

Anne-Mette S. Langvad
Nordjylland
M: +45 2462 1546
E: amsl@planenergi.dk

&

Thomas A. Nielsen
Nordjylland
M: +45 2228 5526
E: tan@planenergi.dk

Skørping, den 2. december 2020

Virkemiddelkatalog for klimatilpasning- og forebyggelse i kommuner i Region Midtjylland

NORDJYLLAND
Jyllandsgade 1
DK-9520 Skørping

MIDTJYLLAND
Vestergade 48 H, 2. sal
DK-8000 Aarhus C

SIJÆLLAND
Frederikskaj 10A, 2. sal
2450 København SV

Tel. +45 9682 0400
Fax +45 9839 2498

www.planenergi.dk
planenergi@planenergi.dk
CVR: 7403 8212

Indhold

I virkemiddelkataloget behandles emner knyttet til klimaforebyggelse. Herved forstås tiltag der sigter mod at nedbringe udledningen af drivhusgasser i kommunerne som geografisk område. De indirekte forbrugsbaserede udledninger fra import af varer tjenester i et livscyklusperspektiv er generelt ikke behandlet i virkekataloget. Dog er beskrevet tiltag, som vedrører et ændret fødevareforbrug og et ændret foderforbrug.

I virkemiddelkataloget beskrives følgende emner:

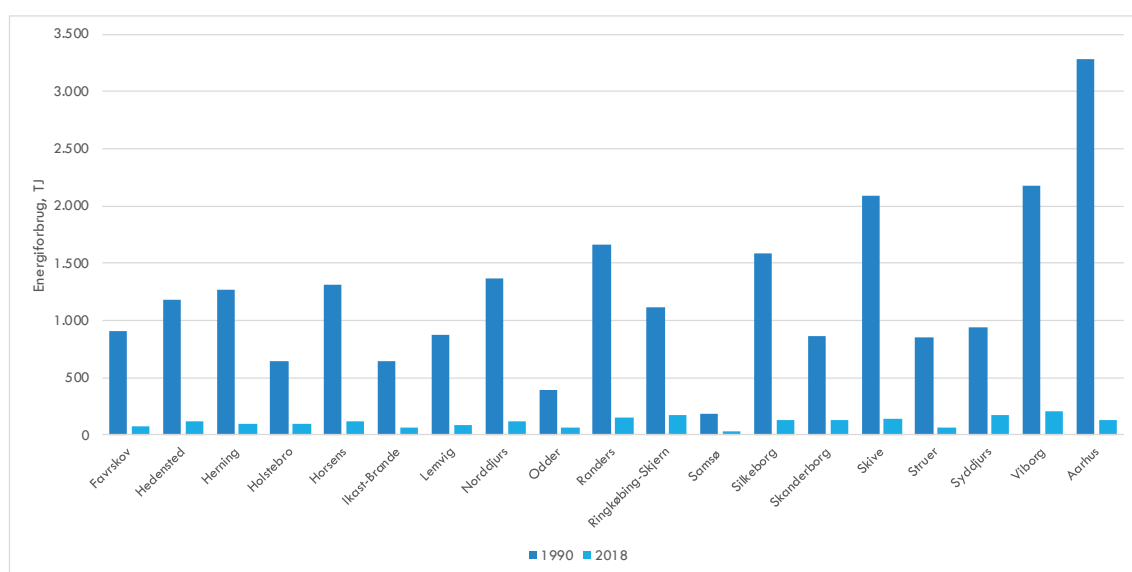
Indhold	2
1 Energiforsyning	3
1.1 Afvikling af individuel olie	3
1.2 Afvikling af individuel naturgas	8
1.3 Fjernvarmeløsninger uden fossile brændsler	13
1.4 Fjernkøling i større fjernvarmeområder	20
1.5 Vindmølleparker på land	22
1.6 Markbaserede solceller	29
1.7 Energiparker og biogas	33
1.8 CO ₂ fangst og lagring	38
2 Bygninger	41
2.1 Energirenovering af bygninger	41
2.2 Solceller på bygninger	45
2.3 Forberede bygninger til fjernvarme ved lavere temperatur	48
3 Industri og erhverv	50
3.1 Energieffektiviseringer og elektrificering	50
3.2 Spildvarme fra industri og kommende datacentre	54
4 Transport	57
4.1 Fremtidig ladeinfrastruktur til elbiler	57
4.2 Alternativer til transport i bil	62
5 Landbrug og arealanvendelse	66
5.1 Mere biogas og bedre staldsystemer	66
5.2 Udtagning af kulstofrig landbrugsjord	72
5.3 Skovrejsning	78
5.4 Ændret fodersammensætning for kvæg	83
5.5 Ændret dyrkning af landbrugsjord	86
6 Ændret forbrug af fødevarer og foder	89
6.1 Ændret forbrug af fødevarer	89
6.2 Ændret forbrug af foder	94

1 Energiforsyning

1.1 Afvikling af individuel olie

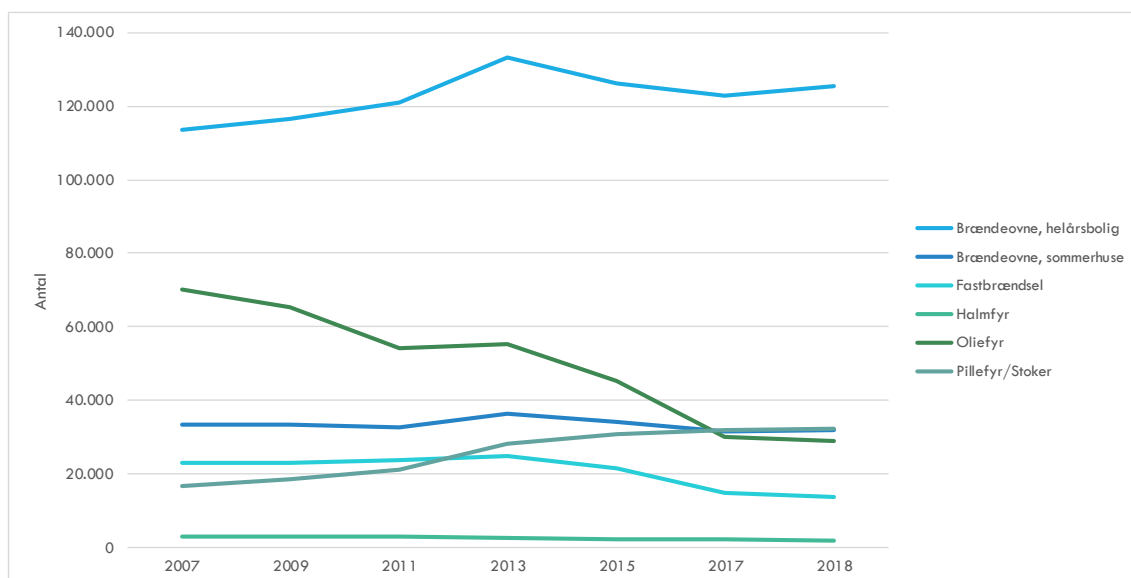
1.1.1 Status og perspektiver

Opvarmning med individuel olie er stærkt på retur, da denne opvarmningsform er dyr. I Figur 1 ses det tydeligt, at opvarmningen med individuel olie i de midtjyske kommuner siden 1990 til i dag er reduceret betragteligt. Alt i alt har kommunerne i regionen siden 1990 reduceret deres forbrug af individuel olie med ca. 91 %.



Figur 1 - Energiforbrug fra individuelle oliekedler, fordelt på kommuner i 1990 og 2018

Oliefyret er de seneste 10 år primært blevet udskiftet med et pillefyr udenfor fjernvarmeområder og udskiftet med fjernvarme i fjernvarmeområderne. I Figur 2 fremgår udviklingen af individuelle fyr i kommunen. I figuren ses en betydelig nedgang i antallet af oliefyre fra ca. 70.000 fyr i 2007 til 30.000 fyr i 2018, i samme periode er antallet af pillefyr steget med knap 10.000 fyr.



Figur 2 – Udvikling i individuelle fyr i Region Midtjylland, siden 2007

De seneste lempelser i afgifterne på strøm har flyttet balancen i retning af varmepumper i og udenfor fjernvarmeområderne. Energistyrelsen forventer jf. den seneste basisfremskrivning, at ca. 85 % af dagens oliefor vil være afviklet i 2030 uden yderligere tiltag ("*frozen-policy*") svarende til en reduktion på ca. 25.500 oliefor i Region Midtjylland.

Ifm. klimaplan 2020 for energi og industri, skal olie- og gasfor erstattes med grøn strøm og grøn fjernvarme, og for at øge tempoet på omstillingen, kombineres justeringer af varmeanfgifterne med tilskud til konverteringer til grønne løsninger.

Denne beskrivelse af virkemidler er primært rettet mod afvikling af oliefor uden for fjernvarmeområder, hvor vi i dag finder langt de fleste oliefor.

1.1.2 Eksempler på lokale handlinger

Varmeplan med klar afgrænsning af nuværende og kommende fjernvarmeområder

Kommunen bør af hensyn til forbrugernes valg af opvarmning gennem en vedtaget varmeplan give klare oplysninger om, hvilke områder, som nu og i fremtiden vil blive omfattet af fjernvarme.

Uafhængig energirådgivning til borgere med oliefor

Flere energiselskaber tilbyder gratis energirådgivning til deres varmekunder. Udfordringen opstår dog for borgere, der hverken har naturgas eller fjernvarme. De er uden særskilte initiativer nemt overladt til sig selv, og får derfor i mange tilfælde ikke investeret i de miljømæssige og privatøkonomiske optimale energiløsninger.

Kommuner kan arbejde for etablering af ordninger, hvor borgere med olieopvarmning kan tilbydes uvildig energirådgivning. Håbet er, at rådgivningen fører til investeringer i energieffektiviseringer, samt at borgere får andel i Energifaaltens tilskudspulje på 20 mio. kr. pr. år. til skift til individuelle varmepumper i forbindelse med skrotning af oliefor, samt oplyses om tilskudsregler til energibesparelser og skattefradrag til håndværkerudgifter.

Temadage om individuelle varmepumper og energibesparelser

Flere kommuner har afholdt informationsmøder for deres borgere om alternativer til oliefyr og energioptimering i egen bolig. Sparenergi, kan være behjælpelig med at målrette invitationer og arrangere møder. www.sparenergi.dk

Demonstrationsprojekter i olielandsbyer

En anden mulighed er fokuserede projekter i landsbyer med mange oliefyr. Projekterne kan bl.a. indeholde:

- små fællesløsninger med en fælles varmepumpe eller biomassekedel i landsbyer, hvor husene ligger relativt tæt samlet, og der måske er en lokal storforbruger i form af en virksomhed, en efterskole eller lignende,
- fælles indkøb af individuelle varmepumpeløsninger,
- fælles tilbud fra håndværkere eller tilbud på ESCO-koncepter, hvor forbrugerne alene betaler for varmen, mens en operatør investerer og driver individuelle eller kollektive varmepumpeanlæg og
- fælles rådgivningskoncepter.

Etablering af regionale Fjern-varmepumpe a.m.b.a. selskaber

Som et alternativ til de kommercielle aktører, der tilbyder varme på abonnement med støtte fra Energistyrelsen, har forsyningsselskabet TLV-forsyning, der er beliggende i Trustrup-Lyngby på Djursland, etableret andelsselskabet Nærvarmeværket. Nærvarmeværket installerer, ejer og vedligeholder individuelle varmepumper, mens boligejeren selv står for afregningen af den el varmepumpen bruger. Dansk Fjernvarme arbejder på et setup, hvor dette koncept kan tilbydes i hele landet via oprettelse af regionale Fjern-varmepumpe a.m.b.a. selskaber.

