende elektrolyse. Varme, der sammen med de stigende mængder overskuds-el fra sol og vind ellers ville gå til spilde. For at gøre brug af fjernvarmens potentiale er det nødvendigt også at indtænke disse muligheder.

STORE POTENTIALER På baggrund af analyse fra COWI fra 2021¹, har Energistyrelsen indregnet næsten en firedobling af elforbruget fra datacentre frem mod 2030. Størstedelen af elforbruget omsættes til overskudsvarme, der skal bortkøles, mens resten medgår til at bortkøle overskudsvarmen.

Energistyrelsen har beskrevet analyseforudsætningerne til Energinet, og jf. deres vurderinger kan der forventes ca. en seksdobling af elforbruget frem mod år 2050 i forhold til i 2023, men det er naturligvis forbundet med stor usikkerhed. Analyseforudsætningerne tager udgangspunkt i, at der bliver en stigende efterspørgsel på VE-brændsler og dermed elektrolyse og CO₂-fangst for at udfase fossile brændsler til især skibs- og flytrafik frem mod 2050.

Der er allerede flere store PtX (Power-to-X) projekter med store elektrolyseanlæg under planlægning i Danmark, der alle vil have betydelige mængder overskudsvarme, der potentielt kan udnyttes. Bl.a. kan nævnes:

- GreenLab Skive har planer om etablering af 12 MW elektrolyseanlæg.
- H2 Synergy har etableret et 20 MW-elektrolyseanlæg og har planer om 300 MW-anlæg i Fredericia til Crossbridge Energys raffinaderi på samme lokation og til transport.

1 Se Temaanalyse om store datacentre (ens.dk)

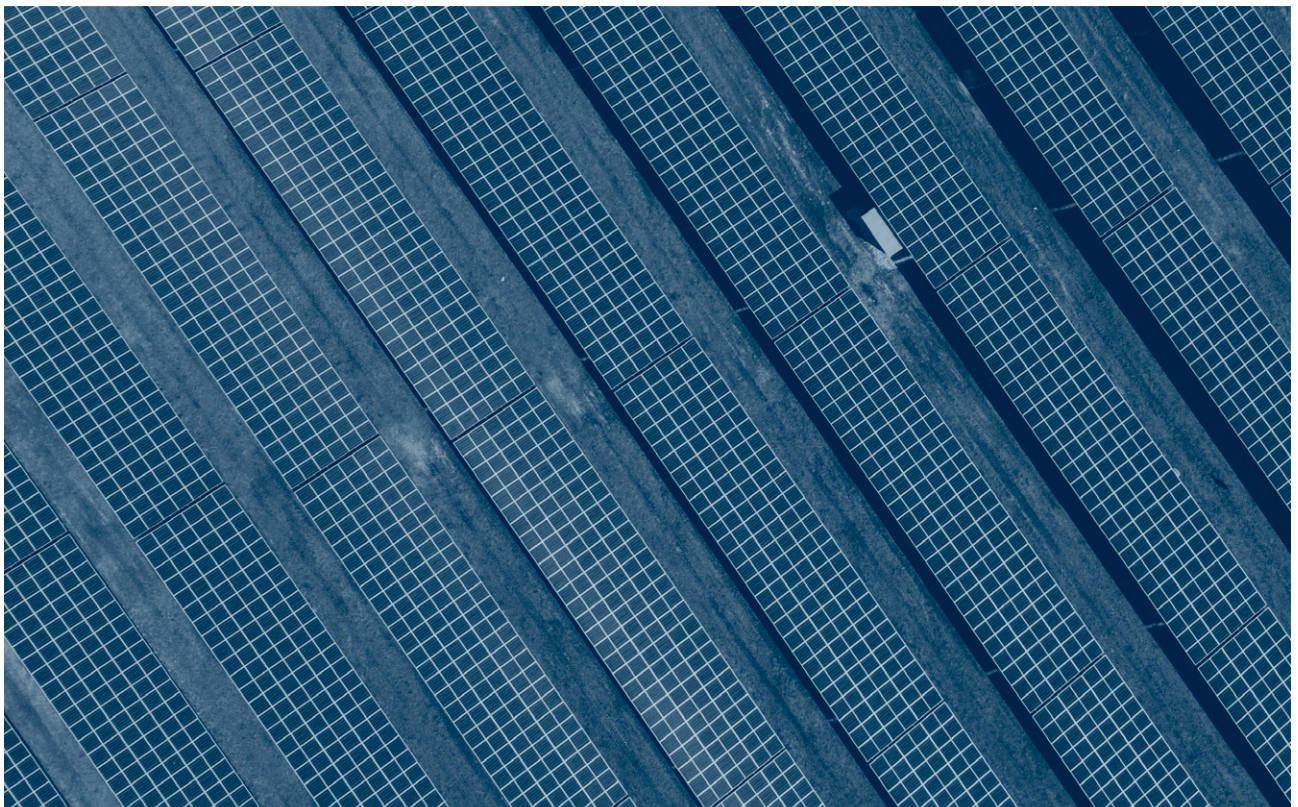
- Copenhagen Infrastructure Partners har planer om etablering af et af Europas største PtX-anlæg med en samlet kapacitet på 1 GW i Esbjerg. Målet er at producere ammoniak til gødning og brændsel.
- H2 Energy Europe har planer om et PtX-anlæg i Esbjerg med en kapacitet på 1 GW til produktion af brint, hovedsageligt til transport.

For en mere udtømmende liste henvises til Brintbranchens hjemmeside: brintbranchen.dk.

CCS/CCU (Carbon Capture and Storage / Carbon Capture and utilization) er et af de væsentligste værktøjer for at nå 70 %-reduktionsmålet i 2030. Også herfra vil der være betydelige mængder overskudsvarme, der potentielt kan udnyttes. Fælles for de ovenstående initiativer er således, at der er betydeligt potentiale for at udnytte de væsentlige mængder af overskudsvarme fra processerne, og mængden af overskudsvarme vil være kraftigt stigende. Vores fjernvarmesystemer i de store byer blev netop etableret gennem firserne og halvfemserne med formålet at udnytte overskudsvarme fra elproduktionen og fra andre kilder. Det kræver imidlertid politisk energiplanlægning på nationalt niveau at sikre, at der findes egnede lokaliteter for især datacentrene og PtX-anlæggene ved de største byer i Danmark. PtX-anlæg i mange MW-klassen kan kun udnytte en yderst begrænset andel af overskudsvarmen, hvis anlæggene placeres ved de mindre byer. Det skal dog bemærkes, at der er en teknologisk udvikling i gang inden for PtX-teknologi, der kan medføre betydelige mindre mængder overskudsvarme, end vi ser i dag, hvilket kan være en risiko for en potentiel varmeaftager.

I tillæg til ovenstående, er der i mange byer ønsker om at udnytte geotermisk varme. Der er fundet en god forretningsmodel, som kan sikre, at den geotermiske varme kan udnyttes. Og det er yderst positivt, men også på dette område er planlægning helt essentielt for at sikre, at de geotermiske projekter etableres, hvor der ikke er let tilgængelig samfundsøkonomisk fordelagtig overskudsvarme. PtX-anlæg, der skal producere flybrændstof og metanol til skibsfarten, bør især søges placeret i tilknytning til affaldsforbrænding og biomassebaserede anlæg med CCU-kapacitet. Det er dog også en forudsætning for projekterne, at der er adgang til store mængder vedvarende energi, især fra havvindmølleparker, samt adgang til store mængder rensset vand, der forbruges i elektrolyseprocessen.

Adgangen til store vandmængder samt mulighed for at bortlede restprodukter kan således være en af de afgørende faktorer, der bør tages hensyn til i den overordnede planlægning. Meget peger på, at de store kraftværkspladser, som har den øvrige infrastruktur, bør reserveres til PtX-anlæg. Varmeplanlægningen i kommuner og selskaber har potentialet til at fremme de projekter, der er fordelagtige for samfundet og for brugerne under hensyntagen til lokale forhold og på tværs af sektorer, matrikelgrænser og kommunegrænser. Desværre er der en række centralt fastsatte regler, som fordyrer den grønne omstilling.



1.2

Forceret uafhængighed af russisk gas

Den danske varmeplanlægning blev omkring 2005 intensiveret med henblik på at konvertere større kunder fra gas til fjernvarme, men omkring 2013 blev konverteringstakten reduceret markant, og ressourcer fra sektoren blev overført til andre sektorer. I juni 2020 indgik Folketingets partier en bred klimaaftale, der bl.a. indeholdt, at fjernvarmeprojekter kunne godkendes uden en sammenligning med fossile alternativer, og endvidere blev der iværksat

en række initiativer, der skulle gøre energisektoren fri for kul, olie og naturgas i 2030². I juni 2022 indgik et bredt flertal i Folketinget en aftale, som skal gøre Danmark uafhængig af russisk gas. Det skal blandt andet ske ved at sætte skub i udrulning af grøn varme. Fjernvarmen skal tilbydes der, hvor det giver mening. Andre steder skal der være gode muligheder for alternative grønne løsninger som f.eks. varmepumper. Ambitionen var, at inden år 2028, skulle udrulning af fjernvarme være gennemført i hele landet.

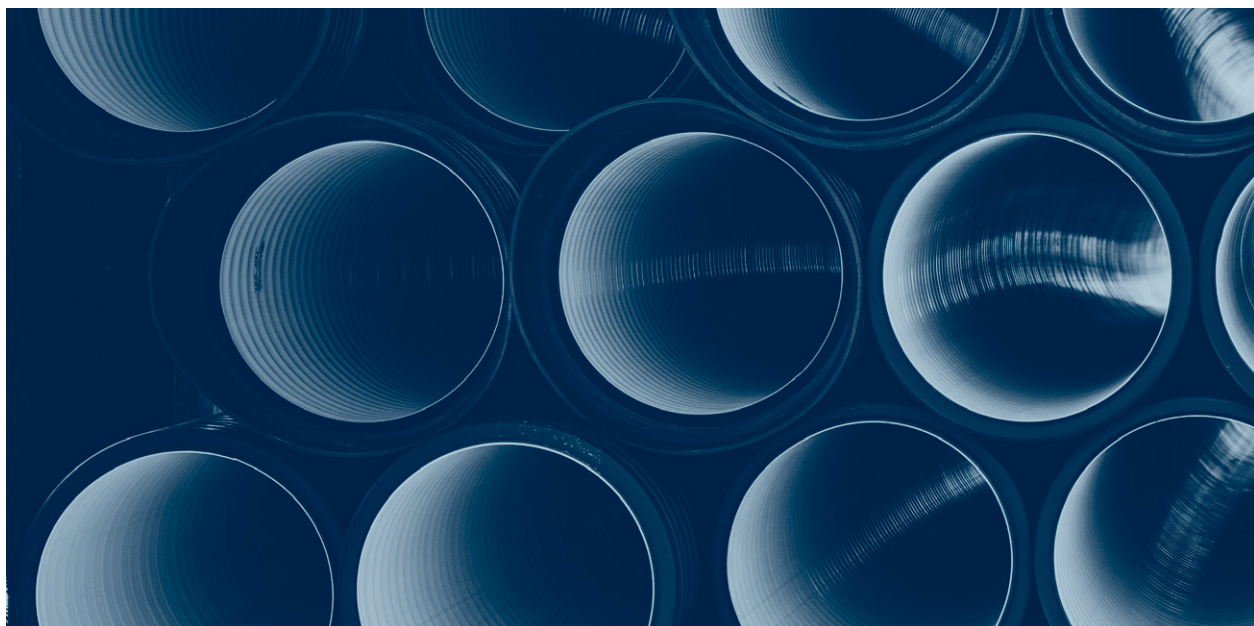
NATURLIG OMSTILLING UNDER ENERGIKRISEN

Krisen på energimarkedet i slutningen af 2022 medførte betydelige stigninger i både el- og gaspriserne. Specielt boligejere med naturgasfyr blev hårdt ramt og kunne se frem til en mangedobling af omkostningerne til energi, hvis de høje priser var fortsat. Mange fjernvarmeselskaber havde mulighed for at lægge produktionen om, hvilket resulterede i, at de gennemsnitlige stigninger i prisen, man oplevede som fjernvarmekunde, var betydeligt lavere. Dette medførte et naturligt ønske fra mange boligejere med naturgasfyr om at skifte til en grønnere forsyningsform. I 2023 er prisen for naturgas faldet en del, men er stadig højere end før 2022-krisen. Interessen for skift fra gas til fjernvarme er dermed reduceret.

Den markante stigning i konverteringen medførte et betydeligt pres i hele forsyningskæden til fjernvarme – fra producenter over rådgivere og entreprenører til fjernvarmeselskaber med videre. Dette gav, bl.a. på grund af manglende arbejdskraft, udslag i betydelige prisstigninger på etablering af fjernvarme og på erhvervelse af varmepumper.

Udbygningen med fjernvarme er forbundet med betydelig usikkerhed pga. manglende værktøjer for fjernvarmeselskaberne. De kan således godt planlægge med tilslutning af nye områder, men med risiko for, at tilslutningsprocenten falder i takt med, at boligejere i stedet vælger at etablere egen varmepumpe. Jo mindre kundegrundlag for fjernvarme, des højere priser for varmen. Dette forværres af, at dele af reguleringen tilskynder eller tvinger kunder til at fravælge fjernvarme.

Regeringen nedsatte NEKST (den nationale energikrisestab) med to arbejdsgrupper, der skal se på hhv. hindringer mod mere sol og vind på land og for hurtig udrulning af fjernvarme samt komme med løsninger til at fjerne hindringerne.



2 Bred klimaaftale bringer Danmark tilbage i den grønne førertrøje (fm.dk)

1.3

Prisloft for overskudsvarme strider mod varmeforsyningsloven

Der er indført et centralt styret teoretisk prisloft på overskudsvarme, der ikke kun omfatter den overskudsvarme, som industrien bortkøler ved lav temperatur, men også omfatter de projekter, som fjernvarmeselskaber vil og bør gennemføre for at udnytte samfundsøkonomisk fordelagtig overskudsvarme med en varmepumpe frem for omgivelsesvarme. Der er allerede en lang række eksempler på, at prisloftet blokerer for overskudsvarmeprojekter.

Projekter, der er til fordel for samfundet og for fjernvarmebrugerne under hensyntagen til de faktiske lokale forhold og som er godkendt i henhold til varmeforsyningsloven. Denne blokering mindsker muligheden for at udfase naturgassen, dels til fjernvarmeproduktionen, dels til konverteringsprojekter. Desuden tilføjer loftet på overskudsvarme yderligere komplikationer til en allerede kompliceret lovgivning, med fare for at fjernvarmeselskaber afholder sig fra at investere, idet risici kan være vanskelige at overskue.

Der eksisterer allerede en god og gennemprøvet lovgivning inden for varmeområdet med substitutionsprincippet og maksimale omkostninger, som ikke tilgodeses med det generelle prisloft. Overskudsvarmen bør derfor frisættes og følge den eksisterende lovgivning.

1.4

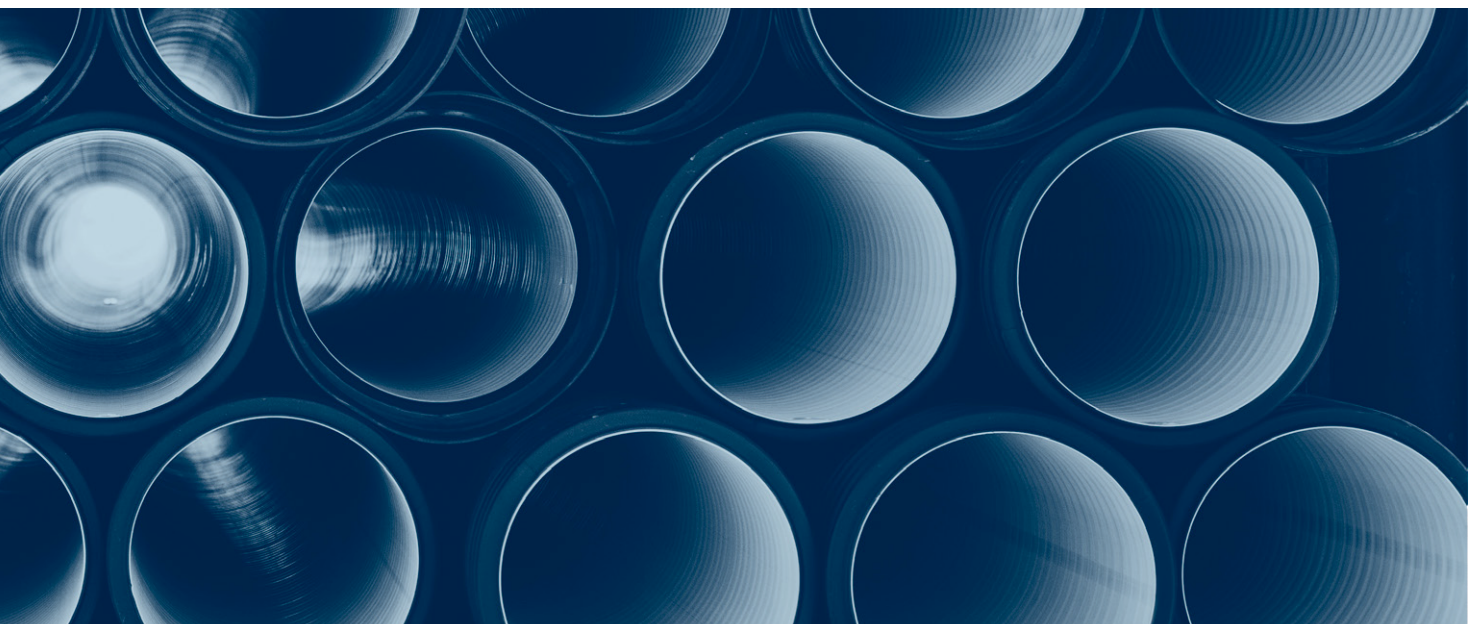
Tvungen energiramme i BR18 strider mod varmeforsyningsloven

Bygningsreglementet (BR18) stiller energimæssige krav til bygningens klimaskærm samt til bygningens evne til at udnytte lav temperatur, som bidrager til den grønne omstilling. Derudover er der et obligatorisk energiramme krav til bygningens energiforsyning, der tildeler fjernvarmen en faktor på 0,85, mens en effektiv individuel varmepumpe med COP-faktor på 3,0 tildeles en faktor på ca. 0,62. Det svarer til, at fjernvarmen sidestilles med en ineffektiv varmepumpe med COP-faktor 2,2.

Denne praksis undergraver dermed varmeforsyningsloven og kommunernes arbejde med varmeplanlægning. Folketinget har vedtaget, at kommunerne af hensyn til "det frie valg" ikke længere må pålægge tilslutningspligt for ny bebyggelse til fjernvarme, selvom det er samfundsøkonomisk fordelagtigt. Hvis der var lige vilkår, ville tilslutningspligt heller ikke være afgørende.

Problemet er imidlertid, at Bygningsreglementets energirammebestemmelse med disse energiramme faktorer reelt pålægger tilslutningspligt til individuelle varmepumper. Misforholdet kommer af, at energirammen bestemmes af faktorer på el og fjernvarme, som hverken afspejler samfundsøkonomi, brugerøkonomi, miljø, forsyningssikkerhed eller elprisens fluktuationer.

Energiramme faktorerne har yderligere en uheldig effekt på energimærkningen, idet energikonsulenter i henhold til Bekendtgørelsen om Håndbog for Energikonsulenter skal tildele bygningen et bedre energimærke, hvis der konverteres fra fjernvarme til varmepumpe.



1.5 Manglende incitament til at bevare reserve for vind

Klimarådet har påpeget, at vi kan udnytte mere vind og sol i vores energisystem, hvis vi bevarer en reservekapacitet, som kan producere el, når vinden ikke blæser. Den gasfyrede kraftvarme, der fungerer som reserve for vindenergi, er ved at blive afviklet mange steder, fordi der ikke længere ydes en kapacitetsbetaling – og det går hurtigere, end Energistyrelsen havde forventet. Det betyder, at Danmark i højere grad bliver nødt til at importere el til høje priser, der sættes af gasfyrede kondensationsværker uden varmeudnyttelse.

Resultatet ses tydeligt i de voldsomt stigende balanceringspriser på elmarkedet. Siden starten på den decentrale kraftvarme i 90'erne har der eksisteret en omkostningsbestemt kapacitetsbetaling. Kapacitetsbetalingen er bortfaldet, netop som elsystemet har behov for, at kapaciteten bevares. En mindstebetaling vil give selskaberne incitament til at levetidsforlænge de bedste anlæg og etablere konkurrencedygtige nye gasturbiner, hvor spildvarmen kan udnyttes.

1.6 Manglende incitament til fjernkøling i Danmark

Fjernkølingen er globalt set lige så vigtig som fjernvarmen, men med vores klima, hvor der ikke bør være aktivt kølebehov til beboelse, er fjernkøling kun økonomisk fordelagtig i bycentre og erhvervsområder, hvor der er kølebehov til komfort og til bortkøling af overskudsvarme. Fjernkølingen kan i kraft af storskalafordele, samtidighedsforhold og det udstrakte fjernkølenet bl.a. fremme samfundsøkonomiske projekter med fleksibelt elforbrug og samproduktion af køl

og varme, der udnytter overskudsvarme. Bygningsreglementets energiramme faktorer giver imidlertid en bygningsejer stærke incitamenter til at etablere samproduktion af varme og køl på egen matrikel frem for at indgå i et energifællesskab med bygninger i nabolaget i form af fjernvarme og fjernkøling.

Fjernvarme og fjernkøling vil, i kraft af bl.a. storskalafordele og sektorkoblinger mellem varme, køl og el, normalt være økonomisk fordelagtigt for samfundet og bygningsejerne. Desuden vil fjernkølenettet kunne levere proceskøling og dermed udnytte overskudsvarme, som ellers skal bortkøles. Bygningsejere, der forledes til at vælge egen matrikeløsning, er desuden med til at undergrave muligheden for, at de øvrige bygningsejere i nabolaget kan få fjernvarme og fjernkøling.

Der er derudover også administrative forhindringer for, at fjernvarmeselskaber kan udnytte overskudsvarme via fjernkølenet.





1.7

Konkurrenceudsættelse af området for affaldsenergianlæg

Et bredt flertal indgik i 2020 en politisk aftale om en grøn affaldssektor med cirkulær økonomi, og af aftalen fremgår det bl.a., at kapaciteten til termisk affaldsbehandling i Danmark skal reduceres med 30 %. Ønsket om kapacitetsreduktionen er baseret på en snæver dansk betragtning om, at vi skal reducere CO₂-udledningen fra danske aktiviteter uden hensyntagen til, om dette kan medføre øget CO₂-udledning i udlandet.

Når kapaciteten i Danmark reduceres, reduceres nemlig også muligheden for, at Danmark kan medvirke til at løse de generelle udfordringer, der er i Europa, med behandling af affald grundet manglende eller ineffektive anlæg der.

Som et middel til at nå kapacitetsreduktionen på 30 %, er det besluttet, at affaldsenergiområdet skal konkurrenceudsættes med det formål, at de "mindst effektive" anlæg tages ud af drift som følge af en påtvunget forringet driftsøkonomisk situation for anlæggene. Dette forventes at ske enten ved konkurer eller frivillige aftaler. Der er derfor vedtaget lovændringer, der bevirker, at kommunerne ikke må etablere anvisningsordninger for forbrændingseget erhvervsaffald, og at opgaver med behandling af forbrændingseget affald hos kommunerne skal udbydes senest med virkning fra den 1. juli 2025. Videre er det ved lov bestemt, at driften af kommunalt ejede affaldsenergianlæg fra den 1. januar 2025 kun må ske i form af et aktie-/anpartsselskab (dog med visse undtagelser).

EN POTENTIEL HINDRING FOR FJERNVARMERPRODUKTIONEN I tillæg til konkurrenceudsættelsen forventes affaldsenergianlæggenes muligheder for varmeindtægter fra produktion af fjernvarme endvidere reduceret, idet der er fremsat forslag om beregning af nyt og lavere prisloft for salg af fjernvarme fra disse anlæg. Denne bestemmelse, som har til hensigt at mindske fordelene ved at afbrænde affald, bør ikke være en hindring for, at de pågældende anlæg kan erstatte de manglende affaldsmængder med affaldstræ og sælge varmen derfra til en omkostningsbestemt pris.

Konkurrenceudsættelse og de lavere varmeindtægter kan føre til konkurer og/eller ophør af drift af affaldsenergianlæg, og ved en reduktion af kapaciteten til termisk affaldsbehandling reduceres også mængden af fjernvarme, der produceres på disse anlæg. Danske affaldsenergianlæg står i dag for ca. 25 % af den danske produktion af fjernvarme, og hvad der tilsyneladende kunne se ud som en gevinst for fjernvarmeværkerne (gennem lavere varmepriser) kan hurtigt blive vendt til en stor økonomisk byrde for de fjernvarmeområder, hvor man bliver nødsaget til at etablere ny og alternativ varmeproduktion, når det lokale affaldsenergianlæg lukkes. Det er derfor vigtigt, at infrastrukturen i de anlæg, der evt. lukkes, overdrages til fjernvarmen, så muligheden for at omlægge til andet brændsel og udnytte infrastrukturen til andre varmekilder udnyttes.

Sluttelig skal det bemærkes, at etablering af kulstoffangst og efterfølgende lagring af CO₂ fra de danske affaldsenergianlæg vanskeliggøres i meget høj grad af konkurrenceudsættelsen, hvorfor branchens mulighed for at bidrage med CO₂-neutral affaldsbehandling i bedste fald forsinkes og i værste fald forhindres.

1.8

Strategi for biomasseressourcer

Danmark har en ambitiøs målsætning om at bruge 100 % vedvarende energi til alle energiformål inden 2050. Biomasse spiller en vigtig rolle i at nå dette mål i landbruget, til energiproduktion og produktion af grønne brændsler mv. og dermed til erstatning af gas og olie. Og den vil desuden få en rolle som kulstofkilde og erstatning for kemikalier og materialer i andre sektorer, hvilket ofte efterlader en rest, som kan bruges til energi.

Danmark har gode forudsætninger for at udnytte CO₂ som ressource og for at producere grønne brændsler effektivt, da vi har store affalds- og biomassefyrede kraftvarmeværker og har alle steder mulighed for at udnytte overskudsvarmen fra CO₂-fangst. Dette forudsætter dog, at der skabes rammebetingelser, som sikrer, at de afholdte investeringer kan udnyttes med hjemlige ressourcer og ved import af affald og biomasse fra lande, der endnu ikke formår at udnytte dem på bæredygtig vis.

For at sikre, at biomassen bedst muligt bidrager til at nå Danmarks målsætning om 100 % vedvarende energi, er det nødvendigt med en sammenhængende biomassestrategi, der ser på de forskellige anvendelsesmuligheder og sikrer, at biomassen udnyttes mest bæredygtigt.

2. Energisektorens væsentligste udfordringer

Energisektoren er uden sammenligning den del af den danske infrastruktur, der har gennemgået den mest markante udvikling over de seneste år – og givet også kommer til at gøre det over den næste årrække. Både den grønne omstilling og den globale sikkerhedssituation stiller hver deres krav, samtidig med at vores samfund i takt med den teknologiske udvikling generelt får et større og større energibehov. I så stor og central en sektor vil der naturligt være en del udfordringer. Her er en oversigt over de væsentligste.

2.1 Forsyningssikkerhed

Den første præmis for energisektoren er at sikre en stabil, tilstrækkelig forsyning til samfundet. Derfor er forsyningssikkerhed et element, der skal tænkes ind i alle dele af energiplanlægningen, og det er udfordret på en lang række områder.³

DEN GRØNNE OMSTILLING STILLER NYE KRAV Forsyningssikkerhed i energisystemet bliver udfordret med den grønne omstilling. Tidligere var store energireserver til rådighed: Kul lagret ved kraftværkerne, obligatoriske olielagre (nok til 90 dage), gaslagre (både underjordiske og line-pack), mulighed for sæsonvariation af gasproduktionen i Nordsøen og forbrugernes lokale olielagre i husholdninger og biler. Ved et mere elektrificeret system vil der være tale om langt større krav til balance på kort sigt. Der er endnu ikke etableret energilagre baseret på ikke-fossile energikilder, der helt kan erstatte lagrene med fossile brændsler.

Med øget elektrificering baseret på vedvarende energi bliver der desuden et øget behov for transport af elektricitet over lange afstande, hvor det tidligere var fossile brændsler, der blev transporteret. Der er dog fortsat et behov for transport af disse brændsler over lange afstande, da gas-, olie- og kulproduktionen i EU er hastigt faldende, og ressourcerne derfor skal flyttes og fordeles i højere grad end tidligere. Efter Ruslands angreb på Ukraine er forsyningskæderne fundamentalt ændrede, og f.eks. er gasforsyning med rørledninger fra Rusland erstattet af LNG-import fra bl.a. USA. Systemet er følsomt over for uforudsete hændelser. I 2022 var der eksempler på, at en enkelt hændelse, som branden på LNG-terminalen Freeport, påvirkede LNG-eksporten fra USA i over et halvt år.

De spektakulære hændelser ved gasrørledningerne Nord Stream og Balticconnector viser, at vores energiinfrastruktur er sårbar – også på havets bund. Der er behov for nye tiltag, der kan beskytte infrastrukturen, eller behov for øget robusthed, f.eks. ved at etablere flere forbindelser og flere decentrale anlæg, der kan fungere i ø-drift samt med lokale backup-anlæg.

Det er dog ikke udelukkende et spørgsmål om faren for tilsigtede angreb. Mange afbrydelser af offshore rørledninger og kabler skyldes dog også utilsigtede brug af ankre. Her er der brug for nye internationale regler og træning for at nedbringe antallet af hændelser.

Ud over en beskyttelse af den vedvarende energiinfrastruktur, er der behov for en strategi for beskyttelse af de danske produktionsanlæg.

MULIGHED FOR OMSTILLING AF LAGRE OG ANLÆG Den nuværende infrastruktur giver flere muligheder for at styrke forsyningssikkerheden:

- De to danske gaslagre i Stenlille og Lille Torup kan lagre biometan og VE-gas fra PtX-anlæg, og lagrene kan suppleres med underjordiske lagre for brint og andre VE-brændsler.
- De centrale olielagre og olietanke på kraftvarmeværker og fjernvarmeværker kan lagre VE-olie.
- Flisfyrede anlæg kan lagre flis, men dog i begrænset størrelse og kun inden for få år, da flisen nedbrydes og en eventuel selvantændelse er vanskelig at slukke.
- De mange decentrale kraftvarmeanlæg bør indrettes, så de kan drives i ø-drift.
- Gasfyrede anlæg indrettes, hvor det er muligt, så de kan omstilles til VE-olie.
- Fjernvarmen øger varmelagerkapaciteten og brændselsfleksibiliteten med backup-anlæg.

Produktion af vedvarende energi som vind-, sol- og vandkraft varierer betydeligt fra år til år. Dette betyder, at der kan blive behov for at tilpasse udbygningen af vedvarende energi til de år, hvor der er mindst energiproduktion, eller at etablere langtidslagre, som supplement til ovennævnte muligheder, f.eks. underjordiske brintlagre.

3 https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Globalcooperation/security_of_electricity_supply_in_denmark.pdf

HELT NYE KRAV TIL ELSEKTOREN Elsektoren står over for betydelige udfordringer. Hvor det tidligere var forbrugerne og dermed det samlede elforbrug, der var bestemmende for produktionsvolumenet, bliver det i fremtiden i højere grad produktionen, der kommer til at diktere betingelserne for forbruget. Den store mængde fluktuerende energi betyder, at der ofte i fremtiden vil være højere produktion end forbrug, hvilket stiller krav til forbrugernes fleksibilitet.

Klimarådet har noteret sig, at vi i Danmark kan basere vores behov på vind og sol, hvis blot en stor del af elforbruget bliver fleksibelt, og hvis vi har backup-kapacitet til det ufleksible elforbrug. Teknisk set er det muligt, at el til fjernvarme og PtX kan blive fuldt fleksibelt, mens el til mobilitet og industri kan blive delvist fleksibelt. Det er et spørgsmål om, at tariffer og vilkår skal fremme den fleksibilitet, der er samfundsøkonomisk fordelagtig.

Centrale varmepumper kan eksempelvis løbende tilpasse produktionen, afhængig af produktionen, ved hjælp af tilknyttet termisk lager, mens individuelle varmepumper har mere begrænset fleksibilitet. I dag er det via apps muligt at følge elprisen time for time, og disse apps blev specielt populære under energikrisen i efteråret 2022 og betød, at mange familier begyndte at planlægge deres elforbrug til stor fordel for dels familiernes økonomi, men også for energisystemet.

Grundbeløbets ophør for den decentrale gasfyrede kraftvarme ved udgangen af 2018 satte de decentrale anlæg under pres og betyder, at mange af dem bliver afviklet frem for at kunne yde balanceringsydelser til elsystemet. Energinet skal ifølge Elforsyningsloven årligt udarbejde en redegørelse om elforsynings sikkerhed med en anbefaling om niveauet for forsynings sikkerheden ti år ud i fremtiden. Redegørelsen fokuserer således på den langsigtede udvikling frem mod og efter 2033.



FORSYNINGSSIKKERHED ER ET SPØRGSMÅL OM TEAMWORK Elforsyningssikkerhed er et samspil mellem elproducenterne, det fysiske elnet, elmarkedet og elforbrugerne. Elforsyningssikkerheden afhænger af, i hvor høj grad elforbrug og elproduktion kan balanceres med hensyn til, hvor den forbruges og på hvilket tidspunkt af døgnet. Hertil kommer, om elnettet er i stand til at overføre den elektriske energi, samt hvordan elnettet påvirkes i fejlsituationer. Vurdering af den samlede elforsyningssikkerhed kan opdeles i fire kategorier:

- Effektilstrækkelighed er elsystemets evne til at dække elforbrugernes samlede efterspørgsel på el.
- Nettillstrækkelighed er elnettets evne til at transportere el fra produktionsstederne til forbrugsstederne.
- Robusthed er elsystemets evne til at håndtere driftsforstyrrelser og fejl, uden at det påvirker forsyningen af el til forbrugerne med hensyn til opetid og kvalitet.
- IT-sikkerhed er evnen til at opretholde høj opetid på kritiske IT-systemer og modstå cyberangreb.

Energinet gav i "Redegørelse for elforsyningssikkerhed 2022" en anbefaling for niveauet af afbrudsminutter, i form af et samlet planlægningsmål for 2032 på i alt 38 afbrudsminutter. Energinet planlagde sidste år med 38 afbrudsminutter for at tage hensyn til opgraderinger mv. af nettet, men oplyser, at det faktiske niveau for elforsyningssikkerhed er højt og svarer til i alt ca. 20 afbrudsminutter i gennemsnit pr. år, hvilket betyder, at danskerne har strøm i kontakterne i gennemsnitligt 99,996 % af tiden.

Året efter, i "Redegørelse for elforsyningssikkerhed 2023", gives en anbefaling for det fremtidige niveau for elforsyningssikkerhed i form af et samlet planlægningsmål for 2033 på i alt 36 afbrudsminutter for den danske elforbruger, som er fordelt på henholdsvis eltransmission og eldistribution. For eldistributionsnettet er planlægningsmålet 29 afbrudsminutter, og for eltransmissionsnettet er planlægningsmålet 7 afbrudsminutter. Det betyder, at de danske elforbrugere i 2033 i gennemsnit kan forvente 36 minutter uden el. Det svarer til, at elforbrugerne har strøm i stikkontakten 99,993 % af tiden.