[Link](#)

1.1.3 Centrale aktører for indsatsen

- Lokalråd samt evt. lokale landdistriktskonsulenter
- El- og fjernvarmeselskaber
- ESCO leverandører (Best Green, OK, SustainSolutions, Fyrfyret.dk)
- Uafhængige energirådgivere mm. under Energistyrelsens Bedre Bolig program (Sparenergi.dk)
- Dansk Fjernvarme (ønsker at facilitere regionale Fjernvarmepumpe a.m.b.a. selskaber)

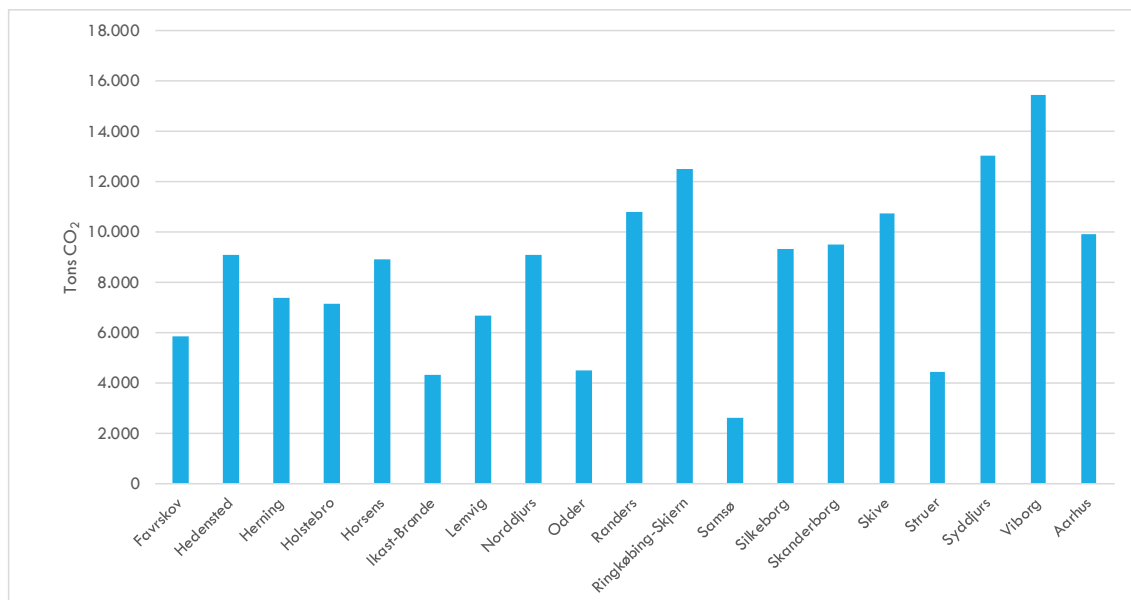
1.1.4 Eksempelkommuner

Eksempler på kommuner, der har gjort en særlig indsats ift. afvikling af individuel olie:

- Ringkøbing-Skjern (tilbud om gratis energirådgivning i to landsbyer + yderligere over 1.000 husstande - se Energi2020),.
- Hjørring: uddannelsescafeer, Tupperware parties, borgermøder mm. [Link](#),
- Skive: rådgivercafe, energitjek, grundejerforeninger mm. [Link](#),
- Sønderborg Kommune: Hent varmen ud af den blå luft [Link](#),
- Middelfart Kommune: Føns Nærvarme. [Link 1 \(historien\)](#), [Link 2 \(forundersøgelse\)](#),
- Rebild Kommune: Kortlægning af mulige landsbyvarmeprojekter [Link og](#)
- Sønderborg Kommune: Afgrænsning af individuel og fjernvarmeforsyning. [Link](#)

1.1.5 Realiserbarhed og effekter ved realisering**Reduktion af klimagasser (CO₂-ækv.)**

I 2018 var den samlede CO₂-udledning fra individuelle oliefyr ca. 161.000 tons i Region Midtjylland, fordelt på kommunerne, som det er illustreret i Figur 3. Over de seneste 10 år er denne udledning faldet med ca. 58 %.



Figur 3 - CO₂ udledning ved opvarmning fra individuelle oliefyr, 2018

Baseret på det resterende antal af oliefyr, vil der i Region Midtjylland være et reduktionspotentiale ved skrotning af 1.000 oliefyr på 5.500 ton CO₂ pr. år.

Teknologisk modenhed

Alternativerne til individuel olie er typisk individuel varmepumpe, træpillefyr eller fjernvarme. Alle teknologier er gennemprøvet og tilgængelige på markedet til konkurrencedygtige priser.

Økonomi for investor

Fjernvarme, individuel varmepumpe og træpillefyr har normalt bedre totaløkonomi for en investor, end olie har. Det samme kan også gøre sig gældende for fælles varmeløsninger. For særligt varmepumper kan det være en barriere for den enkelte husejer, at teknologien er relativt omkostningstung. Det gælder særligt i landområder med lave huspriser. Varmepumpen må dog uden for fjernvarmeområder betragtes som det sikre valg frem for træpillefyr grundet øget politisk fokus, på at reducere biomasseforbruget i energisektoren.

Der afsættes ifm. klimaplanen 2020: 410 mio. kr. i 2021, 500 mio. kr. i 2022, 455 mio. kr. i 2023, 375 mio. kr. i 2024 og 545 mio. kr. årligt i 2025 og 2026, 240 mio. kr. i 2027, 260 mio. kr. i 2028, 280 mio. kr. i 2029 og 300 mio. kr. i 2030 (opgjort i 2020-priser og inklusiv afledt afgiftstab) til tilskudspuljer til udfasning af olie- og gasfyr, herunder en pulje til afkobling fra naturgasnettet og til udrulning af fjernvarme. [Link](#)

Samfundsøkonomi

Individuelle varmepumper og store varmepumper til fjernvarme udviser bedre samfundsøkonomi end både olie- og træpillefyr.

Afledt erhvervsudviklingspotentiale

Lokal erhvervsudvikling er næppe en stor driver på området, men en forcering af rådgivningsindsatsen kan være med til at skaffe arbejde til håndværksvirksomheder i nedgangsperioder. Flere kommuner arbejder med efteruddannelse og lokale teams af håndværkere, der kan hjælpe

den enkelte husejer med energirenoveringer. Det har de bl.a. gjort i Frederikshavn med initiativet "Energiproffer". [Link](#)

Øvrige afledte effekter (miljø, socialt og økonomisk)

Initiativer rettet mod borgere med oliefyr vil ofte gavne ressourcessvage borgere i landdistrikter med ringe muligheder for at investere i egen bolig.

Risikovurdering og barrierer

Fælles varmeløsninger i mindre byer er ofte svære at organisere fordi borgernes installationer har forskellig alder, og fordi den økonomiske gevinst er relativ lille for den enkelte husejer. Realisering af projekterne er meget følsomme overfor endelig tilslutningsprocent. Realisering kræver desuden en aktiv forbrugergruppe, der tager selvstændigt initiativ til etablering af anlægget.

Det er primært individuel energirådgivning, der kan skubbe til investeringsbeslutninger hos private med oliefyr. Erfaringerne viser, at besparelserne pr. investeret rådgivertime er begrænsende, samt at succes kræver, at ydelsen er gratis. Også her er det nødvendigt med aktiv lokal opbakning, hvis rådgivningsindsatsen skal bære frugt.

Generelle oplysningskampagner giver sjældent i sig selv anledning til handling, da der typisk er langt fra generel information til konkrete investeringsbeslutninger for den enkelte husejer.

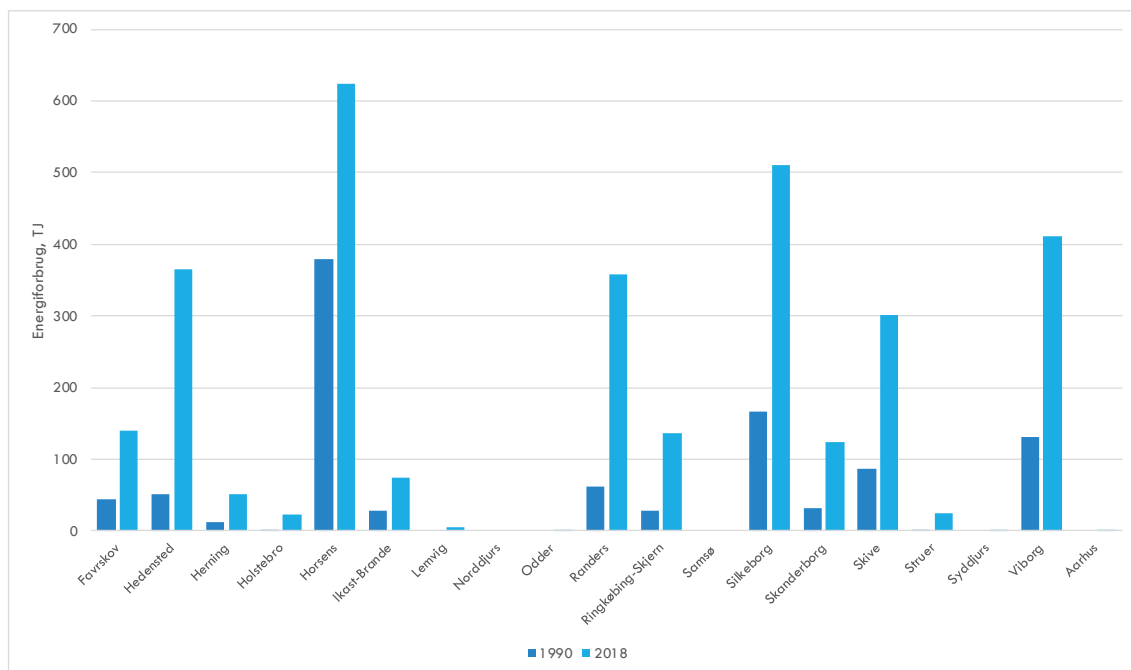
Sammenfattende vurdering

	God	Middel	Ringe
Reduktion af klimagasser		X	
Teknologisk modenhed	X		
Økonomi for investor	X		
Samfundsøkonomi	X		
Afledt erhvervsudviklingspotentiale			X
Øvrige afledte effekter	X		
Risikovurdering		X	

1.2 Afvikling af individuel naturgas

1.2.1 Status og perspektiver

Der sker i hele regionen betydelig opvarmning med individuel naturgas, i 2018 var energiforbruget ca. 3.000 TJ, hvilket er 1.000 TJ mere end for opvarmning med individuel olie, svarende til merforbrug på knap 45 %, fra individuelle fyr på gas. Nogle gasområder ligger i umiddelbar tilknytning til eksisterende fjernvarmeområder, mens andre gasbyer ligger i større afstand fra eksisterende fjernvarmenet.



Figur 4 – Udviklingen i energiforbrug for individuelle gasfyr, i Kommunerne i Region Midtjylland, i 1990 og 2018

Afvikling af individuel naturgas går meget langsomt og i de seneste 10 år er udviklingen mere eller mindre status quo. Siden 1990 er brugen af gas til individuel opvarmning steget fra ca. 1.000 til 3.000 TJ, så der i dag er ca. 55.000 boliger tilmeldt Evidas gasnet hvilket bl.a. skyldes, at opvarmningsformen er billig og udviser god samfundsøkonomi med dagens beregningsforudsætninger ift. f.eks. oliefyr. Der er dog i flere kommuner gode muligheder for at udvide fjernvarmeområder, således at de dækker områder, der i dag har gas.

For større naturgasbyer med større afstand til eksisterende fjernvarmeværker kan ny fjernvarme være en mulighed, mens et skift til individuelle varmepumpeløsninger er mere oplagt i mindre gasområder med lav varmetæthed.

1.2.2 Eksempler på lokale handlinger

Varmeplanlægning og varmeanalyser i samarbejde med fjernvarmeselskaber

Flere kommuner arbejder aktivt med konvertering af områder med individuel gas til fjernvarme i samarbejde med lokale fjernvarmeselskaber. Arbejdet kan bl.a. omfatte:

- Samarbejde om udarbejdelse af en varmeplan, der fastlægger principper for områder med kollektiv og individuel forsyning,
- Igangsætning af konkrete analyser, der viser økonomi for bruger, selskab og samfund for de mest lovende konverteringsprojekter,

- Etablering af netværk, der løbende arbejder for realisering af de mest lovende konverteringsprojekter
- Etabling af lokale Fjern-varmepumpe a.m.b.a. selskaber.

1.2.3 Centrale aktører for indsatsen

- Kommunerne (som varmeplanmyndighed)
- Fjernvarme- og naturgasselskaber
- Dansk Fjernvarme (jf. initiativ vedrørende Fjernvarmepumpe a.m.b.a. selskaber)
- Lokalråd

1.2.4 Eksempelkommuner

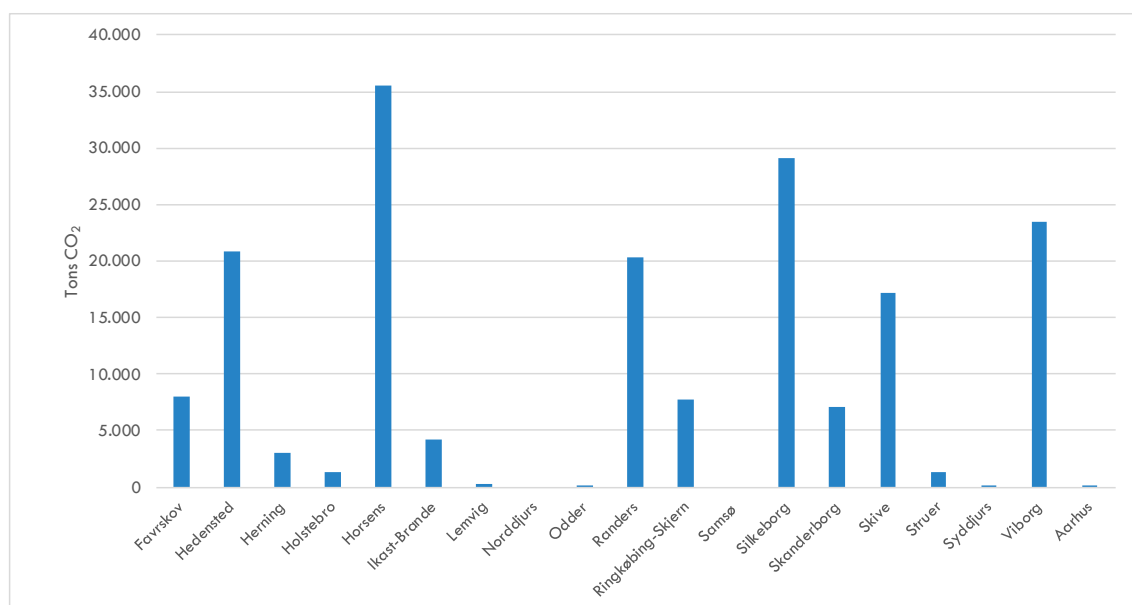
Eksempler på kommuner, der har gjort en særlig indsats ift. afvikling af individuel gas:

- Horsens Kommune: Konvertering af over 10.000 husstande. [Link.](#)
- Skive Kommune: Juridisk tvist med Evida tidl. HMN Naturgas siden 2016
 - [Link tvist](#)
 - [Link varmeplan .](#)
- Sønderborg Kommune: Varmeplan 2015 [Link.](#)
- Rebild Kommune: Kortlægning af mulige landsbyvarmeprojekter [Link.](#)
- Sønderborg Forsyning. Konvertering af Nordals fra individuel naturgas til fjernvarme [Link .](#)
- Middelfart Fjernvarme: "Opgørelse af potentiale for udvidelse af fjernvarmedækning samt forretningsmodel for tilbud af individuelle varmepumper" (PlanEnergi, nov. 2019).

1.2.5 Effekt og sandsynlighed for realisering af handlinger

Reduktion af klimagasser (CO₂-ækv.)

Opvarmning med individuel gas er betydelig i flere kommuner, som det også fremgår af Figur 4. Konvertering til fossilfri opvarmning sker ikke uden lokale tiltag og koordinering via varmeplanlægningen. Da energiforbruget af gas, mere eller mindre, er uændret de seneste 10 år, gælder det samme for klimaaftrykket fra individuelle gasfyr. I nedenstående tabel ses aftrykket for 2018, fordelt på kommunerne i Region Midtjylland, i alt har Region Midtjylland i 2018 en udledning på ca. 180.000 ton CO₂ pr. år fra individuelle naturgasfyr.



Figur 5 - CO₂ udledning i Region Midtjylland, fordelt på kommunerne, 2018

I 2018 havde Region Midtjylland ca. 55.000 boliger tilsluttet Evidas gasnet, hvorfor reduktionspotentialet ved skrotning af 1.000 boligtilslutninger i Regionen vil reducere udledningen med ca. 3.250 ton/CO₂ pr. år.

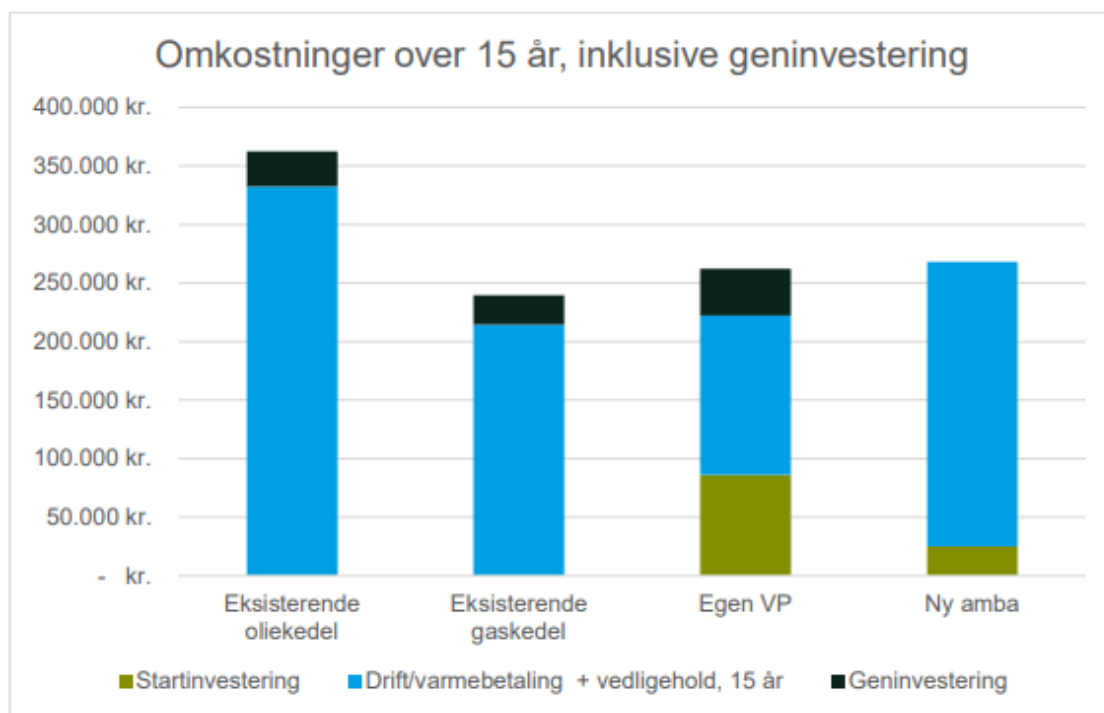
Teknologisk modenhed

Alternativerne til individuel gas er typisk individuel varmepumpe eller fjernvarme. Begge teknologier er gennemprøvet og tilgængelige på markedet til konkurrencedygtige priser.

Økonomi for investor

Eksisterende gaskedler kan i dag levere varme til en pris, der er billigere end varme leveret fra en nyinstalleret individuel varmepumpe eller et nyt fjernvarmeværk. Dette gør, at et skift væk fra naturgas er privatøkonomisk optimalt i en udskiftningssituation, hvor alternativet er køb af et nyt naturgasfyr.

Konkurrence i relation til levering af varme fra et eksisterende fjernvarmeværk afhænger selv sagt af varmeprisen på det aktuelle fjernvarmeværk. Fjernvarme kan både være billigere og dyrere end en eksisterende naturgaskedel, men vil ofte være billigere end individuelle varmepumper.



Figur 6 - Omkostninger til opvarmning af standardhus over 15 år, jf. "Grøn varme til 500.000 boliger", Dansk Fjernvarme okt. 2019. [Link](#)

Der afsættes ifm. klimaplanen 2020: 410 mio. kr. i 2021, 500 mio. kr. i 2022, 455 mio. kr. i 2023, 375 mio. kr. i 2024 og 545 mio. kr. årligt i 2025 og 2026, 240 mio. kr. i 2027, 260 mio. kr. i 2028, 280 mio. kr. i 2029 og 300 mio. kr. i 2030 (opgjort i 2020-priser og inklusiv afledt afgiftstab) til tilskudspuljer til udfasning af olie- og gasfyr, herunder en pulje til afkobling fra naturgasnettet og til udrulning af fjernvarme. [Link](#)

Samfundsøkonomi

Individuel naturgas udviser god samfundsøkonomi med dagens beregningsforudsætninger. Dette forhindrer ofte konverteringer af områder med individuel gas til fjernvarme. Det er dog i den nye klimaplan 2020 fremsat, at tempoet for udfasning af olie- og gasfyr skal sættes op, hvorfor udgifterne for forbrugerne skal reduceres ved omstilling til grøn varme. Iflg. planen skal dette ske ved at kombinere justeringerne af varmeafgifterne med tilskud til konverteringer til grønne løsninger.

Afledt erhvervsudviklingspotentiale

Lokal erhvervsudvikling er næppe en stor driver på området, selv om en stor del af konverteringsarbejdet udføres af lokale håndværkere. Dog arbejder flere kommuner med efteruddannelse og lokale teams af håndværkere, der kan hjælpe den enkelte husejer med energirenoveringer. Dette har de bl.a. gjort i Frederikshavn med initiativet "Energiproffer". [Link](#)

Øvrige afledte effekter (miljø, socialt og økonomisk)

Intet af betydning.

Risikovurdering og barrierer

Der er en række barrierer for udfasning af individuelle gasfyr i boligopvarmningen. Dette drejer sig bl.a. om:

- Lave naturgaspriser.
- Samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger, der modarbejder afvikling af individuel gas.
- Manglende lokale analyser/varmeplaner, der afdækker om gasområder bør konverteres til fjernvarme eller individuelle varmepumper.
- Usikkerhed ift. fremtidig regulering på varmeområdet, herunder fjernvarmeselskabernes muligheder for at pålægge tilslutningspligt.

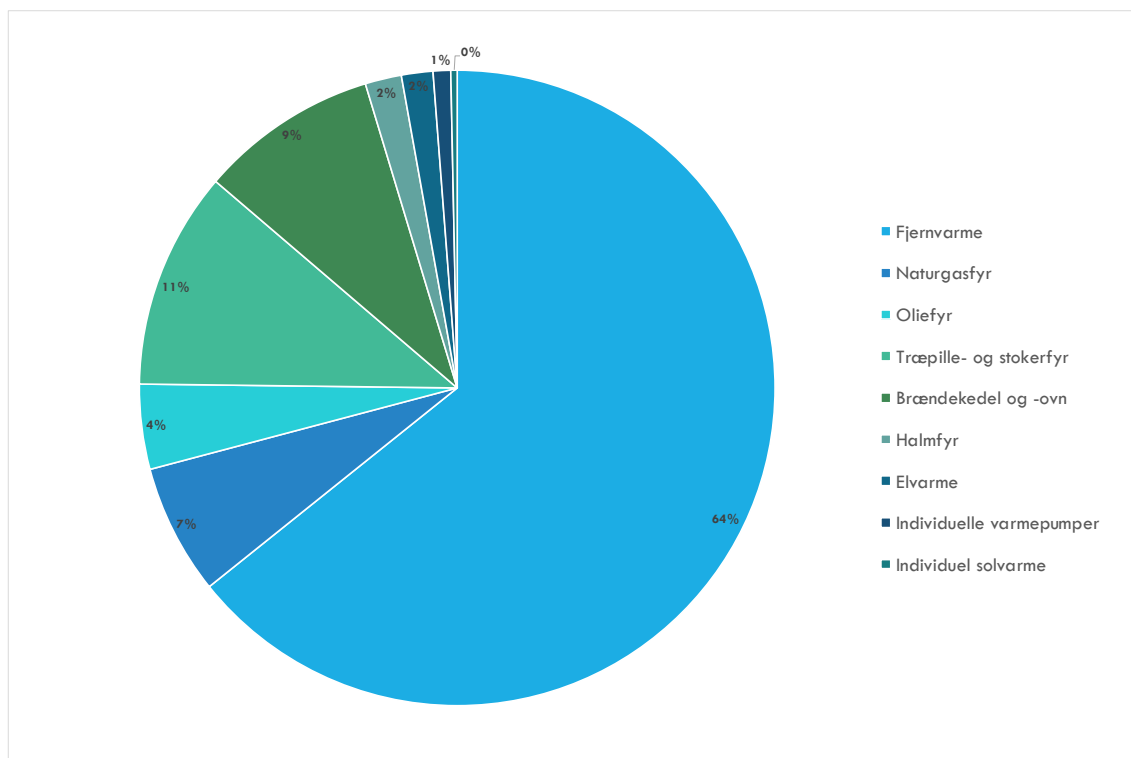
Sammenfattende vurdering

	God	Middel	Ringe
Reduktion af klimagasser	X		
Teknologisk modenhed	X		
Økonomi for investor		X	
Samfundsøkonomi			X
Afledt erhvervsudviklingspotentiale			X
Øvrige afledte effekter			X
Risikovurdering			X

1.3 Fjernvarmeløsninger uden fossile brændsler

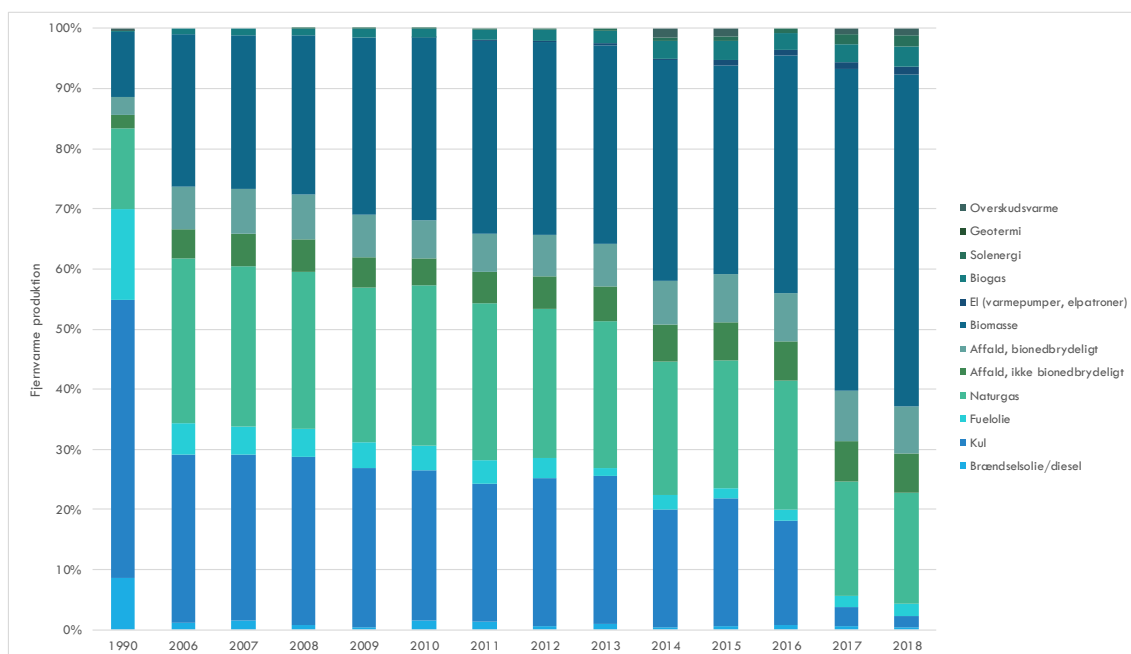
1.3.1 Status og perspektiver

Fjernvarme er den mest udbredte opvarmningsform i Danmark og knap 65 % af alle boliger har fjernvarme. I Region Midtjylland er 64 % af alle boliger opvarmet med fjernvarme, de resterende 36 % fordeler sig primært på de før omtalte olie- og gasfyr samt træpille- og stokerfyr og brændekedler (brændeovne). Fordelingen af slutvarmeforbruget i Region Midtjylland ses i Figur 7.