Det er ambitiøst fortsat at planlægge med 36 afbrudsminutter, da der pågår en stor udvikling i elsystemet, nationalt samt i internationalt regi. Dette vil kræve en indsats at opretholde, både nationalt og i samarbejde med vores nabolande. Der forventes en øget risiko for, at antallet af afbrudsminutter vil stige i det danske elsystem på grund af effektmangel. Den øgede risiko skyldes i høj grad et fald i den regulerbare kapacitet og øget elforbrug i Danmark såvel som i resten af Europa.

En stigning i antallet af afbrudsminutter og en forringet elkvalitet kan ramme industrien hårdt, da det medfører, at industrien ser ind i et væsentligt øget behov for investeringer i løsninger, der kan sikre elkvaliteten, samt backupløsninger, der kan sikre produktionen ved svigt i elforsyningen. Lokale industrielle backupløsninger kan f.eks. være batterier og generatorer.

Det er Energinets anbefaling, at der udvikles nye tiltag, der kan afhjælpe udfordringer med effektilstrækkeligheden, som forudses på længere sigt i særlige situationer med meget lav elproduktion fra vind og sol. Denne udfordring forventes at være større i Østdanmark, fordi forbindelserne til udlandet, og dermed muligheden for at trække effekt udefra, er større i Vestdanmark.

I forhold til opretholdelse af en høj elforsyningssikkerhed ser Energinet i de kommende år to afgørende opmærksomhedspunkter:

- Et aldrende elnet, både på eldistributions- og eltransmissionsniveau
- En stigende risiko for manglende effektilstrækkelighed

MASSIV UDBYGNING AF ELNETTET ER NØDVENDIG En accelererede udbygning af den vedvarende energiproduktion med store havvindmølleparker og solcelleparker samt et øget elforbrug, fra f.eks. store varmepumper, elkedler, PtX-anlæg og ladestanderer til biler, medfører store krav til elnettet. Samtidig ændres elsystemet fra at være et centraliseret system, hvor kraftværker var placeret på centrale steder med stort forbrug, til et decentralt system, hvor produktionen etableres langt fra forbruget som f.eks. havvindmølleparker kombineret med f.eks. lokal produktion til enkeltforbrugere. På grund af ændringer i den vedvarende energiproduktion skal det elektriske system være klar til at transportere energi over længere afstande.

Det er derfor nødvendigt med store udbygninger og forstærkninger af elnettet langt hurtigere end tidligere antaget på både Energinets transmissionsnet og elselskabernes distributionsnet. Udbygning og forstærkning af elnettet er derfor en meget omfattende opgave, der kan blive udfordret på manglende resurser og lange leveringstider.

I forbindelse med den grønne omstilling går vi fra en elproduktion, hvor det er kraftværkernes generatorer, der med deres roterende masse sikrer den nødvendige inertie og dermed stabiliteten i elnettet, over til en converterbaseret produktion, der for nuværende ikke i samme grad kan sikre den



nødvendige stabilitet. Derfor er det nødvendigt med leverancer af systemydelser, der kan sikre denne stabilitet, når det kræves. Energinet ser på den baggrund ind i et kraftigt stigende behov for indkøb af disse systemydelser.

SYSTEMSIKKERHEDEN I ELNETTET SKAL OPDATERES Elsystemet skal kunne modstå pludseligt opståede driftsforstyrrelser ved f.eks. fejl eller udfald af produktionsanlæg. Elsystemet vil undergå en hastig forandring, hvor nye teknologier implementeres. Det betyder, at systemstabiliteten skal sikres på nye måder. Der er derfor behov for et endnu tættere samarbejde mellem systemoperatører, anlægsudviklere og forskningsmiljøer, for at der kan udvikles nye kompetencer.

MILLIARDSTORE INVESTERINGER I ELNETTET Energinet oplyser, at der de kommende år på transmissions- og distributionsniveau er behov for at investere store milliardbeløb hvert år til at vedligeholde, reinvestere og udbygge det eksisterende elnet, så det kan håndtere fremtidens behov for transport af strøm gennem elsystemet.

Energinet er lige nu i gang med at udbygge og forstærke det danske eltransmissionsnet med 3.300 km nedgravede kabler eller luftledninger, og yderligere projekter kan potentielt følge efter. Energinet forventer fra 2023 til 2026 at investere mere end 41 mia. kr. i eltransmissionsnettet.

Netvirksomhederne forventer frem mod 2030, at der i gennemsnit pr. år investeres 7 mia. kr. i distributionsnettene. Dette beskriver Green Power Danmark i udgivelsen "Elnet til meget mere". Allerede i dag er der steder i elnettet, hvor der ikke er tilstrækkelig kapacitet til rådighed for tilslutning af store forbrugere samt transport af strøm fra f.eks. solcelleparker.

IT-SIKKERHED ER EN VÆSENTLIG OPGAVER⁴ I Europa giver det ændrede geopolitiske landskab udfordringer i forhold til IT-sikkerheden. Det kan i værste fald også påvirke elforsyningsikkerheden. Elforsyningsikkerheden i elsystemet kan opretholdes ved at øge niveauet af automatisering og digitalisering for drift og balancering. En øget digitalisering medfører også nye sårbarheder for cyberangreb. Hertil kommer, at væsentlige dele af den vedvarende energiproduktion og elnet placeres offshore, hvor sikring af anlæg mod terror kan blive udfordret.

I EU implementeres CER-direktivet (direktiv for styrkelse af kritiske enheders modstandsdygtighed) for at robustgøre den kritiske infrastruktur i medlemslandene. CER-direktivet pålægger medlemsstaterne at udarbejde nationale risikovurderinger af kritisk infrastruktur. Sideløbende med implementering af CER-direktivet, implementeres NIS2-direktivet (direktivet for net- og informationsikkerhed), som skal forbedre modstandsdygtighed og beredskabskapacitet inden for cybersikkerhedsområdet.

Vedvarende Energiproduktion og udbygningen af elinfrastrukturen spiller en sikkerhedspolitisk rolle i forhold til den europæiske uafhængighed af energi. Derfor er der styrket fokus på de sikkerhedsmæssige aspekter af den grønne omstilling til havs. Folketingets partier vil blive involveret i lovbehandlingen af både CER-direktivet og NIS2-direktivet.

GASSEKTOREN ER FORTSAT UDFORDRET AF TERROR OG RENOVERING

Gasforsyningsikkerheden er udfordret i henhold til Energinets vurdering, bl.a. på grund af krigen mellem Rusland og Ukraine, der betyder, at den russiske gasforsyning til Europa via rørledninger er kraftigt reduceret.⁵

Nord Stream-rørledningerne igennem dansk farvand blev i 2022 udsat for en terrorhandling, som betød, at tre af de fire rørledninger ikke er operationelle. Den fjerde rørledning, der er en del af Nord Stream 2-projektet, skønnes at kunne opereres, men er ikke godkendt.

Tyrafeltet har været ude af drift på grund af genopbygning, og den danske forsyning med naturgas har derfor været baseret på import af naturgas fra Tyskland. Siden 2022 er naturgasforsyningen primært sket via Baltic Pipe fra Europipe II-rørledningen fra Norge.

EU gennemførte i 2022 en række tiltag til at sikre naturgasforsyningen, herunder krav til lagerfyldning, der skal være mindst 90 % ved varmesæsonens begyndelse i 2023. Herudover har EU etableret fælles indkøb af naturgas.

I Danmark har den øgede produktion af biogas samt udfasning af gasforbrug medvirket til at øge forsyningssikkerheden, idet over 40 % af gasforbruget nu er biogas, og det forventes, at gassystemet er 100 % grønt i 2030. Det er teknisk muligt at øge biogasproduktionen yderligere, ligesom E-metan kan øge andelen af grønne gasser. Til trods for potentiel reduktion i husdyrbeholdningen over en årrække, forventes det stadig, at der kan produceres betydelige mængder biogas. Bl.a. er det muligt at anvende den store produktion af halm herhjemme.

Baltic Pipe-forbindelsen fra Norge til Polen via Danmark blev taget i brug i 2022 og medvirker til øget forsyningssikkerhed i såvel Danmark som Polen og de lande, der er forbundet med Polen, herunder Litauen, Slovakiet, Tjekkiet og Ukraine. Kapaciteten af Baltic Pipe er 10 mia. m³, hvilket er mere end tre gange det danske forbrug.

Den danske gasforsyningssikkerhed er reguleret i henhold til EU's Gasforsyningssikkerhedsforordning, der er omsat i dansk lovgivning. Heri opdeles gaskunderne i beskyttede og ikke-beskyttede kunder. Dette spørgsmål blev aktuelt i 2022, da der var risiko for fysisk mangel på gas. Da Danmark også har forpligtigelser over for nabolandene, er det ikke tilstrækkeligt, at de danske lagre er fyldte, og der er direkte forbindelse fra Nordsøen og produktion af biogas.

Gasforsyningssikkerhed er i høj grad et EU-anliggende, men Danmark har, som transitland for norsk gas til Sverige og Polen, som gasproducent fra Nordsøen og som den relativt set førende producent af biogas, en betydelig rolle for at sikre forsyningssikkerheden i hele regionen – ikke mindst i Østersøområdet.

OLIESEKTOREN ER UNDER OMSTILLING

Danmark er stadig en af de største olieproducenter i EU, og dette forventes at fortsætte i de kommende år. Da det er besluttet at stoppe olieproduktionen i 2050, er der en begrænset tid til rådighed for at sikre værdien af de danske oliereserver.

Der er to raffinaderier i Danmark, som begge er i gang med omstilling til nye grønne brændsler. I Fredericia er det f.eks. til anvendelse af grøn brint fra starten af 2024. Denne omstilling er vigtig for at bibeholde produktionen af flydende brændsler i Danmark.

Olieforsyningen til EU bliver i højere og højere grad baseret på import fra lande uden for EU. Efter Ruslands invasion af Ukraine gennemførte EU en række tiltag for at reducere importen af olie fra Rusland. Dette betød i 2022-2023 en dramatisk ændring i forsyningen med olie, hvor der skete en

4 Strategi for forsyningssikkerhed | Styrelsen for Forsyningssikkerhed (sfos.dk)

5 https://energinet.dk/media/joroj3x4/reddeg%C3%B8relse-for-gasforsyningssikkerhed_2022.pdf

stigning af importen af råolie til EU fra Nord- og Sydamerika. Desuden er Irak, Saudi Arabien og vest- og nordafrikanske lande nu vigtige leverandører.

For handlen med olieprodukter skete der tilsvarende store ændringer. EU har historisk en lille eksport af benzin og stor import af gas- og dieselolie, herunder jetfuel, hvilket betyder øget sårbarhed for disse produkter. Her førte sanktionerne mod Rusland til en stigende import til Europa fra Asien, Mellemøsten, Amerika og Afrika. Der har i perioder været bekymring om dieselforsyningen.

Forsyningsikkerhed med olie er reguleret af EU og IEA. Der er krav til 90 dages olielagre i henhold til EU-reguleringen. Andre lande har tilsvarende krav til strategiske lagre, og her har USA besluttet at trække på lagrene med henblik på at undgå store prisstigninger.

2.2 Balancering af energisystemet ⁶

Der er i øjeblikket stigende omkostninger til balanceringsydelser i elsystemet – altså den øvelse at sikre, at der på et givet tidspunkt hverken er for meget eller for lidt strøm, når produktionen ikke er konstant. Og disse omkostninger forventes alt andet lige at stige i takt med udbygningen af VE-anlæg baseret på vind og sol. De stigende ydelser og elektrificeringen giver imidlertid incitament til at investere i anlæg, der kan levere disse ydelser. På kort sigt har fjern-

varmesektoren vist sig at være effektiv til at levere nedregulering med elkedler og opregulering med gasfyret kraftvarme. På længere sigt vil elektrolyse også kunne bidrage med opregulering.⁷

Dette års redegørelse fra Energinet vil vise, at der med tiden er en stigende risiko for, at der ikke er nok effekt til at dække elforbruget i Danmark. Udfordringerne opstår, fordi der ses ind i en nedgang i den regulerbare termiske kapacitet, som f.eks. kraftvarmeværker, samtidig med en stigning i det danske elforbrug, som også ses i resten af Europa.

Der er en risiko for at mangle effekt til at opretholde en tilfredsstillende effekttilstrækkelighed, der relaterer sig både til at have effekt nok til rådighed i markedet, der kan dække efterspørgslen på strøm, men også om der er tilstrækkelige balanceringsreserver. Udfordringerne med effektmangel opstår typisk på tværs af Europa på tidspunkter, hvor produktionen fra sol og vind er lav. Energinet forventer derfor et behov for flere systemydelser og balanceringsreserver til at håndtere større og hyppigere ubalancer i fremtidens elsystem. Energinet forventer derfor indkøb af systemydelser på 2-3 mia. kr./årligt.

2.3 Sikring af den grønne kapacitet

Den markante udbygning af vedvarende energi forventes at bidrage med grøn strøm til både elforbruget i Danmark, eksport til resten af Europa samt grøn strøm til produktionen af grønne brændstoffer til f.eks. fly, skibe og tung transport. Det forventes, at den danske elproduktion vil overstige elforbruget i Danmark i de fleste år frem mod 2035. Det er dog forbundet med væsentlige usikkerheder relateret til forhold på produktionssiden vedr. idriftsættelse af kommende hav-

vindmølleparker og solcelleprojekter samt på forbrugssiden, f.eks. i forbindelse med udviklingen i elforbruget fra de store datacentre.

En væsentlig del af den forventede forøgelse af elforbruget forudsiges at gå til elbiler og varmepumper, som potentielt vil kunne agere mere fleksibelt end det klassiske elforbrug. Datacentre er en anden væsentlig del af stigningen i elforbruget, som er karakteriseret ved at have et forbrug, der er næsten konstant. Sammensætningen af elforbruget vil blive markant anderledes set frem mod 2030 og 2035. Elforsyningen til elektrolyse og delvis fjernvarmeforsyning kan ligeledes i højere grad end det klassiske forbrug spille sammen med den fluktuerende elproduktion fra vind og sol.

I regeringsudspillet "Danmark kan mere II" er der oplyst seks initiativer, der skal sikre mere grøn strøm:

- Vi skal høste det fulde havvindspotentiale i Danmark.
- Vi skal producere 1-4 GW ekstra havvind inden udgangen af 2030.
- Vi skal igangsætte forberedelse af nye energier i Nordsøen.
- Der skal etableres et regionalt og europæisk samarbejde om markant udbygning af havvind i Nordsøen og Østersøen.
- Vi skal have en firedobling af den samlede produktion fra solenergi og landvind frem mod 2030.
- Der skal være hurtigere sagsbehandling og bedre balance i miljøreguleringen.

6 https://energinet.dk/media/y5rhoqjy/pathways-towards-a-robust-future-energy-system_energinet-2023-01-23.pdf

7 https://energinet.dk/media/y5rhoqjy/pathways-towards-a-robust-future-energy-system_energinet-2023-01-23.pdf

Disse initiativer forventes dog ikke at være tilstrækkeligt til at dække behovet på ca. 200 TWh i 2050, som Energinet har skitseret i deres Analyseforudsætninger fra 2023.

MERE HAVVIND FREM MOD 2030 OG 2050 Det vurderes foreløbigt, at der alene i den danske del af Nordsøen kan være potentiale for at udnytte mindst 35 GW havvind frem mod 2050, jf. "Danmark kan mere II". Det er 15 gange så meget havvind, som er installeret i Danmark i 2022.

TEMPO PÅ LANDVIND OG SOLENERGI Solcelleparker og landvindmøller kan levere billig grøn energi hurtigt i årene frem mod 2030. Derfor skal der mere fart på udbygningen. Regeringen har som ambition at firedoble den samlede produktion fra solenergi og landvind frem mod 2030 og gå i dialog med kommunerne om øget udbygning af vedvarende energi på land. Der vil også blive præsenteret et katalog med initiativer, der skal understøtte en ambitiøs udbygning af solcelleanlæg og landvindmøller, jf. "Danmark kan mere II". Regeringen har i skrivende stund rapporten "Screening for arealer til potentielle større energiparker på land" i høring.

TO ENERGIØER - TO TEMPI Der er planlagt to energiøer, og det forventes, at det vil påvirke Danmarks elbalance væsentligt i en positiv retning, da man påregner, at Danmark får et stort overskud af grøn strøm, som kan udnyttes til den direkte henholdsvis indirekte elektrificering af andre sektorer eller kan eksporteres til Danmarks nabolande.

ENERGIØ BORNHOLM ER PÅ VEJ Folketinget har besluttet at etablere Energiø Bornholm. Energiøen giver mulighed for at udnytte det store potentiale for vindenergi i Østersøen. I forbindelse med Energiø Bornholm opstilles der samlet set 3 GW-havvindmøller i Østersøen syd for Bornholm. Strøm produceret af disse vindmøller føres ind til en omformerstation på Bornholm, der forbindes med elkabler til omformerstationer på Sjælland henholdsvis i Tyskland. Energiø Bornholm-projektet er påbegyndt i 2022 med en forventet anlægsfase for stationer og kabler fra 2025 frem til nettilslutning og idriftsættelse i 2030.

ENERGIØ NORDSØEN ER STADIG I PROJEKTFASEN Energiø Nordsøen er den største af de to planlagte energiøer i Danmark. Energiø Nordsøen placeres ca. 100 km ud for Thorsminde og bliver et centralt opsamlingspunkt for strømmen, der produceres fra havvindmølleparkerne. Med søkabler fordeles strømmen videre herfra til flere af de omkringliggende lande.

I 2033 skal Energiø Nordsøen efter planen levere 3 GW, som svarer til 3 mio. husstandes årlige strømforbrug. Frem mod 2040 udbygges øen yderligere til 10 GW. I princippet kan man vælge enten at bringe elproduktionen i land og producere brint og PtX-produkter på landbaserede anlæg eller alternativt at producere brint og PtX-produkter på øen og bringe brinten i land. Sker produktionen på øen, vil omkostningerne til etablering af øen stige, og der er ikke mulighed for at udnytte de betydelige mængder spildvarme fra produktionen.

Regeringen har besluttet at udskyde beslutning om at udbyde Energiø Nordsøen som en kunstig ø af økonomiske årsager. Beslutningen tager udgangspunkt i, at en kunstig ø, ejet af et offentligt-privat partnerskab, tegner til at blive for dyr og risikabel for staten. Analyser fra Energistyrelsen viser, at statens andel for en kunstig ø-konstruktion kan blive 50 mia. kr. for det samlede projekt. I efteråret 2023 begynder man derfor at undersøge, om Energiø Nordsøen i stedet kan etableres som flere store platforme, som ville være en billigere og mindre risikabel løsning for staten. Analyserne af platformsalternativet til Energiø Nordsøen vil indgå som en del af regeringens og forligskredsens beslutningsgrundlag, når der skal træffes endelig beslutning om, hvorvidt man vil gå videre med Energiø Nordsøen eller ej.

Det forventes ikke, at tidsplanen for nettilslutning og idriftsætning af Energiø Nordsøen 2033 bliver påvirket negativt, hvis man ender med at beslutte sig for en platformsløsning.





3. Fremtidens energi: Nye teknologier og tankegange

Fremtidens stigende energiforbrug og de presserende behov for omstilling, som forbrugsmønstre sammen med klimaudfordringerne fordrer, er drivende for en række nye teknologier inden for området. Fælles for dem alle er, at de fokuserer på sektorkobling – altså et øget samarbejde mellem forskellige sektorer, enten med formål at øge energieffektiviteten eller for at producere nye produkter til den grønne omstilling.

Sektorkobling er i stadigt stigende grad blevet et buzzword, men sektorkobling er ikke nyt. Et af de mest almindeligt kendte eksempler er formentlig samproduktionen af el og varme, hvor elsektoren, varmesektoren og brændselssektoren samarbejder om øgning af energieffektiviteten og lagde grundstenen for etablering af de store fjernvarmenet, der forsyner vores byer.

I dag ses sektorkoblinger mange steder:

- I samspillet mellem bygninger og infrastruktur, herunder energiinfrastruktur.
- Når der udnyttes varme, der ellers ville gå til spilde fra datacentre, spildevandsanlæg, el-transformerstationer.
- Ved transformation af vores grønne el til produktion af grønne brændsler som brint, ammoniak og metanol, ammoniakbaseret gødning til industrien eller grøn plast.
- Fra udtræk af CO₂ fra vores affaldsbaserede eller biomassebaserede kraftvarmeværker, hvor varmen udnyttes.
- Ved udnyttelse af restprodukter fra produktion af biogas.
- Ved udnyttelse af biomasserestprodukter fra landbrug, skovbrug, rensningsanlæg mv. til produktion af biokul ved pyrolyse.
- Ved en eventuel carbon capture på Aalborg Portland, og i fremtiden også fra mindre anlæg og industrier, der leveres til et fremtidigt CO₂-net.

I det følgende gennemgås nogle af de nyere teknologier, som er af væsentlig betydning for den grønne omstilling.

3.1 Produktion af grøn brint

Grøn brint produceres, når vand (H₂O) spaltes til brint (H₂) og ilt (O₂) i et elektrolyseanlæg ved brug af grøn strøm. Der findes en række forskellige elektrolyseteknologier, hvoraf de mest modne er alkalisk elektrolyse (AE), polymermembran elektrolyse (PEM), og faststofoxidelektrolyse (solid oxide electrolysis eller SOE). Information om elektrolyseteknologier og grønne brændstoffer kan findes i Energistyrelsens Teknologikatalog for fornybare brændstoffer.⁸

I Danmark har vi adskillige firmaer, der producerer elektrolyseanlæg og komponenter hertil. Green Hydrogen Systems er ved at udvide produktionskapacitet for AE-anlæg til 400 MW pr. år ved Kolding⁹, og Topsoe er i gang med at etablere en SOE-fabrik ved Herning¹⁰, der skal kunne levere elektrolyseanlæg med en samlet kapacitet på 500 MW pr. år, med mulighed for udvidelse til 5 GW.

Ifølge Brintbranchen¹¹ er der 47 aktive brint- og PtX-projekter i Danmark (november 2023) og mere end 1200 fuldtidsbeskæftigede inden for området. Kun en meget lille andel af disse projekter er der truffet endelig investeringsbeslutning om, og endnu færre er i drift. Vi ser i øjeblikket to modsatrettede strømninger i forhold til at realisere de store, ambitiøse projekter: På den ene side ser vi projekter¹², der har svært ved at etablere en sund business case på grund af manglende aftagere af brint og e-fuels, usikkerhed om regler for elafgift og offentlig støtte samt uklarhed om infrastruktur som brintrørledninger. På den anden side ser vi udvikling af store projekter, der tager fart, skubbet frem af eksempelvis EU Hydrogen Bank eller Danmarks første PtX-udbud, der i oktober 2023 udpegede seks PtX-projekter¹³, der til sammen kan modtage 1,25 mia. kr. i støtte.

Generelt er der brug for at stimulere brint- og PtX-projekter yderligere, så de kan bidrage til at mindske CO₂-udledninger fra industri, energi og transport og samtidig sikre, at Danmark kan realisere potentialet for eksport af både teknologi og brændstoffer. Det er nødvendigt med sikkerhed for adgang til grøn el, klarhed om krav, støtteregele og infrastruktur samt en bedre konkurrencesituation i forhold til fossile brændstoffer. Som tidligere nævnt, ligger der et potentiale for at effektivisere processen ved at placere anlæggene, så overskudsvarmen kan udnyttes i fjernvarmen.

Virkningsgraden ved brintproduktion ligger i dag på omkring 60-70 %. Det betyder, at et anlæg i GW-klassen, vil kunne udnytte varme svarende til produktionen fra de store centrale kraftvarmeværker. Frem mod 2050 forventes virkningsgraden at øges betragteligt og vil nærmere være på 70-80 %. Det vil til gengæld gøre den potentielle varmeudnyttelse en anelse lavere.

3.2 Power-to-X (PtX)

Den grønne brint er en del af Power-to-X-begrebet. PtX dækker over en række teknologier, der omdanner grøn strøm til e-fuels og andre brugbare kemiske forbindelser ved hjælp af vandeletrolyse og en række andre synteseprocesser. Disse bæredygtige stoffer kan erstatte fossilt baserede brændstoffer i skibs- og flytrafik, fossilt baseret ammoniak til kunstgødning og en række kemikalier og energikrævende industriprocesser. Da Danmark ikke har meget industri, der benytter brint,

er der stort fokus i Danmark på at omdanne grøn brint til e-fuels – både metanol og ammoniak til skibsbrændstof samt kerosin, der også går under navnet SAF – ("sustainable aviation fuel" eller "bæredygtigt flybrændstof"). Der tænkes også i produkter til plastfremstilling og ammoniak til brug i kunstgødning.

I Danmark er projektudviklere og deres rådgivere langt fremme med at sikre gode, bæredygtige løsninger til PtX-projekter gennem et stort fokus på sektorkobling. Overskudsvarme fra PtX-processerne kan udnyttes til fjernvarme eller til vandrensning, og rensset spildevand kan benyttes som vandresource til elektrolyseprocessen i stedet for drikkevand. CO₂, der skal bruges til syntese af bl.a. metanol, findes fra bl.a. affaldsforbrændingsanlæg, biogasanlæg eller biomassefyrede kraftvarmeværker.

Den danske PtX-strategi¹⁴, der blev lanceret i 2021, har en målsætning om 4-6 GW elektrolyse etableret senest i 2030. Dette dækker både anlæg til grøn brint og til e-fuels. De annoncerede projekter rækker langt over 10 GW elektrolyse, men som beskrevet ovenfor i afsnittet om grøn brint, så er det ikke alle igangsatte projekter, der når til investeringsbeslutning og realisering.

8 <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/teknologikataloger/teknologikatalog-fornybare>

9 <https://www.greenhydrogensystems.com/about>

10 <https://www.topsoe.com/da/herning>

11 <https://brintbranchen.dk/brintprojekter-i-danmark/>

12 <https://energiwatch.dk/Energinyt/Cleantech/article16297716.ece>

13 <https://kefm.dk/aktuelt/nyheder/2023/okt/stor-interesse-for-ptx-udbud-seks-projekter-faar-del-i-125-milliarder-kroner-til-dansk-produktion-af-groen-brint>

14 <https://ens.dk/ansvarsomraader/power-x-og-groen-brint/ptx-strategi-og-politiske-aftaler>

3.3

CCS og CCU

Indfangning af CO₂ til lagring eller udnyttelse omtales som Carbon Capture and Storage (CCS) og Carbon Capture and utilization (CCU) – af og til også sammenskrevet til CCUS. Og disse teknikker er ikke til at komme uden om, hverken i den direkte kamp om at reducere vores CO₂-udledning eller i de PtX-processer, der kræver CO₂.

CCS-STATUS I DANMARK CO₂-fangst med henblik på lagring er en ny teknisk udfordring, som ikke tidligere har været praktiseret i stor skala i Danmark. Tilbage i 00'erne havde Vattenfall planer om fuldskala CO₂-fangst og lagring fra Nordjyllandsværket, men disse planer blev aldrig realiseret. Politisk er man nu nået til den konklusion, at CO₂-fangst og -lagring er en nødvendighed for at nå både danske og europæiske klimamål.

Derfor er der allerede taget de første konkrete tiltag på nationalt plan med den første CCUS-pulje, som Energistyrelsen udbød. Ørsted vandt puljeudbuddet¹⁵ og har forpligtiget sig til at kunne fange og lagre 430.000¹⁶ ton CO₂ om året fra 2026. Projektet indebærer, at biogen CO₂ fanges fra Ørsteds træflisfyrede kedel på Asnæsværket og den halmfyrede kedel på Avedøreværket, hvorefter det bringes på flydende form og udskibes fra Asnæsværket til lagring i det norske CO₂-lager Northern Lights. Ud over den offentlige støtte på op til 8 mia. kr., finansieres projektet ved salg af negative emissioner til Microsoft.

I budprocessen deltog også Vestforbrændingen og Danmarks største CO₂-punktkilde, Aalborg Portland. Det næste CCS-puljeudbud forventes offentliggjort i juni 2024. Det samlede mål for CCS-puljerne er, at der årligt vil blive lagret 3,2 mio. ton CO₂ fra 2029¹⁷.

FORSKNING OG UDVIKLING Offentlige og private forskningsmidler støtter i stor stil op om udviklingen af CCUS i Danmark. Herunder kan nævnes INNO-CCUS-programmet, som er et af fire strategiske grønne partnerskaber (Innomissions), støttet af Innovationsfonden, der skal sikre den nødvendige grønne omstilling af Danmark. Novo Nordisk Fondens CO₂-forskningscenter CORC har som mission at generere ny viden og nye teknologier til fangst og omdannelse af CO₂. Desuden har flere af Erhvervsstyrelsens regionale erhvervsfyrtårne fokus på CCUS og PtX.

Endelig har Amager Ressource Center netop indviet et demonstrationsanlæg til CO₂-fangst, hvor en mindre mængde CO₂ fanges fra affaldsforbrændingens skorsten og anvendes kommercielt i drivhuse.

CCU-AMBITIONER I DANMARK CCU, altså CO₂-fangst med henblik på at genanvende CO₂'en og dermed udfase fossile brændsler indgår også i flere store projektplaner i Danmark. Mærsk har sat sig som mål at være klimaneutral i 2040, og de første metanoldrevne containerskibe er bestilt. Dermed skabes en efterspørgsel for et potentielt CCU-produkt, metanol, ligesom regeringens ambitioner om grøn luftfart fra 2030 kræver produktion af grønt flybrændstof, som bl.a. kan fremstilles ved CCU. Af større CCU-projektplaner kan nævnes:

- Green Fuels for Denmark (e-metanol og flybrændstof) i København
- Arcadia E-fuels (flybrændstof) i Vordingborg
- A2X (e-metanol) i Esbjerg
- European Energy (e-metanol) i Kassø ved Aabenraa

Ingen af disse projekter har truffet endelig investeringsbeslutning endnu, og deres realisering vil bl.a. afhænge af muligheden for finansiering/støttemidler og hastigheden, hvormed vedvarende energi kan udbygges.

Der er dog en frygt for, at regeringens støttemidler har for ensidet fokus på reduktion af emissioner via CCS og, at der ikke vil være nok af især den attraktive biogene CO₂ (CO₂ udvundet fra biomasse, der jo i forvejen naturligt har optaget den fra luften) til rådighed til CCU.¹⁸

LAGRING AF CO₂ I DANMARK Der er også store nationale planer for CO₂-lagring. Danmarks undergrund har en geologi, hvor lagring af CO₂ er mulig flere steder, De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) vurderer, at der i den danske undergrund er et samlet lag-

15 Udbudsrunde på CCUS-pulje er afgjort: Energistyrelsen tildeler kontrakt til Ørsteds fuldskala CCS-projekt | Energistyrelsen (ens.dk)

16 Ørsted awarded contract – will capture and store 430,000 tonnes of biogenic CO₂ (ørsted.com)

17 kefm.dk

18 CO₂-udspil glemmer grønne brændsler | Brintbranchen (ritzau.dk)

ringspotentiale på mellem 12 og 22 mia. ton CO₂. Dette er en enorm kapacitet, som sagtens kan rumme den CO₂, der potentielt kan fanges i Danmark, men den giver også mulighed for at importere og lagre andre landes CO₂.¹⁹

De første danske lagringsprojekter Greensand og Bifrost tager udgangspunkt i at udvikle tidligere olie- og gasfelter til formålet. Energistyrelsen har desuden i samarbejde med GEUS åbnet for undersøgelse af CO₂-lagring i otte land- og kystnære områder (Stenlille, Havnsø, Rødby, Gassum, Thorning, Jammerbugt, Lisa og Inez).²⁰

Her er et potentielt CO₂-lager nær det eksisterende gaslager ved Stenlille formentlig det første, der kan komme i spil, da de geologiske forhold er undersøgt, og en potentiel operatør, (Gas Storage Danmark, som i dag driver naturgaslageret), er på plads.

På forsknings- og udviklingsstadierne kigges der også på alternative lagringsmetoder, især ved kemisk binding af CO₂ som karbonater, eksempelvis i dybe askelag (i basalt/molers strukturer) eller i byggematerialer.

3.4

Brint- og CO₂-netværk

Brint- og CO₂-netværk er under planlægning i Danmark. Det er politisk vedtaget, at brintrørledninger på transmissionsniveau skal etableres af Energinet, mens Evida skal være ansvarlige for distributionsnet, evt. sammen med private aktører. For CO₂-netværk forventes et samarbejde mellem Evida og private aktører. Der planlægges et overordnet brintnetværk i Danmark som del af et større, europæisk brintnetværk. I første omgang skal det danske system omfatte en rørledning mellem Danmark og Tyskland med henblik på eksport af brint fra Danmark. Desuden omfatter planerne en hovedrørledning mellem Fredericia og Esbjerg og videre til et brintlager ved det eksisterende gaslager i Lille Torup i Nordjylland. Forbindelsen til Tyskland planlægges færdig i 2028, mens den øvrige del af den jyske "backbone" forventes færdig i 2030. Ud over disse hovedrørledninger kan der være behov for mindre rørledninger, f.eks. i Nordjylland og på Sjælland.

Der undersøges også muligheden for offshore rørledninger til brint, evt. fra energiøer eller forbindelse med andre lande. Blandt andet mellem Danmark, Tyskland og Holland. Dette er blevet undersøgt som del af North Sea Wind Power Hub-samarbejdet (NSWPH). Herudover har der været undersøgelse af muligheden for en rørledning fra Bornholm til Tyskland og et større brintnetværk i Østersøen fra Finland, Sverige og Ålandsøerne, ligeledes til Tyskland via dansk farvand. Der vil evt. være mulighed for at konvertere nogle af de eksisterende naturgasrørledninger til brint.

Planerne for et CO₂-netværk er p.t. fokuseret på klyngesamarbejde omkring nogle af de store industriområder i Danmark, som Fredericia (Green Synergy), København (C4-samarbejdet), Aalborg (Greenport Scandinavia) samt forbindelser til CO₂-lagre, enten i Nordsøen eller på land. Der undersøges desuden muligheder for en rørledning mellem ind- og udskibningshavne og mulige lagre såvel i Jylland som på Sjælland.

Herudover er der skitser for et mere overordnet CO₂-netværk, der forbinder de potentielle danske lagre med industrier i Tyskland og Sverige. Det kan være muligt at konvertere eksisterende offshore rørledninger til transport af CO₂.

3.5

Anvendelse af biomasseressourcer i Danmark

Størstedelen af den tilgængelige danske biomasseressource, dvs. restprodukter fra land- og skovbrug, benyttes i dag som brændsel til produktion af strøm og varme i kraftvarmeværker via kedler og dampproduktion. Dertil kommer import af bæredygtig biomasse fra lande, der ikke har mulighed for at udnytte spildprodukterne fra skovdriften.

Det er vigtigt, at biomasseressourcen ses i samspil med produktion af fødevarer og træprodukter. For eksempel skal biogas ikke baseres på råvarer, der reducerer fødevarerproduktionen. Og øget forbrug af træ i byggeriet (særligt via teknologien med krydslamineret tømmer) skal gerne øge mængden af træ, der kan nyttiggøres og stimulere den bæredygtige skovdrift og medføre skovtilvækst.

Desuden kan biomassen også have en rolle i at erstatte andre produkter end energi, såsom kemikalier, materialer og lignende.

Analyser fra Aarhus Universitet tyder på, at de nuværende biomasseleverancer fra landbruget kan femdobles, men det vil føre til yderligere diskussioner om, hvad vi vil bruge vores landbrugsjord til.