Figur 7 - Slutforbrug af varme i Region Midtjylland 2018

Gennem de seneste 30 år er der sket en markant reduktion i brugen af fossile brændsler i fjernvarmen. Særligt biomasse har erstattet kul, naturgas og olie. Men med bl.a. den reducerede elvarmeafgift er el til fjernvarme blevet den foretrukne teknologi for særligt mindre naturgasfyrede fjernvarmeværker, og det må forventes, at el til varme kommer til at spille en meget større rolle i fjernvarmeforsyningen i de kommende år, og at biomassens rolle dermed vil blive reduceret. De fremtidige varmekilder vil derfor blive elkedler, varmepumper, solvarme og overskudsvarme kombineret med varmelagring. Udviklingen i brændselsforbruget i Regionen er illustreret i Figur 8 i en procentvis fordeling.



Figur 8 - Brændsler til fjernvarme fjernvarmeproduktion, procentvis fordeling i Region Midtjylland 1990-2018

1.3.2 Eksempler på lokale handlinger

Lokalt fjernvarmenetværk

Der er forandringer på vej i fjernvarmesektoren, som får stor betydning for alle fjernvarmeselskaber. Kommuner kan derfor på egen hånd eller i fællesskab etablere lokale netværk for fjernvarmeselskaber, hvor kommunen har sekretærfunktionen og indkalder til møder 1-2 gange om året.

I netværket kan man bl.a. drøfte:

- Hvornår det er aktuelt at investere i varmepumper og udnyttelse af overskudsvarme.
- De lokale elnetselskabers forventninger til en fremtidig tarifstruktur, som fremmer el til fjernvarme og fleksibelt elforbrug.
- Nyeste viden om afgifter og tilskud, herunder ift. store varmepumper, overskudsvarme, geotermi og produktion af syntetiske transportbrændstoffer.
- Udmøntning af de politiske målsætninger om konkurrenceudsættelse af fjernvarmesektoren, herunder håndtering af forventet ophævelse af forblivelsespligt.
- Fælles problemstillinger ift. drift, myndighedsbehandling og lokalpolitiske spørgsmål.
- Fælles indhentning af erfaringer fra fjernvarmeselskaber, der har etableret eldrevne varmepumper, store varmelagre eller optimeret deres net og brugerinstallationer.
- Fælles info om aktuelle analyser på fjernvarmeområdet.
- Sammenligning af forbrugerpriser og årsager til forskelle.

Afdækning af nye forretningsområder på varmeområdet

Fjernvarmen skal i 2030 være tæt på 100 % fossilfri og på sigt skal biomasse ikke være det primære brændsel. Parallelt med, at alle fjernvarmeverker udarbejder masterplaner for omlægning til vedvarende energi og reduktion i biomasseforbruget kan det være relevant at afdække nye forretningsmuligheder i mindre lokale fjernvarmenetværk. Det kunne dreje sig om:

- optimering af ydelser i forbindelse med el-lagring som varme,
- køle- og varmeforpligtelser til industrier samt

- hybridanlæg med spildvarme, solvarme, varmepumper og varmelagre.

1.3.3 Centrale aktører for indsatsen

- Kommuner (varmeplanmyndighed)
- Lokale fjernvarmeselskaber
- Dansk fjernvarme
- Lokale industrivirksomheder, herunder kommende datacentre
- Balanceansvarlige for el

1.3.4 Eksempelkommuner mm.

Eksempler på kommuner, der har gjort en særlig indsats ift. grønne fjernvarmeløsninger:

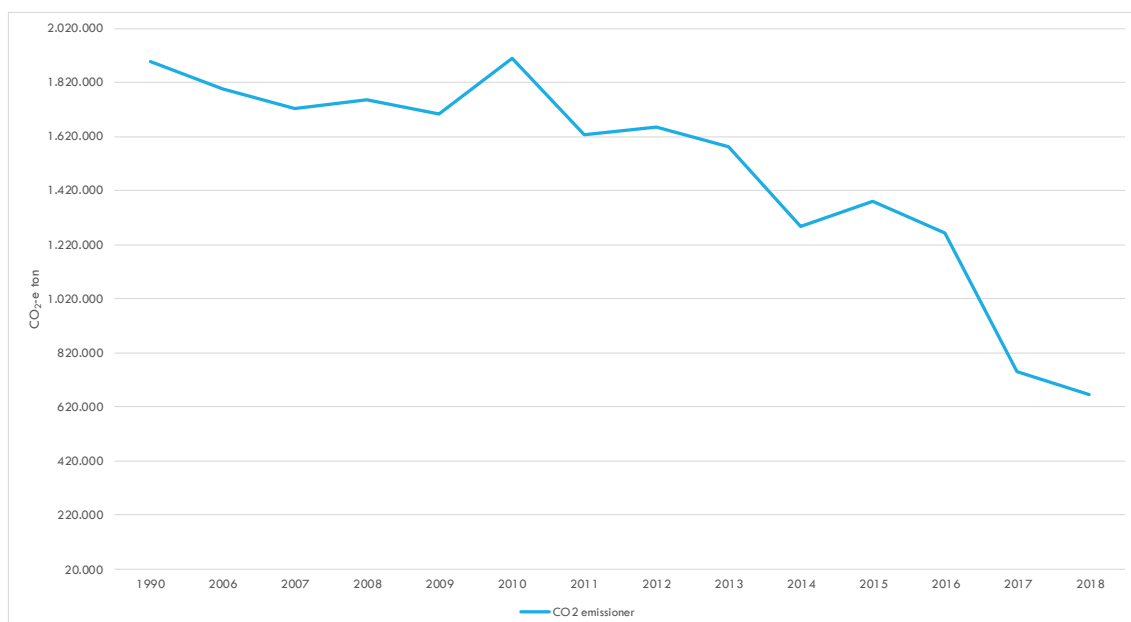
- Region Midtjylland har via projektet REFER-CDR fået bevilliget 21,5 mio. kr. fra den Europæiske Investeringsbank. Pengene går til rådgivning, projektering og projektstyring i forbindelse med investeringer i grønne fjernvarmeløsninger for 25 deltagende fjernvarmeselskaber. [Link](#)
- I Region Nordjylland (House og Energy) er der via INDDHEAT programmet bevilliget 20,5 mio. kr. fra den Europæiske Investeringsbank til teknisk rådgivning til fjernvarmeværker. Den tekniske rådgivning kan dække alle aktiviteter frem til indgåelse af kontrakt, herunder forundersøgelser, projektering, myndighedsbehandling, udbud og kontrahering. [Link](#)
- Strategisk energiplanlægning i Sydvest- og Sønderjylland er et strategisk samarbejde mellem 3 kommuner i Sydvestjylland (Esbjerg, Varde, Fanø) og 4 kommuner i Sønderjylland (Haderslev, Tønder, Aabenraa og Sønderborg) og de lokale forsyningsselskaber.

1.3.5 Effekt og sandsynlighed for realisering af handlinger

Reduktion af klimagasser (CO₂-ækv.)

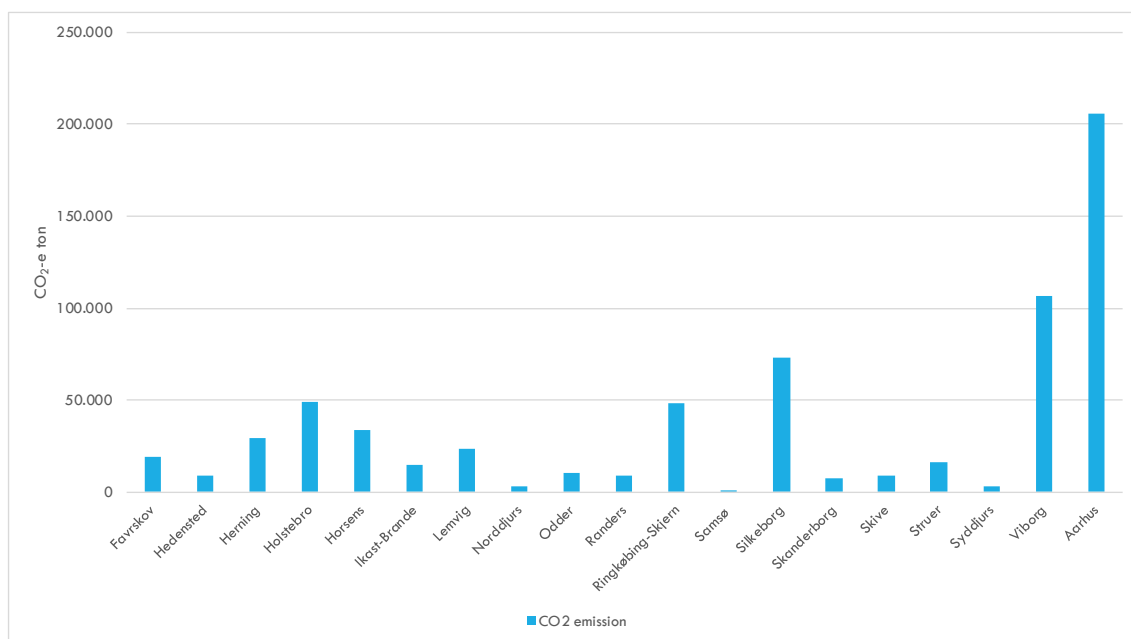
Reduktionspotentiale vil variere meget fra kommune til kommune. I nogle kommuner er fjernvarmen næsten fuldt omstillet til vedvarende energi, mens der i andre fortsat er både naturgas og kul i fjernvarmeproduktionen. Der er dog selvsagt store langsigtede udfordringer med at nedbringe biomasseforbruget i fjernvarmesektoren.

I Region Midtjylland udgør den fossile brændselsmængde 30 % af det totale brændselsforbrug til fjernvarme, hvorfor det samlede klimaaftryk er på 665.000 ton CO₂/år. Størstedelen af udledningen kommer fra naturgas og ikke nedbrydeligt affald, som det også kan ses i Figur 8. Udviklingen af emissioner fra fossile brændsler har ændret sig meget siden 2006, hvor specielt årene fra 2012 og frem har budt på en større nedgang i den årlige CO₂-emission. Siden 2006, har kommunerne tilsammen reduceret deres udledning i forbindelse med produktion af fjernvarme med ca. 1.000.000 tons CO₂/år jf. Figur 9.



Figur 9 - CO₂ udledning fra fjernvarmeproduktion 1990-2018

Selvom der de seneste 10 år er sket en stor forandring i brugen af brændsler, findes der i fjernvarmesektoren stadig et relativt stort reduktionspotentiale. Potentialet fordeler sig mellem kommunerne i 2018, som det kan ses i Figur 10, hvor reduktionspotentialet er størst for kommunerne Holstebro, Ringkøbing-Skjern, Silkeborg, Viborg og Aarhus.



Figur 10 - CO₂-emission fordelt på kommune, 2018

Teknologisk modenhed

Varmeproduktionsteknologier på fjernvarmeområdet er generelt gennemprøvede, dog er der teknologiske usikkerheder forbundet med bl.a. sæsonlagre og geotermiske løsninger.

Varmepumper til fjernvarme er et relativt nyt fænomen i Danmark, og vi har endnu til gode at se, om teknologien yder helt som forventet, hvis varmekilden er udeluft. Varmepumper udrulles dog i stor stil på fjernvarmeværker i disse år, og der vil derfor i løbet af de næste par år opnås betydelige driftserfaringer med teknologien på mindre fjernvarmeværker.

Økonomi for investor

Varmepumpeteknologi kan med dagens rammebetingelser producere varme til en pris, der er sammenlignelig med alternativet med afgiftsfri biomasse. Med fortsat udbygning med vindkraft og begrænsende biomasseressourcer forventes fremtidige rammebetingelser at fremme el til varme yderligere. Desuden er der i Klimaplan 2020 aftalt at satsen for rumvarmeafgift (fossile brændsler) forhøjes fra 56,7 kr./GJ til 62,3 kr./GJ. Samtidig nedsættes elvarmeafgiften fra 15,5 øre/kWh til henholdsvis 0,4 øre/kWh for erhverv og 0,8 øre/kWh for husholdninger.

Samfundsøkonomi

Grønne fjernvarmeløsninger, der ikke er baseret på biomasse, udviser generelt god samfundsøkonomi. Da der ifølge Varmeforsyningsloven skal installeres de løsninger, som har bedst samfundsøkonomi, vil varmpumper skulle prioriteres frem for biomasse ved ny installation. Også når det gælder lagring af el fra vindkraft kan fjernvarmesystemet via eksisterende og nye lagre levere omkostningseffektive løsninger.

Afledt erhvervsudviklingspotentiale

Billig og klimavenlig opvarmning og køling kan give et løft i det grønne image for lokale virksomheder. Der er derudover fortsat gode muligheder for udvikling og eksport af dansk fjernvarmeteknologi til fossilfri varme og køling til primært det europæiske marked.

Øvrige afledte effekter (miljø, socialt og økonomisk)

Biomasse

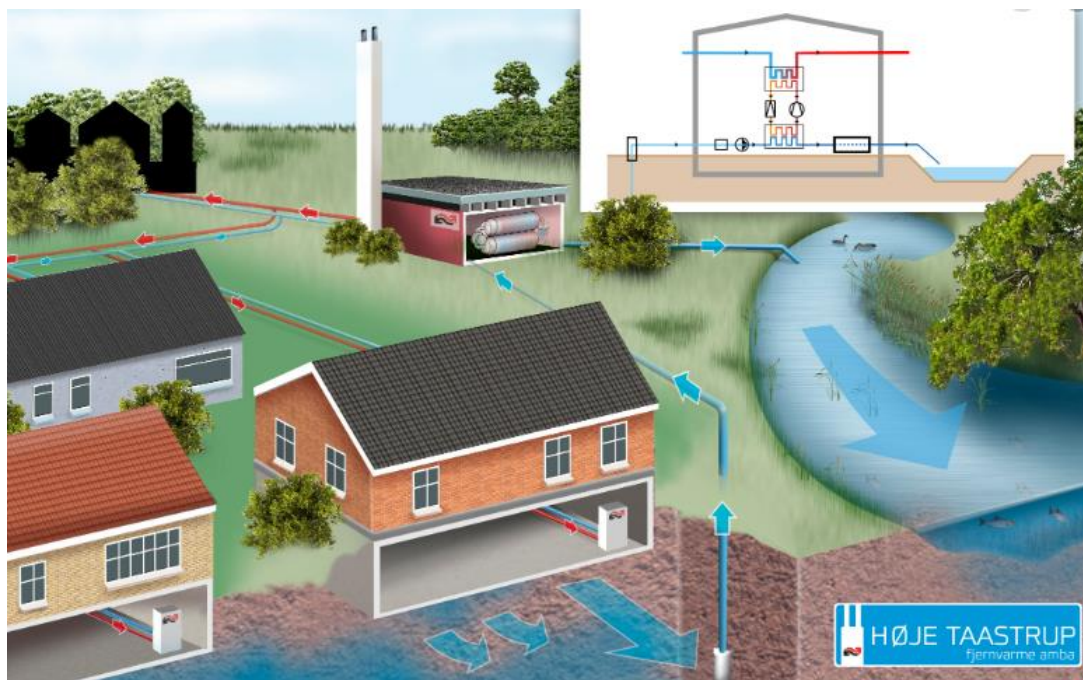
De afledte effekter af fjernvarmeløsninger baseret på afbrænding af biomasse er i disse år til debat. Dette skyldes:

- at biomassen er en begrænset ressource på verdensplan.
- at produktion af biomasse til energiformål kan lægge pres på tilgængelige arealer til natur og landbrug via indirekte arealanvendelsesændringer (ILUC).
- at der knytter sig en klimaeffekt til frigivelse af kulstofpuljer, der er opbygget over en årrække (gælder særligt biomasse fra skov).
- at halm er bedre anvendt i biogasanlæg eller evt. pyrolyseanlæg.

Varmepumper

For de mest udbredte varmepumpeløsninger, der anvender luft som varmekilde, er støj fra kølegård og kompressorer umiddelbart den væsentligste miljøudfordring. Dette håndteres gennem de almindelige regler om maksimal støjpåvirkning i skel. For grundvandbaserede varmepumper skal der tages hensyn til en evt. påvirkning af både overfladevand (natur) og grundvand.

Det er i forbindelse med planlægning for store varmepumper interessant at undersøge, om varmepumper kan indgå i den lokale klimatilpasningsindsats, hvor regn- eller grundvand kan udnyttes som varmekilde. Dette udnyttes eksempelvis i Høje Taastrup, hvor varmepumpeanlæg udnytter vand fra permanent grundvandssænkning. [Link1](#) [Link2](#)



Risikovurdering og barrierer

Temperaturer og kapacitet i fjernvarmenettet

Varmepumper udrulles i stor stil på fjernvarmewærker i disse år, og der vil derfor i løbet af de næste par år opnås betydelige driftserfaringer med teknologien på mindre fjernvarmewærker.

Næste logiske step er el til varme i større skala nær de centrale værker omkring de store byer, hvor de overordnede fjernvarmenet ofte opererer med relativt høje temperaturer, da fjernvarmenettet er designet til en varmeforsyning med få store produktionsenheder. De store byer er ligeledes vokset betydeligt de seneste år, hvilket har resulteret i, at kapaciteten i fjernvarmenetene er presset.

En forsyningsstruktur med fokus på varmepumper og solvarme giver et behov for lavere temperaturer i fjernvarmenettet, da varmepumper bliver mere effektive jo lavere temperatur de skal levere. Umiddelbart kan det enten gøres via en generel nedsættelse af temperaturen i nettet eller via en mere decentral forsyningsstruktur end i dag, hvor varmepumperne producerer varme til udvalgte punkter i distributionssystemet evt. kombineret med varmelagre og solvarme.

Kraftvarmekravet

Kraftvarmekravet betyder, at der i eksempelvis Aarhus kun kan bygges større varmeproduktionsanlæg, som producerer både el og varme. Der kan derfor ikke etableres varmeproduktion baseret på geotermisk energi, store varmepumper eller solvarme uden dispensation fra kraftvarmekravet. En by som Odense har allerede fået dispensation til et varmepumpeanlæg.

Konkurrenceudsættelse

Der lægges med Energiaftalen fra 2018 op til, at fjernvarmesektoren i årene fremover skal konkurrenceudsættes. Dette betyder, at det ikke længere er muligt at fastholde eksisterende kunder, der måtte ønske at skifte til individuel varmeforsyning, og det gør det vanskeligere at tilslutte nye kunder ved f.eks. konvertering af naturgasforsynede områder. Skal de eksisterende kunder fastholdes i årene fremover, og skal der tiltrækkes nye kunder, er det derfor afgørende, at fjernvarmen fortsat kan levere varme til priser, der er lavere end de individuelle alternativer.

Sammenfattende vurdering

	God	Middel	Ringe
Reduktion af klimagasser	X		
Teknologisk modenhed	X		
Økonomi for investor	X		
Samfundsøkonomi	X		
Afledt erhvervsudviklingspotentiale		X	
Øvrige afledte effekter		X	
Risikovurdering		X	

1.4 Fjernkøling i større fjernvarmeområder

Afsnit er baseret på Køleplan Danmark 2016 udarbejdet af Rambøll og Aalborg Universitet og støttet af Dansk Fjernvarmes F&U Konto. [Link](#)

1.4.1 Status og perspektiver

Fjernkøling er ligesom fjernvarme en energiinfrastruktur, der udnytter storskalafordele i byerne. I fjernkølingen cirkuleres afkølet vand til kunder, der har behov for køling for at opnå et godt indeklima eller for at køle fødevarer, maskiner, servere eller lignende. Kølingen kan produceres effektivt i symbiose med fjernvarmen og med store kølelagre.

I Danmark køler vi ikke private boliger, men mange bygninger har et stigende kølebehov. Køleplan Danmark 2016 viser, at flere erhvervsområder typisk har så stor en køletæthed, at det er økonomisk fordelagtigt at etablere fjernkøling som alternativ til individuelle køleanlæg. Det økonomiske potentiale for fjernkøling udgør omkring halvdelen af det samlede danske kølebehov.

1.4.2 Eksempler på lokale handlinger

Lokale køle- og varmeplaner i større fjernvarmebyer

Kommunerne kan sammen med de lokale fjernvarmeselskaber udarbejde sammenfattende varme- og køleplaner, hvor potentialerne for fjernkøling afdækkes i samarbejde med lokale virksomheder og bygningsejere.

1.4.3 Centrale aktører for indsatsen

- Lokale fjernvarmeselskaber
- Lokale virksomheder med kølebehov
- Ejere af større offentlige og private bygninger

1.4.4 Eksempelkommuner mm.

Eksempler på kommuner, der har gjort en særlig indsats ift. fjernkøling:

- Høje Taastrup Fjernvarme: Fjernkøl til grønttorvet Copenhagen Markets. Overskudsvarmen fra fjernkøling udnyttes til fjernvarme. [Link](#)
- HOFOR's fjernkøleselskab: Udbygger kraftigt i indre by i København. [Link](#)
- Aalborg Forsyning: Vil fra 2021 levere fjernkøling til det nye universitetshospital i Aalborg Øst. Der arbejdes aktivt på at udbrede fjernkøling til andre områder i Aalborg Øst, hvor der er mange virksomheder og større bygninger. [Link 1](#), [Link 2](#)
- DTU: Næsten alle bygninger er nu tilkoblet et stort ringforbundet fjernkølenet, som skal forsynes med grundvandskøling med udnyttelse af overskudsvarme (ATES)

1.4.5 Effekt og sandsynlighed for realisering af handlinger

Reduktion af klimagasser (CO₂-ækv.)

Den synergi, der ligger mellem fjernvarme og fjernkøling og tilknyttede varme- og kuldelaere, fremmer fleksibelt elforbrug og reducerer dermed spidser i elforbruget, der skal dækkes af brændselsbaseret elproduktion (typisk kul, gas eller biomasse).

Teknologisk modenhed

Der er generelt tale om kendt teknologi. Fjernkøling er udbredt mere udbredt i andre lande end Danmark, så erfaring kan hentes herfra. I Danmark etableres fjernkøling typisk i forbindelse med

eksisterende fjernvarmeforsyninger, hvor teknologien er meget ens. I fjernkøling anvendes varmepumper og kølemaskiner samt distributionssystemer tilsvarende fjernvarmen.

Økonomi for investor

Med fjernkøling kan investeringer i kølekapacitet reduceres til omkring en tredjedel som følge af forskelle i forbrugsmønstre, lastudjævning og storskalafordele ved produktionsanlæg. Til gengæld skal der investeres i fjernkølenet, store kølelagre og grundvandskøling mv. Investeringer for 17 mia. kr. til fjernkøling kan således erstatte investeringer for 23 mia. kr. til individuelle køleanlæg i områder med stor køletæthed.

Samfundsøkonomi

Ved at samproducere varme og køl, kan den samme varmepumpe bruges både til varme og køl, og de store køle- og varmelagre gør det muligt at flytte elforbruget til perioder med lave elpriser. Endelig er der storskalafordele ved drift og vedligehold. Det vil samlet set over en 20-årig periode give samfundet en gevinst på 10 mia. kr. og brugerne en gevinst på 13 mia. kr.

Afledt erhvervsudviklingspotentiale

Fjernvarme og fjernkøling understøtter hinanden i Danmark og på eksportmarkedet.

Øvrige afledte effekter (miljø, socialt og økonomisk)

For bygningsejeren er det en økonomisk og miljømæssig fordel at slippe for pladskrævende installationer til varme og køl i bygningen. For byen er det en fordel at få placeret de tekniske anlæg på egnede steder. Med fjernkøling kan et stort anlæg med grundvandskøling planlægges og drives med større sikkerhed end mange små anlæg. Der er ofte forurenede grundvand i erhvervsområder med fjernkølepotentiale, og her kan grundvandskølingen medvirke til at rense og styre det forurenede grundvand. Eldrevne fleksible varmepumper til samproduktion af varme og køl, kombineret med de termiske lagre, kan fungere som et virtuelt el-lager set i forhold til individuelle, ufleksible anlæg. Dermed integreres mere fluktuerende vedvarende energi. Dybe søer kan anvendes som naturlige kølelagre, da vinterens kulde falder til bunds og gemmes naturligt til næste sommer. Kridtsøen i Aalborg er eksempelvis kold om sommeren og varmest i november måned.