19 Om CCS | Energistyrelsen (ens.dk)

20 Udbud af efterforsknings- og lagringstilladelser og miljøhøringer | Energistyrelsen (ens.dk)

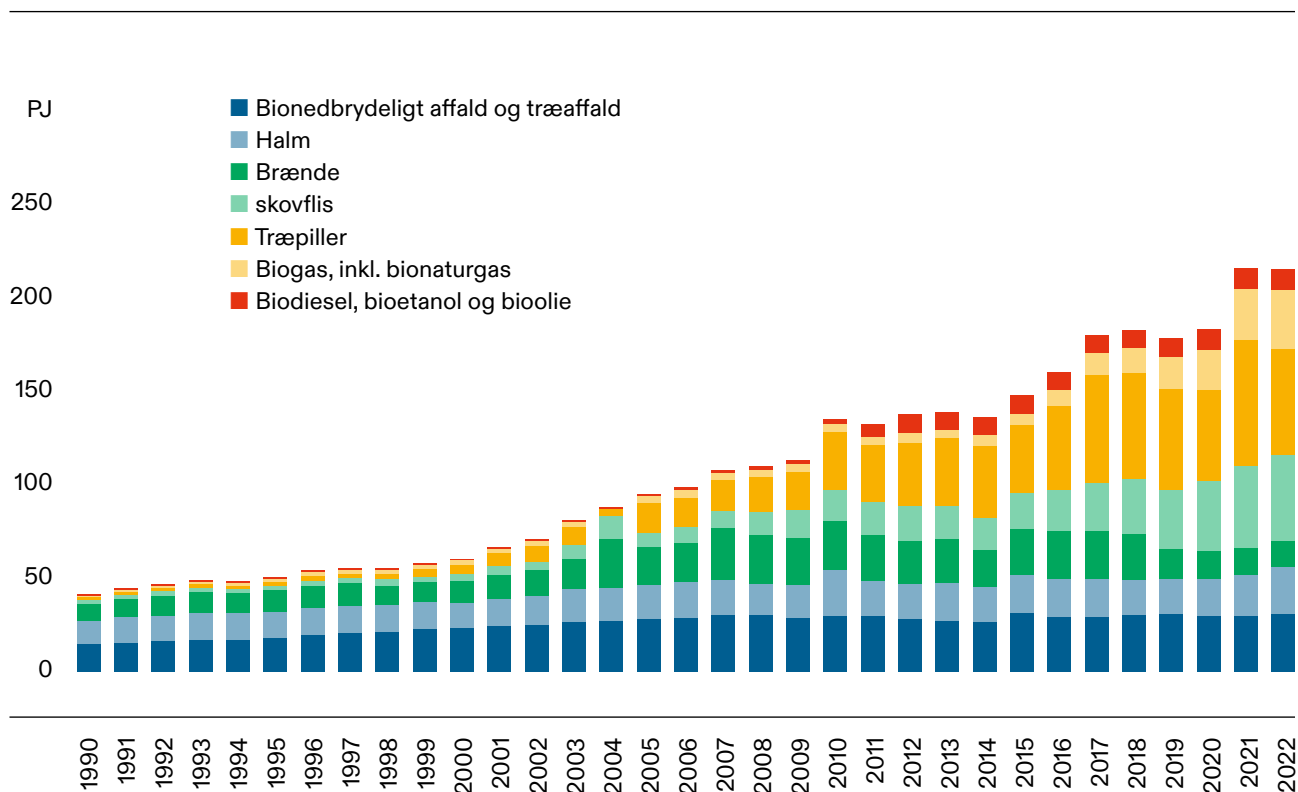


Efterhånden som den danske energiproduktion elektrificeres, vil dette kunne frigive biomasseressourcer til anvendelse inden for Bio-to-X teknologier, hvor biomassen kan omdannes til flydende brændstof. En omstilling af fødevarer mod mere plantebaseret vil også frigive landbrugsjord, som kunne bruges til biomasseproduktion til Bio-to-X.

Gennem Bio-to-X kan bæredygtig biomasseressourcer benyttes og betragtes som et væsentligt bidrag til en hurtig omstilling til klimaneutrale energiløsninger og brændstoffer som supplement til PtX-løsninger, som ses at kunne bidrage på et væsentligt senere tidspunkt end tidligere forudset.

I forhold til tilgængeligheden af biomasse vil det være hensigtsmæssigt med fokus på såkaldt lignocellulose biomasse (træ, halm etc.) til produktion af for eksempel biodiesel, som i dag produceres næsten udelukkende på virgin planteolie eller UCO (Used Cooking oil, eller på dansk brugt fritureolie). Brug af virgin planteolie vil næppe kunne antages som bæredygtigt, da der ellers vil blive lagt beslag på brugbar landbrugsjord til fødevarer, og UCO er en meget begrænset ressource. Lignocellulose biomasse udgør derimod en væsentligt større ressource. Derfor er det teknologier, der kan omdanne denne biomasse til syntese gas eller bioolie, der derefter opgraderes til SAF, biodiesel etc., der skal udvikles og modnes i fremtiden.

BIOMASSE TIL ENERGI EFTER TYPE, 1990-2022



Kilde: Statistikbanken.dk/ENE2HO.

Biomasseressourcen i Danmark i 2022 iht. Danmarks Statistik:²¹

- Halm 14 % (24.8 PJ)
- Brænde 10 % (17.1 PJ)
- Skovflis 21 % (37.6 PJ)
- Træpiller 28 % (50.4 PJ)
- Træaffald 5 % (8.2 PJ)
- Biogas, inkl. bionaturgas 17 % (30.1 PJ)
- Biodiesel, bioetanol og bioolie 6 % (10.7 PJ)

Af de 88 PJ for træpiller og skovflis er ca. 75 % importeret fra, primært, Baltikum (ca. en tredjedel af samlet forbrug) til energiformål i Danmark.²²

²¹ <https://www.dst.dk/da/Statistik/nyheder-analyser-publ/bagtal/2023/2023-08-23-Danmarks-forbrug-af-biomasse>
²² https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/3._baggrundsnotat_-_forbrug_af_biomasse.pdf

ANVENDELSE I FREMTIDEN Spørgsmålet er, hvorledes biomasseressourcer i Danmark anvendes mest effektivt. Optimal udnyttelse af bæredygtig biomasse i Danmark involverer en effektiv anvendelse af begrænsede bio-feedstocks (det materiale, man gerne vil omdanne) til at producere energi, brændstoffer og andre produkter. Dette kan bidrage til at reducere Danmarks afhængighed af fossile brændstoffer og mindske drivhusgasemissioner. Der skal dog tænkes klogt og langsigtet, når det besluttet, hvordan og i hvilke sektorer vi ønsker at anvende biomassen i fremtiden for at balancere behovet for energiforsyning og andre bæredygtige mål for samfundet og miljøet.

Eksempler på overvejelser, der skal gøres inden for fremtidig udnyttelse af biomasse:

- **Brug bæredygtige ressourcer**
Bæredygtige ressourcer benyttes, såsom affaldstræ, landbrugsrester, halm og alger, der ikke konkurrerer med fødevarerproduktion og ikke fører til uacceptabelt tab af skov eller naturområder, men tværtimod stimulerer skovtilvæksten.
- **Tænk Biomasse ind i energiproduktion**
Biomasse til energiformål, produktion af elektricitet og varme gennem biomassekraftværker og kraftvarmeværker. Som reguleringen er i dag, på EU og nationalt niveau, kan biomasse udnyttes til at erstatte fossile brændstoffer i energiproduktionen.
- **Brug Biomasse til produktion af brændstof**
Ved brug af biomasse til biobrændstoffer konverteres biomasse til f.eks. jetfuel (kerosin), biometanol, biodiesel, biogas eller bioetanol til brug i transportsektoren. Dette kan hjælpe med at reducere emissionerne fra køretøjer, fly og skibe. Nye teknologifremskridt gør, at Bio-to-X-teknologier sammen med PtX vil skulle dække fremtidens behov for flydende brændstoffer.
- **Etablér bioraffinaderier**
Der skal etableres bioraffinaderier, der kan producere en bred vifte af produkter fra biomasse, inklusive biobrændstoffer, kemikalier og materialer samt fødevarer.
- **Tænk biomasse cirkulært**
Man kan fremme biomasse cirkulært ved at genanvende og genbruge biomasseaffald og biprodukter for at minimere spild og øge ressourceeffektiviteten.
- **Øg mængden af dyrket skov**
Øgning af dyrket skov til produktion af tømmer. Dette kan sandsynligvis øge mængden af affaldstræ til energiforsyning eller produktion af biobrændstof. Mulighed for dyrkning af energitræ, hvor det giver mening og symbiose med produktionsskov.
- **Producér bæredygtigt**
En bæredygtig produktion for at sikre, at biomasseproduktionen og -høsten udføres bæredygtigt og overholder strenge miljømæssige og sociale standarder.
- **Samfundet skal inkluderes**
Det er nødvendigt at sikre samfundsdeltagelse og inkludere interessenter og samfund i beslutningsprocessen for at sikre en bred accept af biomasseprojekter.
- **Tænk biomasse ind i strategien**
Integrér biomasseudnyttelse i nationale klimamålsætninger og strategier for at reducere CO₂-udledninger.
- **Mål effekten**
Udfør nøjagtige miljøvurderinger, herunder livscyklusvurderinger (LCA), for at evaluere de samlede miljøpåvirkninger af biomasseudnyttelse.
- **Husk forskningen**
Investeringer i forskning og innovation for at forbedre teknologier og processer til at øge udbyttet og reducere miljøpåvirkningen af biomasseudnyttelse. Specielt forskning på teknologier, der kan omdanne den store mængde af lignocellulose biomasse (træ, halm etc.), som ikke udnyttes i dag, er nødvendig.

PYROLYSE SKABER FREMTIDENS KUL Et eksempel på ny teknologi, der på længere sigt vil kunne bidrage til ny udnyttelse af biomasse, såsom halm og andre affaldsprodukter fra landbruget, er pyrolyse. Pyrolyse er en termisk konverteringsproces, hvor der ikke tilføres ilt i løbet af processen. Pyrolyse kan således omdanne fast biomasse til biokul, bioolie eller en biosyntesegas. Pyrolyse er sammen med gasificeringsteknologien samt hydrothermal liquifaction lovende nye teknologier til at omdanne biomasse til syntesegas eller bioolie og biokul, som kan bruges til biobrændstoffer.

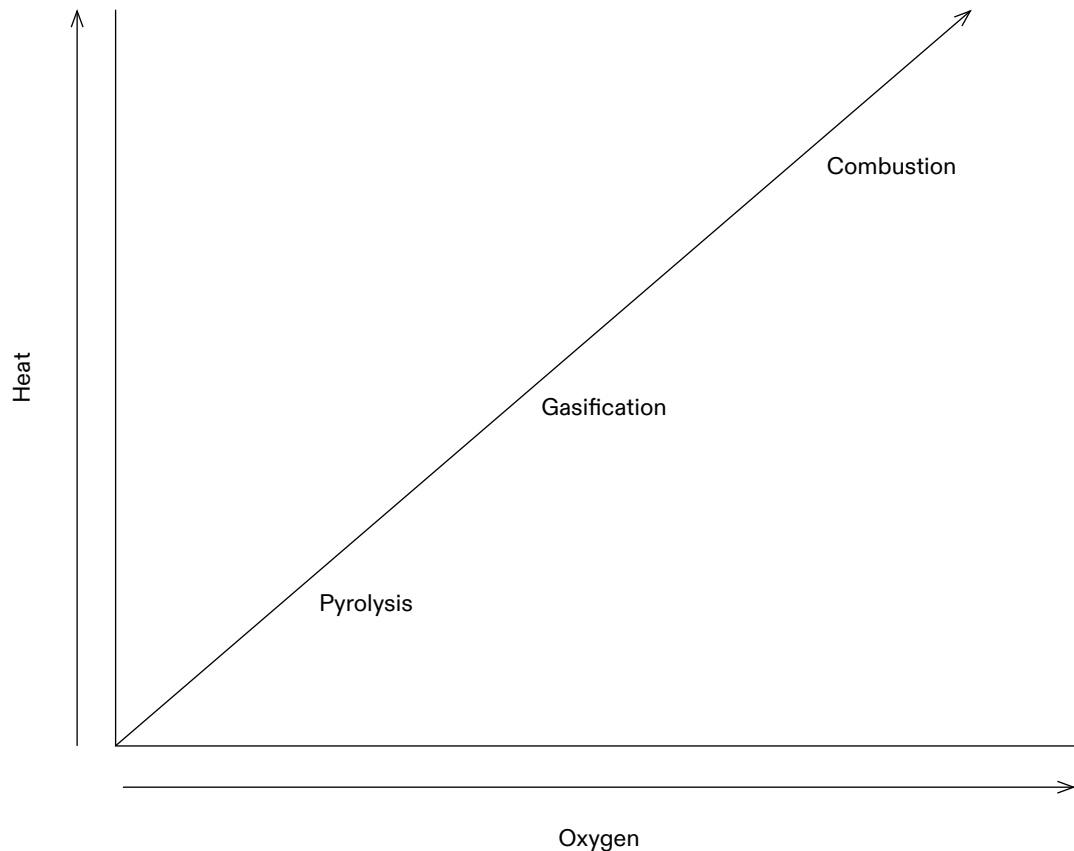
Følgende figur viser karakteristika for hhv. pyrolyse, forgasning og forbrænding, såsom jetfuel eller metanol.

PROCESS COMPARISON

	Pyrolysis	Gasification	Combustion
Reaction environment	Zero oxygen	Reducing, low oxygen	Oxidizing, excess stoichiometric oxygen
Oxidizing agent	None	Air/O ₂ /steam	Air
Temperature	400-800°C	500-900°C (air) 1,000-1,500°C (other gasifying agents)	850-1,200°C
Main outputs	Liquids & solids	Gas	Heat
Produced gases	CO, H ₂ , CH ₄ and other hydrocarbons	CO, H ₂ , CH ₄ CO ₂ , H ₂ O	CO ₂ , H ₂ O
Pollutants	H ₂ S, HCl, NH ₃ , HCN, tar, particulates	H ₂ S, HCl, NH ₃ , HCN, tar, particulates	SO ₂ , NO _x , HCl, PCDD/F, particulates

Og følgende figur viser sammenhængen mellem ilttilførsel og forbrændingstemperatur:

ILTILFØRSEL OG FORBRÆNDINGSTEMPERATUR



FORDELE VED PYROLYSE:

- Det kræver mindre energi og omkostninger at opvarme biomassen under iltfri forhold end at forbrænde den med luft.
- Pyrolyse kan fange og lagre CO₂ som biokul, som kan spredes på marker og forbedre jordens egenskaber. Biokul er tilsyneladende et stabilt kulstofprodukt, der kan lagres i jorden i hundredvis af år. Dette kan reducere udledningen af drivhusgasser fra landbruget og bidrage til at opfylde de nationale og internationale klimamål.
- Pyrolyse kan øge produktionen af bioenergi fra pyrolysegasserne, som kan bruges til el, varme eller brændsel. Pyrolysegasserne og specielt pyrolyseolien kan opgraderes til biojetfuel og/eller biodiesel som grønt brændstof til den tunge transport som lastbiler og fly. Dette kan erstatte brugen af fossile brændstoffer og reducere afhængigheden af importerede energikilder.
- Pyrolyse kan skabe nye indtjeningsmuligheder for landmændene, der kan sælge biokul eller pyrolysegasser og olie til andre sektorer (for så vidt anlæggene er ejet af landmændene). Biokul kan have en høj markedsværdi som jordforbedringsmiddel, dyrefoder, vandrensning eller kulstofkilde til industrielle processer. Pyrolysegasserne kan have en høj markedsværdi som bio-brændstoffer eller kemiske råstoffer til biokemikalier.

Pyrolyse er en lovende teknologi for fremtiden, hvor man i princippet kan opnå negative CO₂-emissioner, hvis biokullet lagres i jorden. Dette arbejder dog imod det stigende behov for biogent CO₂, som skal bruges i PtX til at lave kulstofholdige brændstoffer, såsom metanol og kerosin, og andre produkter og kemikalier til den kemiske industri.

Mange nye teknologier til konvertering af biomasse, bla. pyrolyse og gasificering, er ikke på et modenhedsniveau endnu, hvor seriøs opskalering kan foretages, dvs. hvor anlæg kan måle sig med samme kapacitet som et fossil NG-baseret anlæg, der producerer for eksempel >3500 ton MeOH om dagen.

Dette skaleringsproblem gælder dog også PtX, hvor der ligeledes er mangel på feedstock (grønne elektroner i form af vindmøller og sol) samt elektrolyseproduktionskapacitet, hvorfor traditionel brug af biomasse i f.eks. kedler stadig i mange år frem vil være dominerende i forhold til energiproduk-

tion baseret på biomasse. Det forventes, at større opskalering af pyrolyse (og gasificering) vil ske i løbet af de næste 5-10 år, mens man regner med, at der går 10-15 år, før det samme sker for PtX.

SMARTLADNING OG "VEHICLE TO GRID" Smartladning og vehicle-to-everything (eller V2X) er to teknologier, hvor ladestanderne og elbilernes batterier fungerer i samspil med elnettet for at øge effektiviteten og fleksibiliteten. Smartladning giver elbiler mulighed for at justere deres opladningshastigheder og opladningstider baseret på elnetforhold og brugerpræferencer. V2X muliggør tovejs-energieverførsel mellem elbiler og andre enheder, såsom elnettet, boliger eller bygninger.

Nogle af de supplerende formål for V2X er:

- Øget fleksibilitet i elsystemet.
- Ved forsyning af en bygning kan batterierne dække den del af forbruget, der ikke i forvejen er fleksibelt og som tidsmæssigt kan forskydes, til der er yderligere vedvarende energi i energisystemet.
- Mulighed for at fungere som peak shaving i elsystemet, ved at begrænse brugen af brændsler til at levere spidslasten i kortere varighed.
- Levering af ydelser til elsystemet, ved op- og afladning af køretøjerne afhængig af frekvensen i elnettet.