Risikovurdering og barrierer

Køleplan Danmark 2016 peger på følgende barrierer for fjernkøling:

- Fjernkøling ikke en del af Varmeforsyningsloven
- Manglende køleplanlægning i kommunerne
- Svært for fjernvarmeværker at opnå kommunegaranti til investering i fjernkøleanlæg
- Bygningsreglementet stiller ikke krav om integrerede anlæg for varme og køl

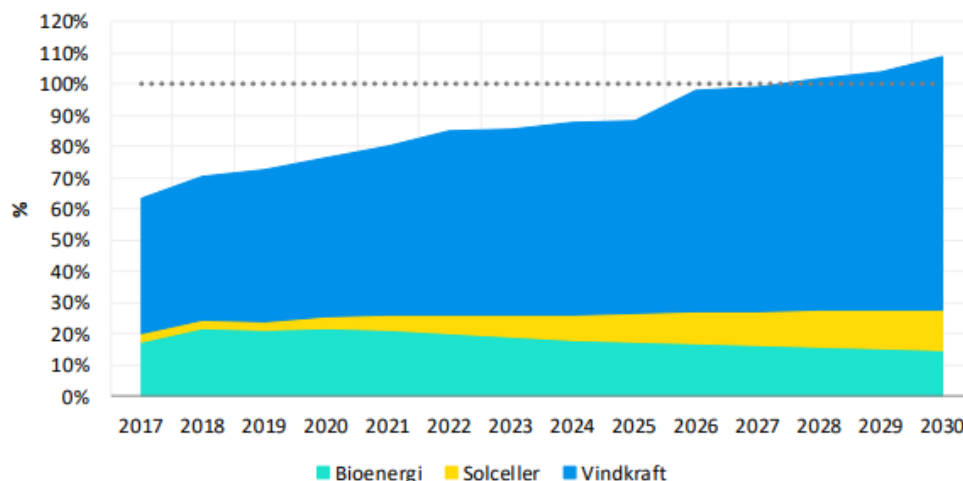
Sammenfattende vurdering

	God	Middel	Ringe
Reduktion af klimagasser		X	
Teknologisk modenhed	X		
Økonomi for investor		X	
Samfundsøkonomi		X	
Afledt erhvervsudviklingspotentiale		X	
Øvrige afledte effekter		X	
Risikovurdering		X	

1.5 Vindmølleparker på land

1.5.1 Status og perspektiver

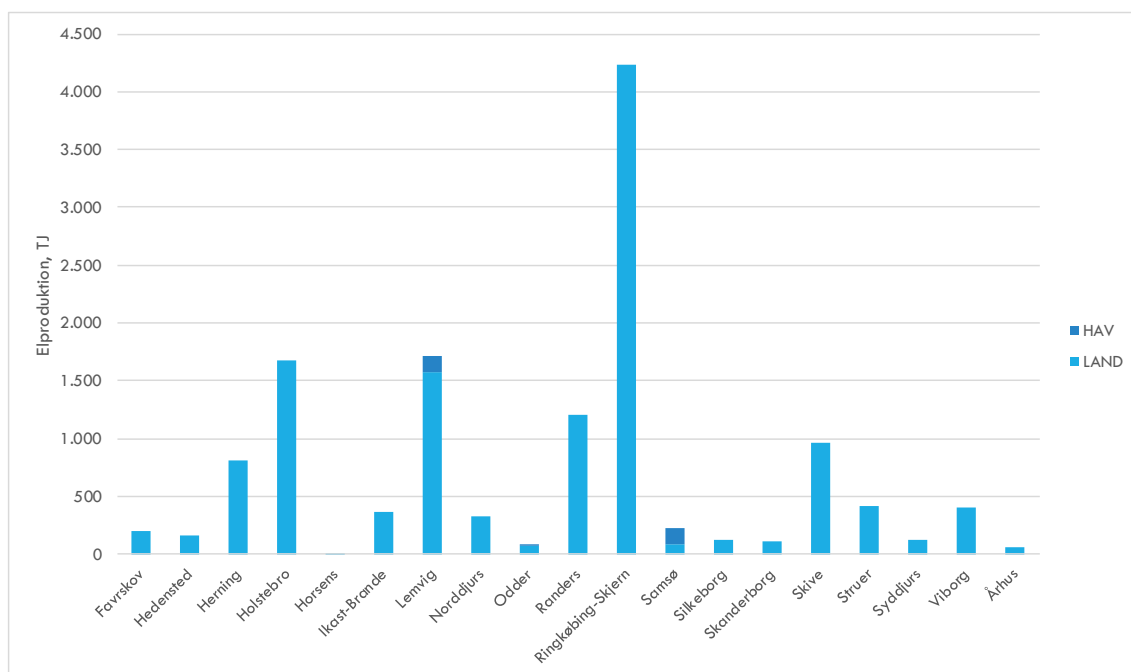
Alt tyder på, at vindkraft kommer til at spille en helt afgørende rolle i fremtidens energisystem i Danmark og i hele Europa, da vindkraft og i særdeleshed vindkraft på land kan levere elproduktion til priser, som traditionel kraftværksproduktion ikke kan konkurrere med. I Danmark forventer Energistyrelsens i den seneste basisfremskrivning, at vindkraft i 2030 vil dække ca. 80 % af elforbruget i Danmark.



Figur 11 - VE-Andelen af elforbruget fordelt på vindkraft, solceller, bioenergi, og vandkraft 2017-2030 i %. Vandkraft er en meget lille andel og indeholdt i solceller. Kilde: Basisfremskrivning 2019, Energistyrelsen

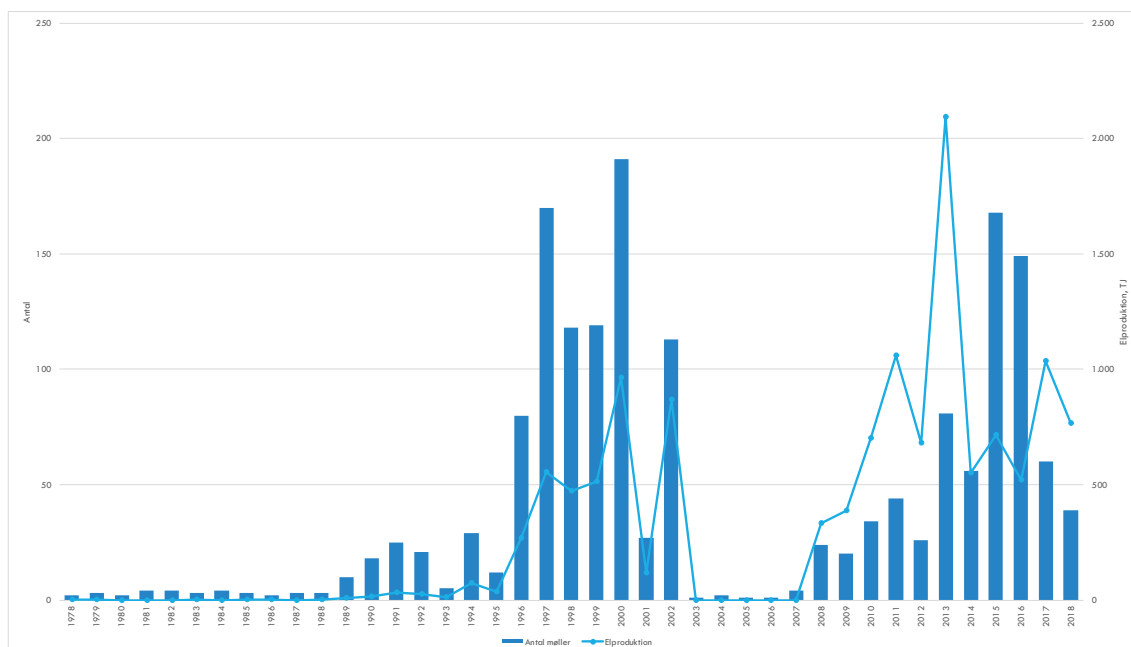
På længere sigt forventes udbygningen med vindkraft at fortsætte, efterhånden som vi løbende formår at lade den producerede el erstatte fysiske brændsler, som olie, gas og biomasse til opvarmning, industrielle processer og transport.

Elproduktionen fra vindmøller var i Region Midtjylland i 2018, 13.258 TJ fordelt på hhv. 301 TJ fra kystnære vindmøller og 12.957 TJ fra landvindmøller, svarende til en elproduktion på knap 44 % af det samlede elforbrug. Lemvig, Holstebro og Ringkøbing-Skjern er de kommuner som bidrager mest til produktionen af elektricitet fra vindmøller, med en samlet produktion på ca. 7.626 TJ, hvilket svarer til knap 58 % af regionens samlede produktion. Produktionsfordelingen mellem kommunerne kan ses i nedenstående Figur 12.



Figur 12 - Elproduktion fra land og kystnære vindmøller, fordelt på kommunerne i Region Midtjylland, 2018

I regionen daterer de nuværende vindmøller tilbage til 1978. De ældste møller er dog få og med minimal produktion. Samlet set er der i Regionen 1.681 vindmøller på land, som er tilsluttet elnettet. Af dem er 153 af møllerne opstillet mellem 1978-1995 og havde i 2018 en elproduktion på ca. 200 TJ. De fleste af vindmøllerne er opsat i perioderne 1996-2002 og igen i perioden 2013-2016 og udgør knap 76 % af de tilmeldte vindmøller i Regionen.



Figur 13 - Antal af vindmøller opstillet på land i Region Midtjylland, fordelt på opsætningsår, samt produktion (2018) fra vindmøllerne fordelt på opsætningsår.

Med en udskiftning af mindre møller til nye og større møller vil elproduktionen fra vindenergi kunne øges betydeligt med færre møller end i dag. Dels fordi møllerne er mere effektive, men også fordi møllerne har en større kapacitet. Dette kan eksempelvis ses på de vindmøller, som er

opstillet i 2013, hvor få møller har en rigtig stor produktionsandel. Desuden er det i klimaplan 2020 vedtaget, at regeringen fremlægger en plan for krav om nedtagning af gamle møller ved opsætning af nye møller (repowering). Desuden er den grønne pulje øget med 125.000 kr. pr. MW, ifm. Klimaplan 2020, for at forbedre de økonomiske forhold for borgere, som bor tæt på landvindmøller.

Det skal desuden bemærkes, at vindkraft med et arealforbrug på i størrelsesorden 0,5 ha. pr. vindmølle til veje mv. optager i størrelsesorden 25 gange mindre areal end solceller for at producere samme mængde el.

1.5.2 Eksempler på lokale handlinger

Kommunerne kan i vid udstrækning selv styre udviklingen, når det gælder opstilling af vindmøller på land. Dette skyldes, at der typisk ikke er mangel på investorer, hvis kommunerne kan udpege egnede områder og gennemføre den konkrete projektplanlægning på trods af den lokale modstand, der typisk knytter sig til realisering af projekterne. Konkret kan kommunerne arbejde med at:

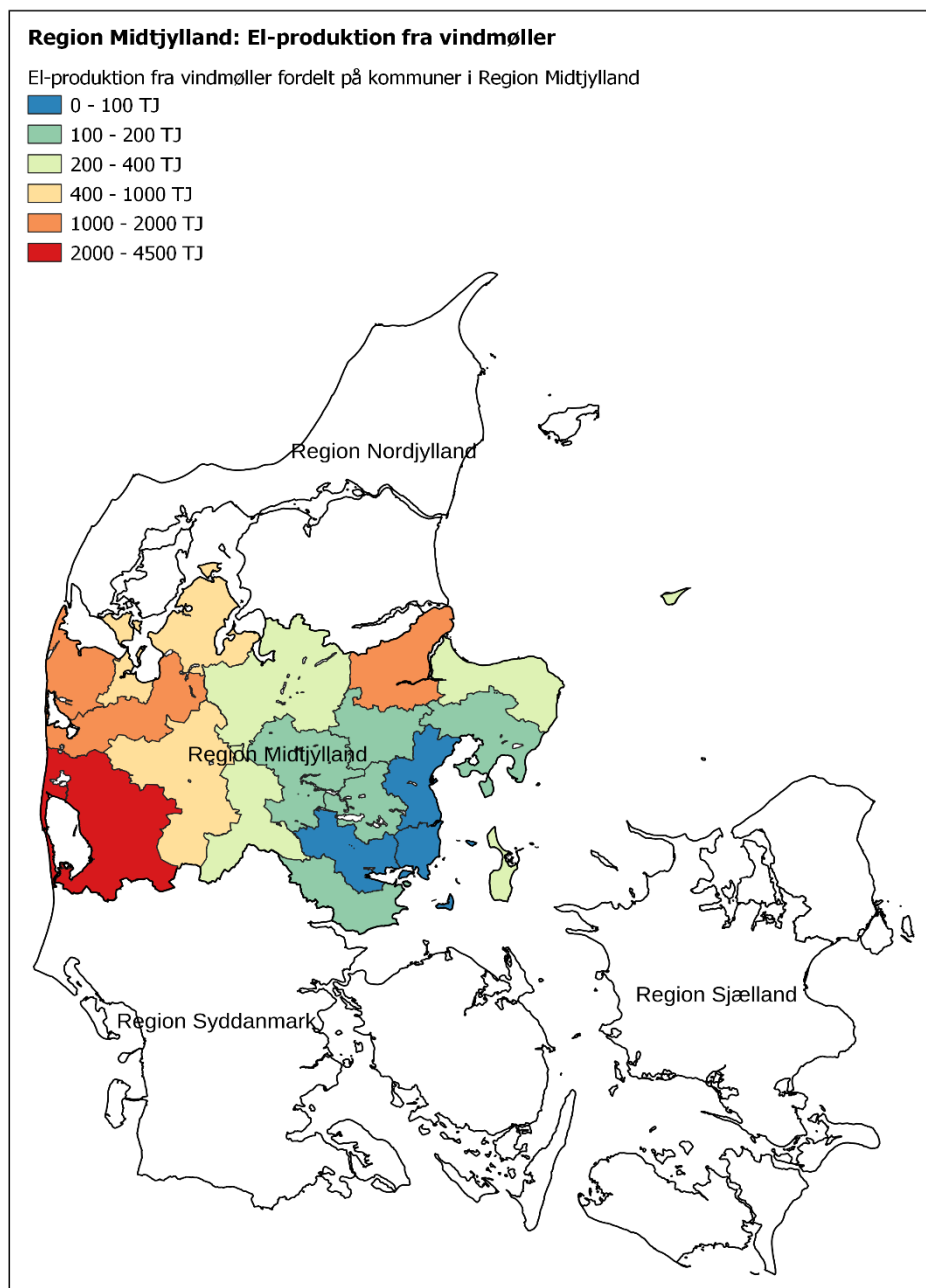
- afdække muligheder for udskiftning mindre møller til større vindmøller.
- afdække mulige nye placeringsmuligheder for store vindmøller.
- arbejde med tidlig borgerinvolvering og lokalt ejerskab i nye vindmølleprojekter.