Tovejsladning har været under udvikling i adskillige år, men indtil nu har kun et begrænset antal elbiler, som eksempelvis Nissan Leaf og Mitsubishi Outlander, været i stand til at levere elektricitet tilbage til elnettet. Den store udfordring ved ISO 15118-standarden, som sigter mod at muliggøre denne funktionalitet på tværs af forskellige bilmærker, lande og elselskaber, ser nu ud til først at blive anvendelig i 2025. Dette indebærer, at eksisterende opladere kan kræve opgraderinger eller udskiftning med nye, hvilket medfører en tilhørende økonomisk omkostning, som det i øjeblikket er svært at give et nøjagtigt bud på, da der er begrænset viden om de fremtidige markedspriser på V2G-opladere.

Bilbatterier har i dag et energiindhold på 50 til 100 kWh. Med et samfund primært baseret på elkøretøjer, kunne der således være et betydeligt energiindhold til rådighed for elsystemet. Med udgangspunkt i 1 million elbiler i Danmark i 2030, vil der være et energiindhold til rådighed på 50-100.000 MWh. Den tilgængelige strømkapacitet på et bestemt tidspunkt vil afhænge af ladeeffektniveauet og antallet af køretøjer, der er tilsluttet systemet. Forudsat en gennemsnitlig effekt på 3,7 kW over en kortere periode for hele flåden, vil der potentielt være 3.700 MW til rådighed i kapacitet til elsystemet.

Potentielt kan teknologien øge fleksibiliteten for elsystemet i områder, hvor det ikke er økonomisk rentabelt at udlægge fjernvarme.

3.6 Megawatt Charging System (MCS)

Klimavenlig mobilitet er ofte forbundet med personbiler, men størstedelen af godset transporteres med lastbiler, skibe eller fly, hvilket udgør en unik udfordring for klimavenlig transport. Mens det stadig er usikkert, om elektrificeringen af godstransport kommer til at blive domineret af elektricitet eller brint, understreger størrelsen og vægten af disse transportmuligheder vigtigheden af brugervenlig og hurtig højeffektoplading.

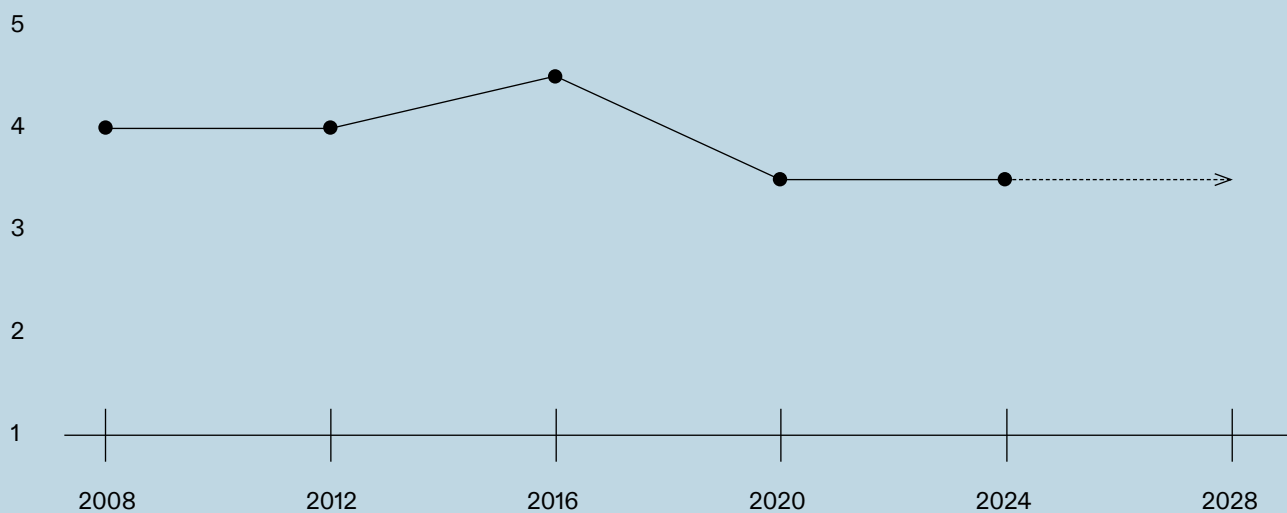
Dette er en kritisk faktor for at øge accepten af e-mobilitet i godstransportsektoren. Derudover kræver batterier med større kapacitet øget opladningseffekt, hvilket involverer højere ladestrøm og spænding. Siden 2018 har CharIN lanceret MCS (Megawatt Charging System) Task Force for at hjælpe industrien med at skabe en fælles løsning til opladning af deres elektriske tunge køretøjer inden for en rimelig tid.

MCS-systemet skal overholde Combined Charging System (CCS), og stikket vil være klassificeret til opladning med en maksimal hastighed på 3,75 megawatt (3.000 ampere ved 1.250 volt jævnstrøm), men nuværende lastbiler accepterer kun op til 300 kW, hvilket nødvendiggør opdateringer af både ladeinfrastruktur og godstransportteknologi.

3.7 Kernekraft

Spørgsmålet om, hvorvidt kernekraft skal være en del af det fremtidige danske energisystem, vil kræve en mere vidtgående analyse og er ikke medtaget i denne version af State of the Nation-rapporten.

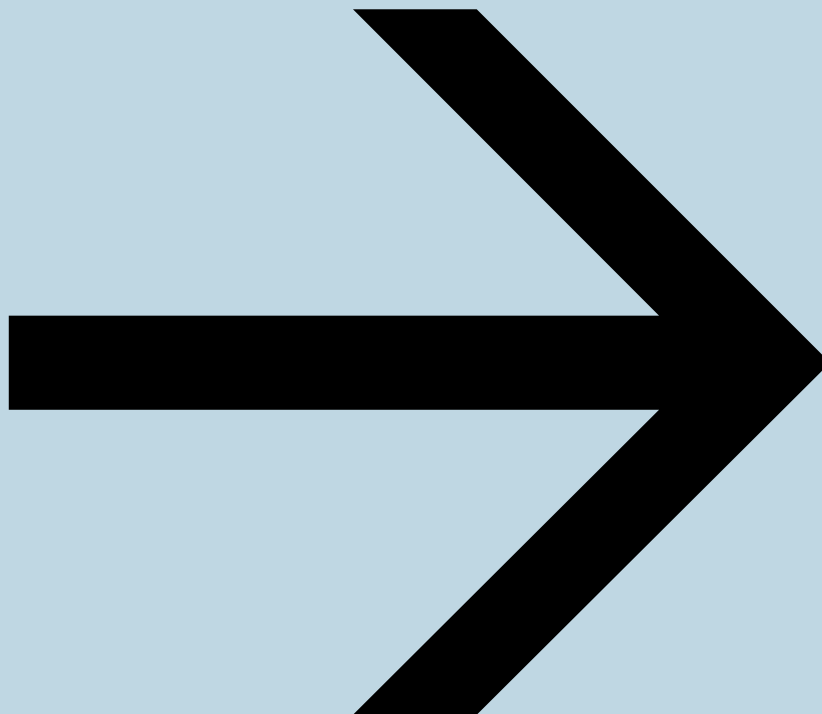
STATE OF THE NATION, SAMLET ENERGI TILSTANDSKARAKTER



Omkostning til niveau 4
50 mia. kr.

Tilstandskarakter 2024	Trend 2020-2024	Fremtidssikring	Bæredygtighed	Regulering
3,5	→	↗	↗	↗

35



Energi- sektorens tilstand



4. Energisektorens udvikling siden 2020

Hvor den første del af State of the Nation 2024 gennemgår den politiske kontekst, de væsentligste udfordringer for sektoren og de nye teknologier, fokuserer denne del på energisektorens tilstand, som den er nu – og på udviklingen siden 2020.

Denne udvikling kan i hovedtræk opsummeres som følger.

- Elsektoren: Der er fortsat behov for betydelige opgraderinger af vores elnet, både for at kunne nå vores klimamål i 2030, herunder at imødekomme den stigende produktion af vind- og solenergi, men også for at kunne imødegå en stadigt større efterspørgsmål på el.
- Fjernvarme og fjernkøling: Fjernvarmenettene er generelt i god stand og renoveres løbende.
- Gassektoren: Det er besluttet at opgradere naturgassystemet til at kunne modtage større mængder biogas, som nu udgør 40 % af det danske gasforbrug. I 2022 blev det politisk besluttet at udfase naturgas til rumopvarmning fra 2035, og at Danmark fra 2030 skal være 100 % forsynet med grøn gas. Etablering af Baltic Pipe fra Norge til Polen via Danmark var det store anlægsprojekt i perioden, med drift fra 2022. Tyrafeltet forventes taget i brug i foråret 2024 efter endt genopbygning.
- Oliesektoren: Det er blevet besluttet, at dansk olie- og gasproduktion skal stoppe senest 31. december 2050. Nye felter kan etableres inden for de eksisterende koncessioner.

Nedenfor gennemgås de enkelte delsektorer nærmere.

Sådan læses analysen

I det følgende gennemgås de elementer, der indgår i analysen. De enkelte sektorer er alle udformet ud fra disse elementer.

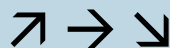
TILSTANDSKARAKTEREN

Karakterskalaen går fra 1 til 5, og der kan være anvendt halve (x,5) i karaktergivningen.

- 1,0** er så ringe, at anlæggene **ikke understøtter den tiltænkte funktion**. Der må forventes en væsentlig renovering eller nyetablering.
- 2,0** er en dårlig og kritisk tilstand, hvortil der er **påkrævet en umiddelbar indsats**, for ikke at anlæggenes funktionalitet er truet.
- 3,0** er en nogenlunde, men ikke god tilstand, hvortil der må forventes **en væsentlig løbende vedligeholdelsesindsats** for at opretholde tilstanden.
- 4,0** er en god tilstand, hvortil der må forventes **en normal løbende vedligeholdelsesindsats** for at opretholde tilstanden.
- 5,0** er en **tilstand som ny**, hvortil der i en årrække må forventes en minimal løbende vedligeholdelsesindsats for at opretholde tilstanden. Den samlede tilstandskarakter for en sektor er udtryk for en vægtning af karakterer for alle de delområder på anlægssiden, der indgår i analysen. Disse karakterer er fremkommet på baggrund af eksisterende data og/eller gennem ekspertvurderinger, hvor data har været utilstrækkelige.

TILSTANDSTENDENS

Formålet med tilstandstendensen er at angive, om den planlagte indsats og de afsatte ressourcer på et sektorområde vil betyde en forbedring, en neutral situation eller en forværring af den nuværende tilstand. Dette er angivet med en pil op, en vandret pil eller en nedadgående pil.



FREMTIDSSIKRINGSINDIKATOR

Karakteren for fremtidssikring anviser en sektors formodede evne til at tilpasse sig en fremtidig udvikling. Dette er angivet med en pil op, en vandret pil eller en nedadgående pil.

- ↗ er udtryk for en rigtig **god evne** til at tilpasse sig en fremtidig udvikling.
- er udtryk for **en nogenlunde evne** til at tilpasse sig en fremtidig udvikling.
- ↘ er udtryk for **ringe evne** til at tilpasse sig en fremtidig udvikling.

BÆREDYGTIGHEDSINDIKATOR Karakteren for bæredygtighed er udtryk for, i hvilken grad sektorens tilstand og planlagte udvikling efterlever sociale, miljømæssige og økonomiske krav om bæredygtighed, herunder de specifikke krav om klimaneutralitet i 2050 og 70 % reduktion i udledningen af klimagasser i 2030, ift. niveauet i 1990. Dette er angivet med en pil op, en vandret pil eller en nedadgående pil.

- ↗ er udtryk for, at tilstanden og den nuværende planlagte udvikling er **tilstrækkelig for på sigt at nå målene** i sektoren.
- er udtryk for, at sektoren aktivt har foretaget og fortsat arbejder på indsatser, men hvor de planlagte **indsatser og den planlagte finansiering ikke kan nå målene**.
- ↘ er udtryk for, at sektoren ikke bredt set har gennemført aktive bæredygtigheds- og klimatiltag, eller at **målene ikke kan nås uden væsentlige omkostninger** eller risiko for forringelser i den ydelse, som sektoren leverer.

REGULERINGSINDIKATOR Som noget nyt i 2024-versionen af State of the Nation introduceres en "reguleringsindikator ift. bæredygtighed" per sektor. Det vil sige en vurdering af, hvor godt den aktuelle lovgivning understøtter de politiske ambitioner om bæredygtighed og low-carbon. Dette er angivet med en pil op, en vandret pil eller en nedadgående pil.

- ↗ er udtryk for, at **lovgivningen understøtter sektorens bæredygtighed** og den nuværende planlagte udvikling mod større bæredygtighed.
- er udtryk for, at lovgivningen sigter mod at øge sektorens bæredygtighed fremadrettet, men hvor den **nuværende regulering ikke er tilstrækkelig** til at sikre en sammenhængende indsats på nuværende tidspunkt.
- ↘ er udtryk for, at **reguleringen generelt ikke understøtter den nuværende og fremtidige udvikling** mod større og mere sammenhængende bæredygtighed i sektoren.

BIODIVERSITET Biodiversitet defineres som mangfoldigheden af levende organismer i alle miljøer – på land og i vand – og organismernes samspil i økosystemerne. Biodiversitet omfatter variationen inden for en art, mellem arterne og mangfoldigheden af økosystemer. Er der mange arter, er biodiversiteten høj. Er et område domineret af få arter, er biodiversiteten lav.

SEKTORKOBLING Her belyses, i hvilken grad reguleringen mellem de respektive sektorer er koordineret, så de mest samfundsoptimale løsninger kan opnås.

KLIMATILPASNING Her belyses sektorens evne til at håndtere de faktiske eller forventede effekter af fremtidige klimaforandringer.

FORSYNINGSSIKKERHED Her belyses, hvor robust sektoren er i forhold til at kunne levere samfundskritiske services på højt og stabilt niveau.

KOMMENTERING AF TILSTAND I dette afsnit kommenteres en sektors tilstand. Her belyses grundlaget for den angivne tilstandskarakter.

FORVENTNING TIL FREMTIDIG UDVIKLING Her belyses den forventede udvikling for sektorens tilstand, herunder trusler og muligheder, hvilket til dels er grundlaget for tilstandstendensen samt grundlag for fremtidssikringsindikatoren.

VÆSENTLIGE BESLUTTEDE INITIATIVER Her beskrives de seneste og mest væsentlige forbedringsinitiativer fra bl.a. politisk, statsligt og/eller kommunalt hold.

OM SEKTOREN Her nævnes, hvilke typer af anlæg, der indgår i sektoren, en generel beskrivelse af sektoren, herunder afgrænsning, samt evt. en kvantitativ beskrivelse af sektoren.

OM ANALYSEN Hver sektor har været tilknyttet en ekstern ekspert, som her kommer til orde om analysen og sektoren.

ANALYSENS GRUNDLAG Kilder, anvendte eksperter o.l.

FRI'S ANBEFALINGER På baggrund af de enkelte analyser opstiller FRI forslag til konkrete skridt til forbedring af tilstanden på kort og langt sigt. Anbefalingerne er således alene udtryk for FRI's holdning og forslag til, hvilke initiativer analysen giver anledning til.

4.1

Elsektorens tilstand

Der er behov for betydelige opgraderinger af vores elnet, mens vi arbejder hen imod at opfylde Danmarks klimamål. Dette er en forudsætning for at kunne lykkes med at reducere CO₂-udledningen med 70 % i 2030 og opnå klimaneutralitet i 2050. Den stigende indpasning af decentral energiproduktion og -forbrug kræver, at elnettet kan håndtere forstærkede effektoverførsler på tværs af forskellige spændingsniveauer. Dette skift påvirker både transmissions- og

distributionsnet og kræver løbende justeringer af både transmissionssystemoperatører (TSO'er) og distributionssystemoperatører (DSO'er) på forskellige spændingsniveauer.

Samtidig er det vigtigt, at investeringerne i at opgradere elnettet tager højde for, at meget store dele af det nye elforbrug, eksempelvis til fjernvarmen, dele af industrien og kommende elektrolyseanlæg allerede er, eller vil kunne være, fuldt afbrydelige. Det forudsætter, at fordelene ved afbrydelighed afspejles i kostægte tariffer, så den nødvendige backup-kapacitet etableres.

ELNETTET SKAL FORSTÆRKES OG OPGRADERES Mens det nuværende elnet på transmissionsniveau (højspænding) er udstyret til at håndtere de nødvendige el-overførsler, er der allerede nu indikationer på overbelastning af komponenter ved lavere spændingsniveauer i distributionen. Derudover skal den aldrende netinfrastruktur udvikles til at understøtte vejen til et klimaneutralt 2050. Denne transformation medfører modifikationer, forstærkninger og udvidelser af det eksisterende net for at sikre dets sikre drift og et højt niveau af forsyningsikkerhed.

Parallelt hermed er opgradering af aldrende transformerstationer og forstærkning af transmissionsnettet prioriteter for den nærmeste fremtid. Politisk støtte og strategiske valg er afgørende for betydelige netinvesteringer, især for storstilede forbedringer. Disse beslutninger bør også tage højde for forsyningskædens udfordringer, herunder spørgsmål relateret til priser, planlægning, udstyr og arbejdskraft, som kan hæmme visse netinvesteringer og opgraderinger.

VIDERE I TIDEN EFTER RUSSISK GAS Den europæiske energiforsyning er desuden for nuværende stærkt afhængig af gas, som generelt er en mangelvare. Dette har ført til en markant stigning i energipriserne over hele linjen, hvilket påvirker både el- og gasomkostningerne. Effekten er især udtalt, fordi energipriserne havde nået et langsiget lavpunkt i foråret 2020, kort efter begyndelsen af COVID-19-krisen, hvor energiefterspørgslen var lav.