1.5.3 Centrale aktører for indsatsen

- Kommunen som planmyndighed
- Projektudviklere
- Borgere og interesseorganisationer

1.5.4 Eksempelkommuner mm.

En række kommuner gør en stor indsat ift. opstilling af vindmøller på land. Nedenstående kort illustrerer hvilke kommuner, der har installeret mest vindkraft i Regionen.



Figur 14 - Installeret vindkraft i kommunerne i Region Midtjylland

1.5.5 Effekt og sandsynlighed for realisering af handlinger

Reduktion af klimagasser (CO₂-ækv.)

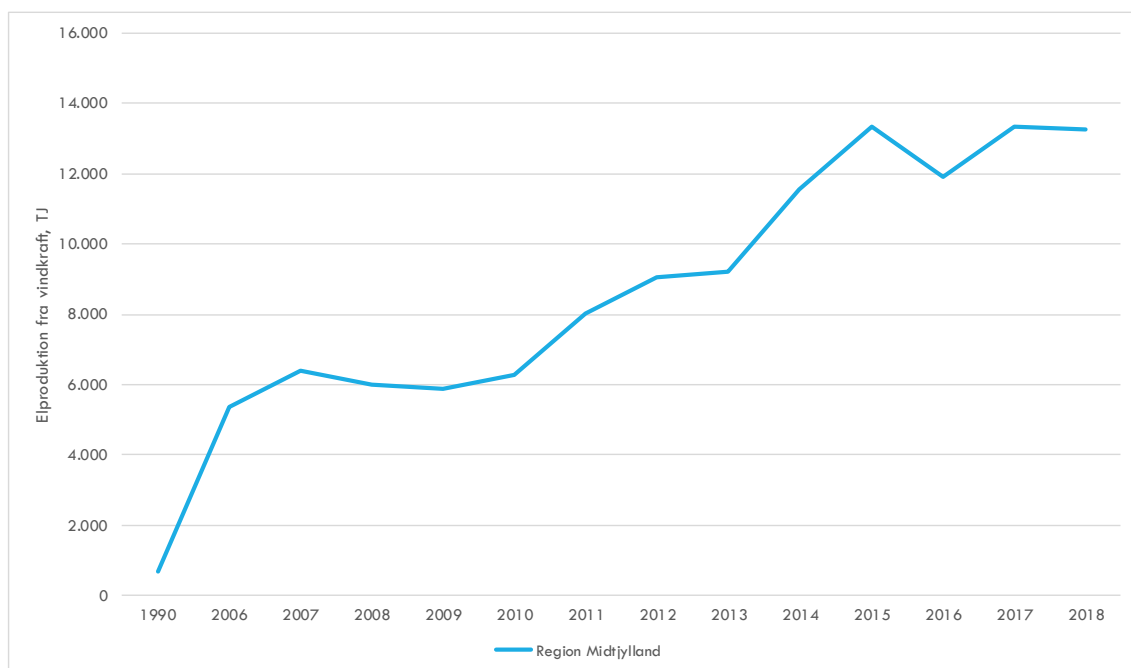
Energistyrelsen har til brug for kommunernes arbejde med strategisk energiplanlægning opgivet en CO₂-emissionsfaktor for el på 124 ton/TJ for 2018. Bemærk, at emissionsfaktoren (residual-el) er højere end den emissionsfaktor, som fremgår af Energinet.dk's årlige miljødeklarationer (gennemsnitsel).

Benyttes en emissionsfaktor på 124 ton/TJ kan der pr. vindmølle jf. beregningseksemplerne nedenfor opnås en CO₂-reduktion pr. møller på 4-10.000 tons pr. år afhængig af møllestørrelse og

vindforhold. Bemærk, at antal fuldlasttimer vil variere med placering og mølletype (generator-effekt og diameter)

- 125 meter (2,3 MW, 3.000 fuldlasttimer): 25 TJ/år
- 138 meter (3,1 MW, 3.100 fuldlasttimer): 35 TJ/år
- 150 meter (4,2 MW, 3.400 fuldlasttimer): 51 TJ/år
- 193 meter (6 MW, 3.800 fuldlasttimer): 82 TJ/år

I takt med, at elforsyningen omstilles til grøn energi, vil CO₂-reduktionsgevinsten ved at opsætte vindmøller aftage, såfremt der ikke sker ændringer i det øvrige energisystem, der sikrer, at den grønne strøm fra vindmøllerne fortrænger fossile brændsler. Vindmøllernes evne til at reducere CO₂ vil derfor afhænge af i, hvilken grad energisystemet indrettes, så vindenergien kan lagres som varme, kulde eller transportbrændstoffer. Der er rigtig mange tiltag i gang, der sigter mod netop dette, da el fra vindkraft i dag er meget konkurrencedygtig med andre elproduktionsteknologier. I regionen er der gennem de seneste 30 år, fortrængt fossilproduceret elektricitet gennem produktion fra vindkraftsanlæg, hvorfor regionen som helhed har bidraget til en faldende CO₂-emissionfaktor på elektricitet. Produktionen er siden 2015 dog mere eller mindre status quo. Udviklingen af elektricitet fra landvindmøller er illustreret i Figur 15.



Figur 15 - Elproduktion fra vindkraft i Region Midtjylland, 1990-2018

Teknologisk modenhed

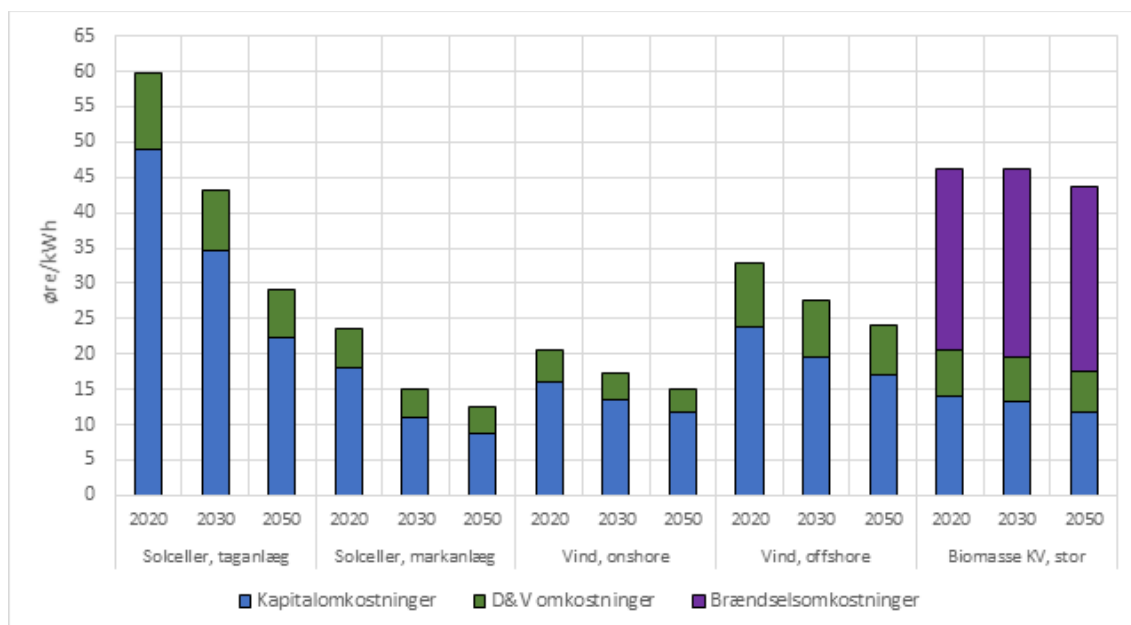
Vindmøller er en gennemprøvet teknologi.

Økonomi for investor

Vindmøller på land udviser god økonomi for investor og kan i dag i flere tilfælde opsættes helt uden tilskud. I Energistyrelsens seneste teknologineutrale udbud er støtten da også helt nede på 1-2 øre/kWh. Det må forventes, at støtten til landvind helt bortfalder i løbet af få år. [Link](#)

Samfundsøkonomi

Den teknologiske udvikling betyder, at sol og vind allerede i dag kan producere el billigere end ved traditionel elproduktion baseret på kul, gas og biomasse. I løbet af få år forventes yderligere prisfald, så sol og vind kan producere el til priser, der er endnu lavere.



Figur 16 - Levelised cost of energy (LCOE) for udvalgte vedvarende elproduktionsteknologier. Kilde: Energistyrelsens teknologikatalog, LCOE beregnet over anlæggenes tekniske levetid ved anvendelse af 4 % realrente, Energi styrelsen 2018 og Ea Energianalyse 2019.

Afledt erhvervsudviklingspotentialer

Lokal erhvervsudvikling er i nogen grad en driver på området. Dette glæder eksempelvis for kommuner som Esbjerg-, Ringkøbing-Skjern- og Lolland, men også for mange andre kommuner, der har virksomheder, som er underleverandører til vindmølleindustrien.

Øvrige afledte effekter (miljø, socialt og økonomisk)

Jf. Energistyrelsens teknologikatalog går der under danske betingelser typisk 3-9 måneder inden vindmøller har produceret den energimængde, der knytter sig til produktionen af dem. [Link](#)

Store vindmøller opstilles typisk i landdistrikter med lave huspriser, og der er derfor en risiko for at eventuelle gener fra møllerne (skyggekast, støj og visuelt) rammer ressourcensvage borgere. Omvendt kan opstilling af vindmøller medvirke til at reducere antallet af dårlige boliger i det åbne land gennem opkøb og dermed øge prisen for de tilbageværende boliger.

En uhensigtsmæssig placering af vindmøller kan i sjældne tilfælde påvirke særligt fugle og flagermus negativt. Godkendelsesproceduren i Danmark (VVM) indeholder pligt til at undersøge dette grundigt og afbøde eventuel negativ påvirkning.

Risikovurdering og barrierer

Den egentlige barriere for realiseringen af nye vindmølleprojekter er primært en eventuel lokal modstand, når projekterne bevæger sig ind i en konkret planlægningsfase. Det er derfor afgørende, at kommunerne arbejder aktivt for at sikre lokal opbakning til sol- og vindprojekter.

Investorer kan risikere tab knyttet til projektmodning og myndighedsgodkendelse (VVM), hvis projekter droppes pga. lokal modstand.

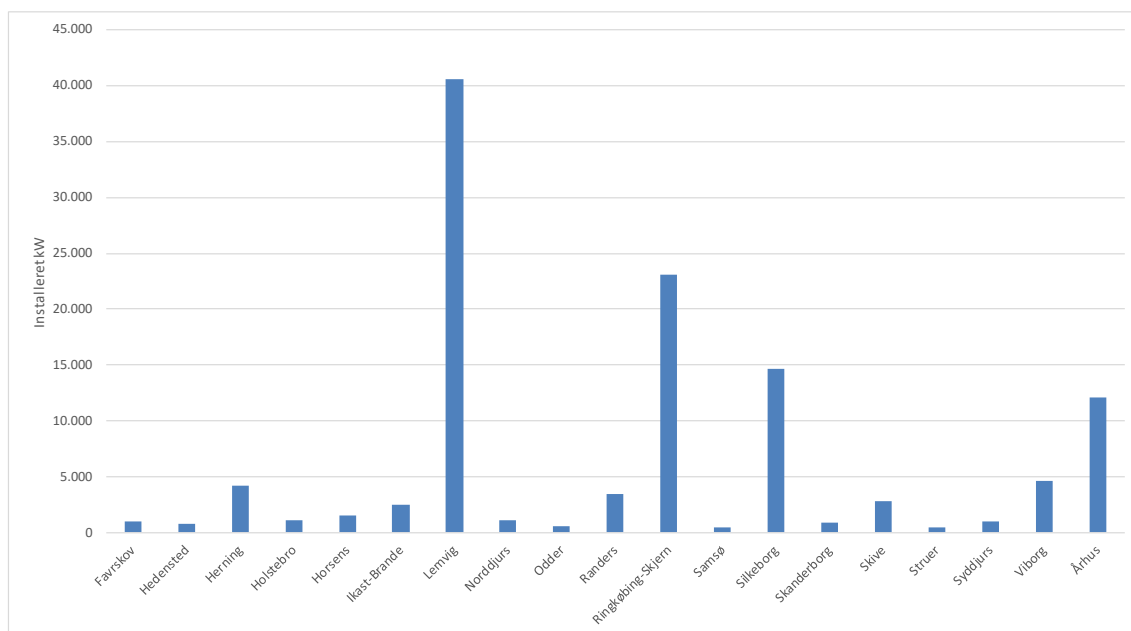
Sammenfattende vurdering

	God	Middel	Ringe
Reduktion af klimagasser	X		
Teknologisk modenhed	X		
Økonomi for investor	X		
Samfundsøkonomi	X		
Afledt erhvervsudviklingspotentiale		X	
Øvrige afledte effekter		X	
Risikovurdering		X	

1.6 Markbaserede solceller

1.6.1 Status og perspektiver

Vi har i de senere år set markante prisfald på solceller, som primært er drevet af bedre produktionsteknologier og udvikling af kapacitet og teknologi i Kina. Resultatet heraf har været en kraftig stigning i antallet af solceller i Danmark. I Region Midtjylland, er kapaciteten i perioden 2011-2018 steget fra 1.406 kW til 116.975 kW. Tilsvarende er produktionen af elektricitet fra solcellerne steget fra ca. 21 TJ til 383 TJ i samme periode. Kapaciteten af solceller er fordelt på kommunerne i regionen i 2018, som det fremgår af Figur 17. Der er ofte bedre ydelse forbundet med et markbaseret anlæg, da hældningen på panelerne kan reguleres og derved optimeres. Ulemper er dog, at markbaserede anlæg kræver større grundareal og ofte er dyrere end tagbaserede anlæg, da de kræver et robust jernstativ til montage af panelerne. Det er i beregningen af produceret el i Regionen ikke taget højde for en bedre ydelse fra markbaseret anlæg.