Stigningen i energipriserne begyndte i 2021, drevet af en kombination af flere faktorer. Disse omfatter en kraftig stigning i energiefterspørgslen efter den indledende Covid-19-krise, ugunstige vejrforhold, der påvirker energiproduktionen, og en begrænset energiforsyning, især med hensyn til gas fra Rusland. For at afbøde disse prisstigninger ligger vejen frem i elektrificering og den hurtige udbygning af vedvarende energikilder, der kan erstatte russisk gas, og hvilke ændringer uundgåeligt vil påvirke elnettet.

VÆSENTLIGE BESLUTTEDE INITIATIVER I PERIODEN 2020 TIL 2024 Opskalering af vind- og solkapacitet fra under 15 GW til over 65 GW i 2040¹ øger presset på eltransmissionsnettet. Folketinget har igangsat projekter for at imødekomme dette pres. Herunder er der planlagt nye internationale forbindelser og opgraderinger af transmissionsledninger med større sammenkoblinger via energigør. Bornholm vil blive forbundet til Tyskland og Sjælland, mens energigør i Nordsøen forbinder DK1 med Belgien, og forbindelsen DK1-UK skal stå færdig i 2024.

FORVENTNING TIL FREMTIDIG UDVIKLING Elsektoren har, som beskrevet ovenfor, behov for tilpasning for at imødekomme den stigende produktion af vind- og solenergi. Dette indebærer forstærkning af transmissionsnet efter deres specifikke placering. Udvidelse af sektoren er afgørende for at forbedre den fleksible brug af elektricitet til opvarmning, køling, transport og industrielle applikationer med stor vægt på vedvarende energikilder.

Smart grid-teknologi og internationalt energisamarbejde er centrale aspekter af denne omstilling. Det er bydende nødvendigt at skabe fleksibilitet ved at integrere elsystemet med yderligere vindkraft og fjernsystemer til opvarmning, køling og gas. Ydermere kan udnyttelse af overskydende vindenergi til PtX-løsninger give flydende brændstoffer for at understøtte transportmålsætninger på nul.

I mellemtiden er det afgørende i de kommende år at tage fat på renoveringen af aldrende transformerstationer og en væsentlig forstærkning af transmissionsnettet. Dette bør fremmes gennem poli-

1 Energistyrelsens Analyseforudsætninger, 2023



tisk støtte og strategiske beslutninger, især når det gælder betydelige netinvesteringer såsom storstilet forstærkning.

Ikke desto mindre kan de fremherskende udfordringer i forsyningskæden, der omfatter spørgsmål relateret til priser, tidsplaner, udstyr og arbejdskraft, medføre forsinkelser i nogle elektriske netinvesteringer og opgraderinger.

4.2

Tilstand for fjernvarme og fjernkøling

Fjernvarmenettene er generelt i god stand og renoveres løbende ved at udskifte kritiske komponenter, ældre muffe fra starten af 80'erne og ældre ledninger i betonkanaler. Levetiden af nyanlagte fjernvarmenet anslås til mindst 60 år med de planlagte temperaturniveauer. Kapaciteten af eksisterende ledninger presses ofte til det yderste for at imødekomme den stærkt stigende tilslutning. Samtidig arbejdes på at sænke fremløbstemperaturen for at imødekomme indfas-

ning af et stigende antal store varmepumper. Dette sker i takt med, at kunderne er i stand til at levere lavere returtemperatur gennem mere effektiv varmeudnyttelse.

Produktionsanlæggene holdes generelt i god stand og levetidsforlænges, samtidig med at der etableres nye anlæg som led i elektrificeringen.

Det samlede varmelagervolumen stiger markant med henblik på at optimere driften og særligt under hensyntagen til de fluktuerende elpriser.

Et stigende antal fjernvarmesystemer har en portefølje af følgende anlæg:

- Store varmepumper til grundlast, der udnytter lokal overskudsvarme eller omgivelsesvarme og afkobler ved høje elpriser.
- Store elkedler, der opsamler el ved meget lave priser og leverer systemydelse.
- Gasfyret kraftvarme, der sættes ind ved meget høje elpriser og leverer systemydelse.
- Gaskedler til backup for el – flere større anlæg af denne art vil dog formentlig ikke blive levetidsforlænget.
- Oliekedler eller gaskedler med kombinationsbrændere, til en sidste backup for el og gas.

FLERE FJERNVARMESYSTEMER HAR DESUDEN:

- Biomassekraftvarme, der afkobler elproduktionen via et bypass, når elpriserne er lave.
- Biomassekedler, der sættes ind når elpriserne er høje.

VÆSENTLIGE BESLUTTEDE INITIATIVER I PERIODEN 2020-2024

Der har i perioden været adskillige markante fjernvarmeprojekter. Her følger et udpluk af de væsentligste:

LUKNING AF DAMPSYSTEMET I KØBENHAVN

Den sidste dampkunde i det centrale København blev konverteret fra damp til vandbaseret fjernvarme i 2021, flere år før planlagt. Dermed faldt det samlede varmetab i HOFORs fjernvarmenet markant, og samtidig var vejen banet for mere integration af varmepumper.

UDBYGNING MED FJERNKØLING

Der udbygges med fjernkøling i de fleste campusområder, som har én beslutningstager for alle bygninger, mens udbygningen går langsomt i erhvervsområder. Trods fjernkølingens store fordele med hensyn til bl.a. samtidighed, fleksibelt elforbrug og udnyttelse af overskudsvarme til fjernvarmen, er det vanskeligt at komme i gang som følge af adskillige administrative regler, herunder Bygningsreglements energirammekrav.

Det er dog lykkedes for Tårnby Forsyning at etablere et bemærkelsesværdigt fjernkølesystem i et nyt erhvervsområde i Kastrup, men kun i kraft af især gunstige sektorkoblinger mellem fjernkøling, bygninger, fjernvarme, el, spildevand og grundvand.

HOFOR's fjernkøling er fortsat under udbygning i flere områder i de centrale dele af København. Her er den primært baseret på havvandskøling, som nu suppleres med store varmepumper til samproduktion af fjernvarme og fjernkøling.

Fjernkølingens markedsandel er trods alt stigende. Og fjernkølingen udbredes til de større byområder i kombination med udnyttelse af overskudsvarme med proceskøling. Høje Taastrup, Odense, Aarhus, Aalborg og Esbjerg er de største eksempler.

UDFASNING AF RUSSISK GAS

Det er et ønske fra regeringen, at Danmark hurtigst muligt skal være fri for russisk naturgas, at al gas i Danmark skal være grønt i 2030, og at der i 2035 ikke længere er boliger, der opvarmes med gas.



I dag er der ca. 400.000 gaskunder, og de skal omstilles til enten fjernvarme eller til individuelle varmepumper, afhængig af, om det er samfundsøkonomisk muligt for fjernvarmen at forsyne dem. Derudover, er der igangsat initiativer til at øge produktionen af vedvarende energi, så varmepumper og øvrige elforbrugere kan forsynes med grønt el.

Det estimeres, at der i forbindelse med udfasningen skal investeres ca. 40 mia. kr. til udvidelse af fjernvarmeforsyningen (der har en levetid på ca. 60 år), og i størrelsesordenen 12 mia. kr. til individuelle varmepumper (der har en levetid på ca. 17 år).

VF-UDBYGNINGSPLAN Som led i at frigøre Danmark for brug af russisk gas, er Vestforbrænding i gang med en stor udrulning af fjernvarme i Hovedstadsområdet. Dette kommer til at medføre konvertering af op imod 30.000 husstande i kommunerne Ballerup, Herlev, Gladsaxe, Lyngby-Taarbæk, Furesø, Frederikssund og Egedal hen over de kommende år.

GEOTERMISK VARME Efter mange års stilstand inden for geotermisk varme, er der nu en betydelig udvikling i gang. Innargi blev grundlagt i 2017 af A.P. Møller Holding med det formål at udnytte den store viden inden for olieefterforskning til at udnytte potentialet inden for fjernvarme. Innargi har projekter i udvikling i Århus, Sønderborg, Flensborg, i Vestforbrændings forsyningsområde, i København, Holbæk, samt flere i Tyskland.

Der er et betydeligt behov for planlægning i forbindelse med de geotermiske projekter, idet der forventes en betydelig stigning i antallet af projekter med overskudsvarme, der ligeledes kan forsyne fjernvarmesystemerne – herunder varme fra datacentre, elektrolyse, CCSU mv.

ELKEDLER Udbygningen med elkedler er stærkt stigende, og de fleste fjernvarmesystemer med kraftvarme har efterhånden fået etableret en elkedel, som udnytter kapaciteten i elforbindelsen. Der er i 2023 etableret over 1.000 MW elkedler i fjernvarmen.

STORE VARMEPUMPER Udbygningen med store varmepumper er ligeledes stærkt stigende. Fjernvarmen i de mindre bysamfund, som hidtil kun har haft gaskraftvarme og gaskedler samt evt. solvarme, har allerede udfaset gassen med store varmepumper, primært baseret på luft.

Fjernvarmen i de større bysamfund er typisk begyndt at udfase kraftvarme med kul og træpiller som brændsel, hvilket er den mindst effektive form, med de mest gunstige store varmepumper, der udnytter den lokale overskudsvarme fra mange forskellige varmekilder, herunder datacentre, CCU, industrier, spildevand, havvand mv.

Som eksempler kan fremhæves Ejby Mølle Renseanlæg, Facebook Datacenter i Odense, havvand i Esbjerg og Aalborg samt fjernkøling i København.

Der er i 2023 etableret over 800 MW store varmepumper.

FORVENTNING TIL FREMTIDIG UDVIKLING Som led i ønsket om uafhængighed af russisk naturgas, sker der en betydelig udvikling af fjernvarmen i de kommende år. Frem mod 2030 må der således forventes udbygning med varmepumper og elkedler, formentlig op mod 3.000 MW elkedler og 3.000 MW varmepumper, svarende til tre gange den kapacitet, der er installeret i dag. Ligeledes vil der ske en stor udbygning med fjernkøling.

I de helt små bysamfund, hvor fjernvarme ikke er rentabelt, og hvor individuelle luftbaserede varmepumper og jordvarme ikke er oplagt for alle, eksperimenteres med termonet. Her tilsluttes ejendomme et fælles jordvarmenet, hvor omgivelsesvarmen kan komme fra de kilder, der er til rådighed – eksempelvis lodret jordvarme. Teknologien kan have sine fordele ved lav energitæthed.

4.3

Gassektorens tilstand

Etableringen af Baltic Pipe fra Norge til Polen via Danmark var det store anlægsprojekt i perioden 2020-2024. Rørledningen blev taget i drift i 2022 som planlagt og bidrog dermed på afgørende måde til forsyningsikkerheden i Polen og Danmark. Med en kapacitet på 10 mia. m³/år flerdobles transporten af naturgas i det danske system.

Genopbygningen af Tyrafeltet gjorde store fremskridt. Projektet blev forsinket på grund af Covid-19 og andre forhold,

men de væsentligste dele af den nye infrastruktur er nu på plads, og færdiggørelsen er i gang. Der forventes ibrugtagelse i foråret 2024.

Biogasproduktionen steg væsentligt i perioden og udgør nu over 40 % af det danske gasforbrug. Det betød, at der opstod flaskehalse i gasdistribution og -transmissionssystemet med behov for etablering af nye rørledninger og kompressorstationer.

Rørledningen Grøn Gas Lolland-Falster blev etableret fra det eksisterende naturgastransmissionssystem til Nakskov. Denne rørledning vil muliggøre skift fra olie til biogas, på bl.a. sukkerfabrikkerne, og gør det samtidig muligt at etablere biogasproduktion på Lolland og Falster.

Nord Stream 1 og 2 rørledningerne, der krydser henholdsvis dansk territorialfarvand og dansk økonomisk zone, blev udsat for terrorhandlinger, hvor tre af de fire rørledninger i henholdsvis dansk og svensk farvand blev ødelagt af sprængninger. Dette må betegnes som det væsentligste angreb nogensinde på energiinfrastruktur i dansk område.

Det danske gasforbrug (naturgas og biogas) faldt ca. 25 % fra ca. 3 mia. m³ om året før Covid-19 og Rusland/Ukraine-krigen til ca. 2,2 mia. m³ om året. Dette skete bl.a. på grund af de høje gaspriser i 2022 samt nationale tiltag og tiltag fra EU om reduktion af gasforbruget. I slutningen af 2023 begyndte gasforbruget igen at stige.

Der skete en konsolidering af gasproduktionen i Nordsøen, da Ineos købte Hess. Desuden skiftede to af de andre store aktører navne til Totalenergies og BlueNord. Disse selskaber udgør sammen med Nordsøfonden de væsentligste aktører for olie- og gasproduktion.

Under nedlukningen af Tyrafeltet på grund af genopbygning faldt den danske gasproduktion til ca. 1 mia. m³ om året. Efter genopbygningen forventes produktionen igen at stige til ca. 3 mia. m³, hvilket vil gøre Danmark selvforsynende med naturgas som det eneste EU-land.

VÆSENTLIGE BESLUTTEDE INITIATIVER I PERIODEN 2020-2024

Det er besluttet at opgradere naturgassystemet til at kunne modtage større mængder biogas. Dette omfatter nye kompressorstationer og mindre rørledninger.

FORVENTNING TIL FREMTIDIG UDVIKLING

Danmark besluttede i 2021 at stoppe med olie- og gasproduktion fra 31. december 2050. Samtidig blev 8. udbudsrunde annulleret. Der er dog stadig mulighed for at etablere ny produktion fra de eksisterende og evt. nye koncessioner.

I 2022 blev det politisk besluttet at udfase naturgas til rumopvarmning fra 2035, og at Danmark fra 2030 skal være 100 % forsynet med grøn gas.

Brintinfrastruktur, herunder en forbindelse mellem Danmark og Tyskland, er under udvikling. Energinet har offentliggjort et feasibility-studie for den såkaldte backbone med ca. 400 km rørledning.

ger i Jylland, hvoraf ca. 100 km kan være brug af eksisterende naturgasrørledning fra Egtved til den tyske grænse.

Der er desuden planer om offshore brintinfrastruktur i Nordsøen, som evt. kan forbinde Danmark med Holland. Tilsvarende er der planer om nye rørledninger i Østersøen, som kan forbinde offshore brintproduktion med Danmark og Tyskland.

4.4

Oliesektorens tilstand

Genopbygning af Tyrafeltet betød, at olieproduktionen faldt i perioden til under 4 mio. m³ i 2022, men forventes at stige igen, når Tyra kommer i drift, forventeligt i 2024. Der er ikke planlagt nye udbudsrunder, og det er blevet besluttet, at dansk olie- og gasproduktion skal stoppe senest 31. december 2050. Det er muligt, at nye felter kan etableres inden for eksisterende koncessioner.

HESS SOLGTE SINE AKTIVITETER I NORDSØEN TIL INEOS

De to danske olieraffinaderier skiftede ejere i perioden, da Shell solgte Fredericia-raffinaderiet til Crossbridge, og Statoil solgte Kalundborg-raffinaderiet til Klesch Group. Begge raffinaderier arbejder på at gøre produktionen af produkterne grønne. F.eks. vil Fredericia-raffinaderiet aftage grøn brint fra anlægget HySynergy.

Prøveinjektion af CO₂ i Nordsøen blev påbegyndt i 2023, og CO₂-infrastruktur er også under udvikling. Det er endnu uklart, om der bliver tale om lokal infrastruktur omkring industriklynger eller om et større regionalt eller nationalt rørledningssystem. Det kan være muligt at konvertere naturgas- eller olierørledninger til CO₂-transport.

FORVENTNING TIL FREMTIDIG UDVIKLING

Det er stadig ikke besluttet, om felter, som bl.a. Hejre og Solsort, vil blive udbygget. Greensand- og Bifrost-projekterne for CO₂-lagring er under udvikling og forventes etableret i perioden. Det samme gælder landbaseret lagring af CO₂, hvor der forventes en koncessionsrunde i 2024.





5. Bæredygtighed, biodiversitet og klimatilpasning

Bæredygtighed er et udtryk for, hvordan vi kan opfylde vores behov i dag uden at forringe fremtidige generationers muligheder for at gøre det samme. Bæredygtighed handler om at tage hensyn til økonomi, social retfærdighed og miljøbeskyttelse. Bæredygtigheden er vigtig for at sikre en god livskvalitet for alle, både nu og i fremtiden. Men bæredygtighed er også en udfordring, der kræver en fælles indsats fra alle sektorer og niveauer i samfundet.

Når vi i henhold til Parisaftalen stræber efter at holde temperaturstigningen på maksimalt 1,5 °C, er vi samtidig nødt til at vurdere de økonomiske konsekvenser ved hvert tiltag. Betales for høje omkostninger for reduktionerne, betyder det, at der anvendes midler eller ressourcer i samfundet, der kunne være anvendt bedre til andre formål. Kosteffektivitet, f.eks. målt ved kroner per sparet ton CO₂, er således en væsentlig målestok og er derfor bl.a. nævnt specifikt i formålsparagraffen til den danske klimalov.

Biodiversitet er variationen af liv på Jorden. Begrebet dækker over alt fra gener til økosystemer og er et vigtigt parameter for, at livet kan opretholdes og forblive i balance. Mange trusler, såsom arealanvendelse, forurening, klimaændringer og invasive arter, reducerer biodiversiteten. Derfor skal vi beskytte og fremme biodiversiteten på alle niveauer.

Klimatilpasning er et begreb, der handler om, hvordan vi kan håndtere de faktiske eller forventede effekter af klimaforandringerne.

5.1 Fjernvarme / fjernkøling

Fjernvarmen har siden firserne være underlagt krav om god samfundsøkonomi og god brugerøkonomi. I metoden indgår omkostningerne for CO₂ og øvrige skadelige emissioner på lige fod med øvrige driftsomkostninger og investeringsomkostninger, hvorved suboptimeringer undgås, f.eks. ved at der lægges stor vægt på CO₂-reduktioner. Omkostningerne for CO₂-emissionerne er fremskrevet af Finansministeriet frem til 2050, mens Energistyrelsen, i samarbejde

med Miljøstyrelsen, har fastlagt prisen på skadesemissioner.

Finansministeriets metode for samfundsøkonomisk vurdering af projekter inden for energiområdet prissætter og balancerer dermed emissioner, brændsler, investeringer og vedligeholdelsesomkostninger, og den er således et direkte mål for bæredygtigheden af projekterne. Vælges en løsning, der er bedst for samfundet og desuden er en fordel for alle energiforbrugere, opnås derfor den største samlede score på både den økonomiske, den miljømæssige og den sociale parameter.

Man kan indvende, at den anvendte metode er smal og inkluderer for få faktorer i analysen.

Der er imidlertid intet til hinder for, at man kan indføre øvrige forhold i analysen. Det kunne f.eks. være prissætning af indlejret CO₂ i bygninger og materialer, støjforhold eller visuelle forhold. Nøglen til at øge fokus på de nævnte forhold er at inddrage dem i de samfundsøkonomiske omkostninger. Man kan endog forestille sig, at man inkluderer en pris på biodiversitet. Dette vil sikre, at man altid specifikt er nødt til at inddrage diskussioner om biodiversitet i alle projekter, og at man dermed sikrer den rette balance i forhold til de mange øvrige faktorer. Det kræver dog, at man kommer til enighed om prissætning af disse forhold.

Fjernvarmen skal etableres, hvor det giver mening set ud fra bruger- og samfundsøkonomiske kriterier. Hvor energitætheden er for lav, skal der findes andre løsninger som f.eks. individuelle varmepumper. Individuelle varmepumper er imidlertid betydeligt dyrere, end det er at etablere gasfyr. I områder med lav købekraft, kan det således have betydelige sociale konsekvenser, hvis der indføres krav om skift til "grønne" løsninger.

Etablering af fjernvarme åbner for muligheder for at øge biodiversiteten, bl.a. ved at stille krav om vegetation, der plantes, når fjernvarmerørene lægges langs veje, eller når der etableres nye fjernvarmecentraler. Tiltag bør drøftes i tæt dialog med den lokale kommune.

Eventuelle oversvømmelser forventes ikke at give udfordringer for fjernvarme- eller fjernkøledninger. Ved etablering af pumpestationer, centraler, elanlæg mv. bør der dog altid udarbejdes en risikoanalyse.

5.2

EI

Med den politiske beslutning om at forøge produktionen af vedvarende energi, er der samtidig åbnet for problemstillingen vedrørende arealanvendelsen, dvs.; skal arealerne anvendes til energiproduktion eller til landbrug, dyreliv mv.? Mens vindmøller på den ene side fortrænger fossile brændsler og har en positiv effekt på vores miljø, kan vindmøller have negative konsekvenser for dyreliv og herunder fugle, flagermus, fisk og havpattedyr, såfremt der ikke bliver indført

tiltag i projekterne til at imødekomme dette. Det er muligt at reducere konsekvenser, hvis biodiversitet indtænkes i projekter, bl.a. ved at etablere nye levesteder for de ramte arter og ved at genplante den rette vegetation til at tiltrække et varieret dyreliv.

En direkte konsekvens af den betydelige udbygning med vindbaseret elproduktion har været, at vinger fra udtjente vindmøller hidtidigt ikke har kunne genanvendes. Noget tyder dog på, at der er fundet lovende metoder til at genanvende vingerne², hvorved vindmøllerne vil bidrage til en mere bæredygtig og miljøvenlig produktion.

Mens vedvarende energianlæg, som vindmøller og sol, er mindre udsatte for eventuelle oversvømmelser, er transformerstationer, pumper og centraler mere udsatte, og der bør altid udarbejdes en risikoanalyse i forbindelse med etablering af projekterne. Det blev synligt, da den seneste stormflod forårsagede flere strømudfald.

5.3

Olie og gas

Hvor olie- og gassektoren tidligere har været hjørnестenen i energiproduktion i Danmark og har bidraget til økonomisk aktivitet og indtægter for samfundet, er billedet ændret, således at olie og gas i højere grad skal indtænkes som nødvendige brændsler til at opretholde vores forsyningsikkerhed og til at kunne producere i perioder, hvor der er begrænset vind og sol i vores system.

Den fossile gas erstattes i stadig højere grad af grønne gasser, der i dag produceres ved biogas, men i fremtiden også vil komme fra PtX-processer. Det forventes, at de grønne gasser i 2030 fuldstændigt har fortrængt de fossile gasser i gassystemet.

Tidligere gasfelter er velegnet til injektion af CO₂ fra CCS og kan dermed bidrage til hurtige CO₂-reduktioner.

Sektorområde Energi

Sektor	Definition	Værdi* (mia. kr.)	Gns. levetid	Tilstandskarakter 2020	Tilstandskarakter 2024
Energi	Fjernvarme el, gas og olie	300-600	30-50 år	3,5	3,5
EI				4,0	4,0
Fjernvarme/ Fjernkøling				4,0	4,0
Olie				3,0	3,0
Gas				3,0	3,0

2 Designing wind turbine blades that can be recycled | TNO

VALIDERING

OM ANALYSEN – State of the Nation 2024 | Energi og Klima

Brian Vad Mathiesen.
 Professor i Energiplanlægning, Civilingeniør, Ph.d.
 Aalborg Universitet

Rapporten "State of the Nation 2024 | Energi og Klima" leverer en indsigtfuld analyse af Danmarks energiudfordringer og muligheder. Fokus på udfordringer mht. bevarelse af elkapacitet på kraftvarmeværker samt mht. biomasseforbruget og skalering af Power-to-X samt CCS rammer plet. Rapporten mangler et fokus på koordineringen mellem de store planer for udbygning af VE på land og offshore, som i de danske politikker ikke er balanceret med udbygningen på forbrugssiden. Rapporten kunne oplagt have foreslået at skabe de markedsmæssige rammer for vedvarende energiuudbygning, så det sikres, at udbygningen kun finder sted, hvis der er pragmatisk tilgang med markedsbaserede aftaler med aftagere. Herunder kunne rapporten med fordel have foreslået, at vi arbejder mere med strategisk energiplanlægning i Danmark – nationalt, regionalt og lokalt. Rapportens behandling af forsyningssikkerhed er både aktuel og fremadskuende, især ved at anerkende forbindelsen mellem Danmarks og EU's energisikkerhed. Dog kunne rapporten godt have påpeget de voldsomme tekniske og beredskabsmæssige udfordringer ved den brintinfrastruktur, som Danmark og EU ganske givet får brug for. Overordnet set er "State of the Nation 2024 | Energi og Klima" et værdifuldt dokument, der bidrager betydeligt til dialogen om Danmarks energiomstilling.

Trend 2020-2024	Omk. til niveau 4** (mia. kr.)	Tilstandstendens 2024 (kun energi)	Fremtidssikring	Bæredygtighed	Regulering
→	50	→	↗	↗	↗
→		→	↗	↗	
↗		↗	↗	↗	
↘	25	→	↗	→	
↘	25	→	↗	→	

Kon- klusioner

6.1

Anbefalinger om nationale strategier for at sikre den grønne omstilling

Siden forrige version af State of the Nation i 2020 er det blevet tydeligt, at en stigende andel af vedvarende energi i energisystemet har betydelige konsekvenser, som man skal være opmærksom på for at undgå stigende antal timer med ekstremt høje priser og i værste fald blackouts. Signalerne er tydelige ved bl.a. stigende priser for balanceringsydelse. Energisystemet bevæger sig fra primært at være baseret på central stabil elproduktion til i stigende grad at være base-

ret på decentralt fluktuerende elproduktion. Dette stiller store krav til balancering af nettet og fordrer betydelige opgraderinger af elnettet, både på transmissionsniveau såvel som på distributionsniveau. Energinet forventer således investeringer i transmissionsnettet på mere end 41 mia. kr. i perioden fra 2023 til 2026 på 2-3 mia. kr./årligt. Desuden regner netvirksomhederne med, at der i gennemsnit skal investeres 7 mia. kr. årligt i distributionsnettene frem mod 2030.

På grund af den faldende regulerbare elkapacitet, regner Energinet med et stigende antal afbrudsminutter i elsystemet på grund af effektmangel. Dette kan have stor betydning for industrien, der kan være nødt til at foretage betydelige investeringer for at sikre produktionen.

Der er derfor et stigende behov for bl.a. at sikre overlevelse af de decentrale kraftvarmeværker, som ikke længere får kapacitetsbetaling, og hvor prisen for balanceringsydelse ikke er tilstrækkelig høj til at skabe incitament for reinvesteringer i anlæggene.

FORSYNINGSSIKKERHEDEN SIKRES AD FLERE VEJE De decentrale kraftvarmeværker skal træde til og sikre el til det ufleksible elforbrug i tilfælde af en kritisk situation. Anlæg baseret på flydende og faste brændsler samt varmelagre, kølelagre og elbatterier i fjernvarmen, industrien og i transportsektoren kan gøre det resterende elforbrug mere fleksibelt. Disse anlæg kan således bidrage til forsyningssikkerheden og mindske behovet for yderligere dyr elproduktionskapacitet.

Effektmangel kan opstå på tværs af Europa på tidspunkter, hvor produktionen fra sol og vind er lav. Dette problem kan afhjælpes med ny regulerbar produktionskapacitet eller reduceret forbrug. Udlandsforbindelser er et bærende element i den danske forsyningssikkerhed. Ny kapacitet på de danske udlandsforbindelser vil dog kun i begrænset omfang afhjælpe problemstillingen med effektmangel. En måde at imødegå risikoen for manglende effekt på kan være at øge de økonomiske incitamenter for at sikre tilstrækkelig kapacitet til rådighed og dermed minimere afbrud af elforbrugere. Dette kan gøres ved at etablere en kapacitetsmekanisme med målrettede betalinger til elproduktionskapacitet eller variabelt elforbrug.

Elektrificeringen af samfundet stiller desuden store krav til forsyningssikkerheden og robustheden over for uventede hændelser. Tidligere var der krav om energireserver til nødsituationer (eksempelvis obligatoriske kullagre og olielagre), mulighed for sæsonvariation fra egne olie- og gasressourcer fra Nordsøen, gaslagre mv.

I et elektrificeret system vil der ikke kun være behov for lagre på kort sigt, der kompenserer for det ikke-fleksible elforbrug. Der vil også være behov for langtidslagre med ikke-fossile energikilder, der kan erstatte de tidligere lagre.

FRI mener, der bør iværksættes en langsigtet national strategi for forsyningssikkerhed og robusthed for det samlede energisystem, herunder at den decentrale struktur udnyttes, at industri og fjernvarme opretholder og udbygger reserveanlæg for elforbrug med anlæg, der kan udnytte biometan og elektrogas fra de store gaslagre samt om skifte til elektroolie fra lokale såvel som centrale lagre med elektroolie.

Skader på energiinfrastruktur på havbunden viser, at der er behov for særlige tiltag, der kan beskytte infrastrukturen, og for øget robusthed, bl.a. ved flere decentrale anlæg.

FRI mener, at den havbaserede infrastruktur og tilslutningsanlæg på land skal indgå med stor vægt i en national strategi for forsyningssikkerhed.

Det ændrede geopolitiske landskab i Europa og den stigende digitalisering stiller større krav til IT-sikkerheden, idet det, i værste fald, kan have indflydelse på elforsyningssikkerheden.

FRI mener, at IT-infrastrukturen i forsyningssektoren skal indgå med stor vægt i en national strategi for forsyningssikkerhed.

Der skal indpasses meget store PtX-anlæg i Danmarks energisystem i de næste mange år, der vil kunne bidrage med betydelige mængder overskudsvarme. Hvis anlæggene placeres korrekt i forhold til den krævede infrastruktur, og der åbnes mulighed for at anvende varmen fra anlæggene, kan det betyde betydelige konkurrencemæssige fordele for Danmark i forhold til placering af anlæggene i andre lande uden tilsvarende fjernvarmeinfrastruktur.



Udfordringen er, at varmen skal indpasses i forhold til varme fra andre kilder, der er stedbundne eller kan flyttes, herunder biomassefyrede anlæg, affaldsforbrænding, geotermisk varme mv. På grund af manglende central planlægning, overvejer mange kommuner PtX, til trods for at der kun er yderst ringe muligheder for at udnytte den overskydende varme.

FRI anbefaler, at der snarest iværksættes en national strategi for placering af PtX-anlæg i Danmark i samspil med andre varmeproducerende anlæg og øvrig infrastruktur.

Danmark har en ambitiøs målsætning om at bruge 100 % vedvarende energi til alle energiformål inden 2050. Biomasse spiller en vigtig rolle i at nå dette mål. Der mangler en klar strategi for, hvorledes den samlede biomasseressource skal anvendes mest bæredygtigt under hensyntagen til landbruget, skovbruget, energiproduktion, produktion af grønne brændsler til industrien mv.

FRI anbefaler, at der iværksættes en national strategi for anvendelse af biomasseressourcen i Danmark.

6.2

Øvrige sten på vejen i den grønne omstilling

I den grønne omstilling er der en række tiltag, der umiddelbart kan iværksættes med en begrænset indsats. Danmark har en målsætning om at være uafhængig af russisk naturgas inden 2030, og der pågår i disse år et betydeligt arbejde med at afklare grænsen mellem fjernvarme og individuelle varmepumper. Arbejdet er besværliggjort af et betydeligt pres i hele forsyningskæden til fjernvarme på grund af manglende arbejdskraft. Det medfører betydelige

prisstigninger på at etablere fjernvarme. Priser og leveringstider for varmepumper, el-infrastruktur med videre stiger dog også.

FRI mener, at der er behov for at fremskynde anlæg/tiltag, der kan mindske gasforbrug på store gasfyrede anlæg, så de alene fungerer som spids- og reservelast, men samtidig udstrække konverteringen fra gas til fjernvarme i villaområder over flere år ved at samordne udbygning med fjernvarmenet med udfasningen af gasdistributionsnet i villaområder, gerne i kombination med overgangsordninger i form af eksempelvis fjernvarme/gasfyr på abonnement og skrotningspræmier for gasfyr. Ved at fremskynde udfasning af gas på store anlæg og udskyde på små anlæg kan vi fortsat nå i mål, så det samlede gasforbrug er mindre end den tilførte biometan, hvorved den fossile gas er udfaset i 2030.

Bekendtgørelsen om prisloft for overskudsvarme blokerer i mange tilfælde for projekter, der er godkendt i medfør af varmforsyningsloven. Det gør de, fordi de er fordelagtige for samfundet og for fjernvarmebrugerne og vigtige, da de tillige øger hastigheden for udfasning af russisk naturgas. Prisloftet øger ikke beskyttelsen af fjernvarmebrugerne, idet de allerede er beskyttet af substitutionsprincippet for fjernvarme og af kravet om projektforslag.

FRI anbefaler, at lovgivningen om prislofter for overskudsvarme fjernes helt.

Det er et dilemma, at energirammekravene til nye bygningers energiforsyning tilsidesætter og dermed modarbejder varmforsyningsloven, der stiller krav om den mest økonomiske opvarmningsform for samfundet og varmforsyrerbrugerne og dermed bæredygtig opvarmningsforsyning til nye bygninger.

På den ene side kan bygningsejere fravælge den mest bæredygtige forsyning, eftersom der ikke længere er mulighed for at pålægge tilslutningspligt, men på den anden side kan energirammekravene tvinge kunderne til en ikke-bæredygtig forsyningsform i form af individuelle varmepumper. Misforholdet kommer af, at energirammen bestemmes af faktorer på el og fjernvarme, som hverken afspejler samfundsøkonomi, brugerøkonomi, miljø, forsyningsikkerhed eller elprisens fluktuationer.

FRI anbefaler, at krav til bygningers energimæssige ydeevne i form af krav til klimaskærm og designtemperaturer for varmeanlæg henføres til Bygningsreglementet, mens muligheden for at få fjernvarme fortsat henføres til varmforsyningsloven. Bygningsejere vil således fortsat kun kunne få fjernvarme, hvor det er den mest samfundsøkonomiske opvarmningsform, men uden tilslutningspligt til fjernvarme og uden pligt til at overholde et energirammekrav.

Bestemmelsen i Bekendtgørelsen for energikonsulenter giver med reference til energiramme faktorerne et bedre energimærke til bygninger, der skifter fra fjernvarme til varmepumper til trods for, at det er samfundsøkonomisk fordelagtigt at opnå maksimal tilslutning.

Hvis energirammekravet bortfalder, vil energimærket ændres til at være neutralt i forhold til forsyningsform. I stedet ville det være naturligt at give et bedre energimærke til bygninger i fjernvarmeområder, hvis de er tilsluttet fjernvarmen.

FRI anbefaler, at energimærkningen bør understøtte de projekter, der er godkendt i medfør af varmforsyningsloven.

Et bredt flertal indgik i 2020 en politisk aftale om en grøn affaldssektor med cirkulær økonomi, og af aftalen fremgår det bl.a., at kapaciteten til termisk affaldsbehandling i Danmark skal reduceres med 30 %, hvilket fjerner muligheden for at brænde udenlandsk affald. Idet CO₂ ikke kender grænser, er der tale om en snæversynet dansk betragtning, der ikke tager hensyn til, at affald bliver brændt på yderst effektive danske anlæg i forhold til i udlandet, hvor varmen ofte ikke udnyttes, eller affaldet deponeres på lossepladser. Stik imod hensigten fører dette til en samlet øgning af emissionerne. Dertil kommer, at kommercialiseringen af affaldssektoren skaber usikkerhed om projekter for CO₂-fangst.

FRI anbefaler, at de nuværende affaldsselskaber får frihed til at disponere ud fra kriterier, der fremmer samfundsøkonomisk fordelagtige løsninger, der også er fordelagtige for affalds- og varmekunderne.





Foreningen af
Rådgivende Ingeniører
FRI