Figur 17 - Kapacitet af solceller i Region Midtjylland, fordelt på kommuner, 2018

1.6.2 Eksempler på lokale handlinger

- Sammenfattende planlægning for placering af solcelleanlæg i det åbne land med fokus på mulige synergier ift. beskyttelse af bl.a. vandmiljø og udvikling af lokal natur. [Link](#)
- Afdækning af muligheder for lokalisering sammen med andre tekniske anlæg, herunder vindmøller.

1.6.3 Centrale aktører for indsatsen

- Kommunen som planmyndighed
- Projektudviklere
- Borgere og interesseorganisationer

1.6.4 Eksempelkommuner

Aarhus Kommune: Temaplan for vind og sol med tilhørende miljøvurdering

Link [temaplan](#) og [miljøvurdering](#)

Ringkøbing-Skjern: Nørhede-Hjortmose

Projektet består af følgende:

- 22 vindmøller på 150 meter: 221 mio. kWh/år
- 26,5 ha. solceller: 15 mio. kWh/år

I forbindelse med realisering af projektet er der opkøbt 12 ejendomme i området.

Der er desuden opført et besøgscenter i fællesskab mellem anlægsejerne, Vestas og RAH (lokalt elnetselskab). Her kan man holde møder med udsigt til vind- og solenergiparken. Bygningen bliver også brugt af kommunen til seminarer mv.



Figur 18 - Vindmøller og solceller ved Nørhede-Hjortmose ved besøgscenter

Lemvig: Nees solcelle park

Projektet består af 63 ha solceller med en kapacitet på ca. 50 MW. Solcelleparken er opført af Better Energy og er inddelt i fire områder. Solcelleparken er blandt de største i Nordeuropa og producerer årligt elektricitet svarende til forbruget fra 11.000 husstande. [Link](#)

1.6.5 Effekt og sandsynlighed for realisering af handlinger**Reduktion af klimagasser (CO₂-ækv.)**

Energistyrelsen har til brug for kommunernes arbejde med strategisk energiplanlægning opgivet en CO₂-emissionsfaktor for el på 124 ton/TJ for 2018. Bemærk, at emissionsfaktoren (residual-el) er højere end den emissionsfaktor, som fremgår af Energinet.dks årlige miljødeklarationer (gennemsnitsel).

Beregningseksempel:

Produktion pr. MW: 3,6 TJ/år

Arealforbrug: ca. 2 ha. pr. MW

CO₂-reduktion pr. MW: 446 ton/år

CO₂-reduktion pr. ha.: 223 ton/år

I takt med, at elforsyningen omstilles til grøn energi, vil CO₂-reduktionsgevinsten ved at opsætte solceller aftage, hvis der ikke sker ændringer i det øvrige energisystem, der sikre at den grønne strøm fra solcellerne fortrænger fossile brændsler. Solcellernes evne til at reducere CO₂ vil derfor

afhænge af i, hvilken grad energisystemet indrettes, så solenergien kan lagres som varme, kulde eller transportbrændstoffer. Der er rigtig mange tiltag i gang, der sigter mod netop dette, da el fra markbaserede solceller og vind i dag er meget konkurrencedygtig med andre elproduktions-teknologier.

Teknologisk modenhed

Solceller er gennemprøvet teknologi med lang levetid.

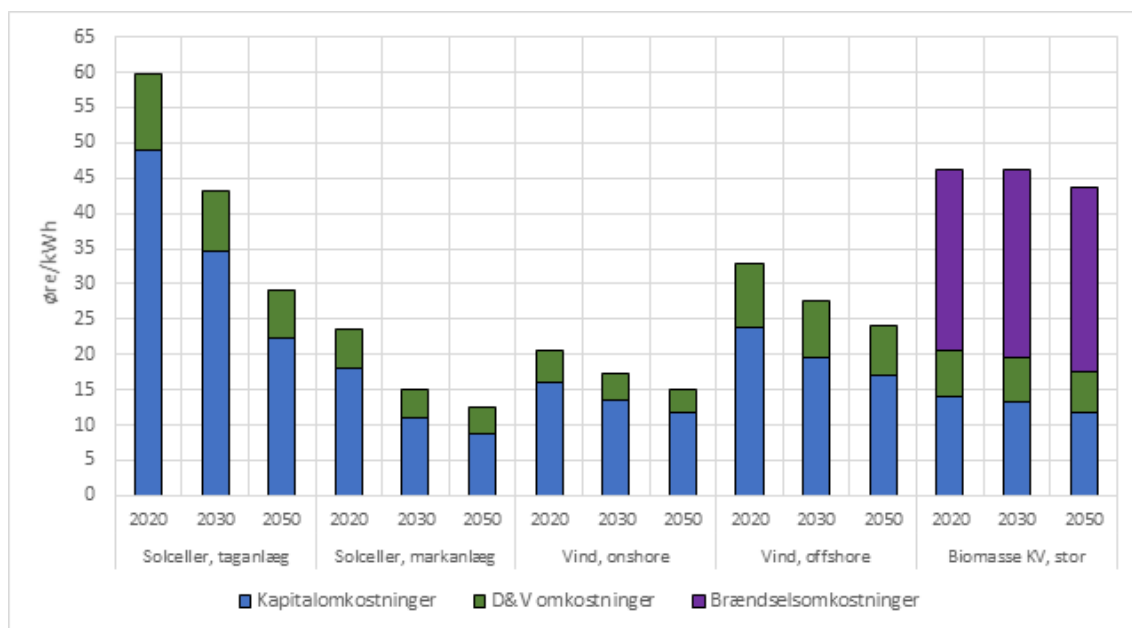
Økonomi for investor

Markbaserede solceller udviser god økonomi for investor og kan i dag i flere tilfælde opsættes helt uden tilskud. I Energistyrelsens seneste teknologineutrale udbud er støtten da også helt nede på 1-2 øre/kWh. Det må forventes, at støtten til markbaserede solceller helt bortfalder i løbet af få år. [Link](#)

Samfundsøkonomi

Den teknologiske udvikling betyder, at sol og vind allerede i dag kan konkurrere med traditionel elproduktion baseret på kul, gas og biomasse. I løbet af få år forventes yderligere prisfald, så sol og vind kan producere el til priser, der er markant lavere end traditionel elproduktion.

Produktionsomkostningen på solcellestrøm på store markplacerede anlæg er markant billigere end for de tagplacerede husstands anlæg. I dag koster el produceret på markanlæg ca. det halve af el produceret på taganlæg. De store anlæg er primært billigere, fordi installations- og tilslutningsomkostninger er væsentligt lavere end for små tagmonterede anlæg.



Figur 19 - Levelised cost of energy (LCOE) for udvalgte vedvarende elproduktionsteknologier. Kilde: energistyrelsens teknologikatalog, LCOE beregnet over anlæggenes tekniske levetid ved anvendelse af 4 % realrente Energistyrelsen 2018 og Ea Energianalyse 2019.

Afledt erhvervsudviklingspotentialer

Lokal erhvervsudvikling er ikke en væsentlig driver på området. Dog kan der for landmænd være en gevinst ved udleje af jorden til solcelleparker. Især hvis arealet kan tjene flere formål.

Øvrige afledte effekter (miljø, socialt og økonomisk)

I produktion af silicium-baserede solceller, som er langt den mest udbredte solcelletype, er der bl.a. et højt forbrug af vand, kemikalier og energi. Miljøpåvirkning fra brug af kemikalier i produktionsprocessen er stærkt afhængig af den lokale miljøregulering på produktionsstedet (primært Kina).

Jf. Energistyrelsen teknologikatalog går der under danske betingelser typisk 1-2 år før et solcelleanlæg har produceret den energimængde, der er forbundet med produktion af solcellepanelet. Til sammenligning tager det for vindmøller på land 3-9 måneder. [Link](#)

Markbaserede solcelleanlæg lægger beslag på mere landbrugsjord end vindmøller. Solceller optager i størrelsesorden 25 gange mere areal pr. produceret kWh ift. vindmøller på land. Omvendt er energiudbyttet pr. ha. 5-10 gange højere end for energiafgrøder eller energiskov.

Risikovurdering og barrierer

Der er primært tale om barrierer knyttet til lokal modstand mod opsætning af solcelleanlæg. Den lokale modstand er dog mindre end for vindmøller, da eventuelle nabogener er begrænset til landskabelige påvirkning fra anlæg med lav højde, der ofte kan skjules bag levende hegn om ønsket.

Der er ofte ingen eller begrænset kommunal planlægning for placering af solcelleanlæg. Dette betyder, at placeringen af store solcelleanlæg ofte ikke tænkes sammen med mulige synergier med andre arealinteresser i det åbne land. Solcelleanlæg kan potentielt understøtte bl.a. biodiversitet, grundvandsbeskyttelse og udtagning af kulstofholdig landbrugsjord. Placering på kulstofholdig landbrugsjord kan kræve fundamenter, der kan modstå hel eller delvis vådlægning af arealet for herved at opnå den fulde klimaeffekt af udtagningen af kulstofrige jorde jf. afsnit 5.2. [Link](#)

Sammenfattende vurdering

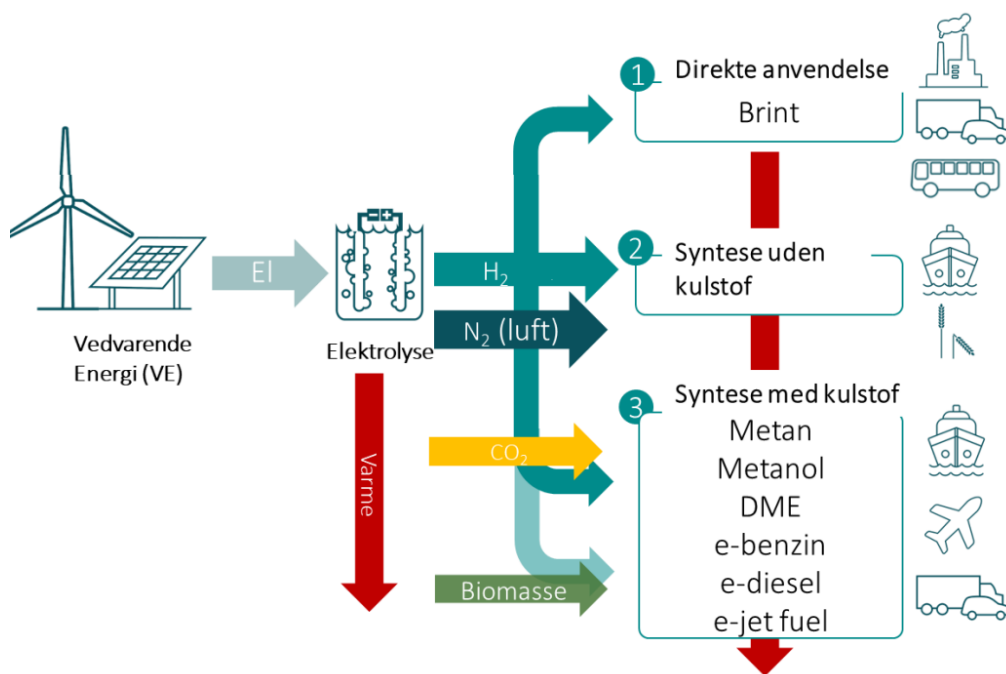
	God	Middel	Ringe
Reduktion af klimagasser	X		
Teknologisk modenhed	X		
Økonomi for investor	X		
Samfundsøkonomi	X		
Afledt erhvervsudviklingspotentiale			X
Øvrige afledte effekter		X	
Risikovurdering	X		

1.7 Energiparker og biogas

1.7.1 Status og perspektiver

Energiparker er en samlebetegnelse for områder, hvor energianlæg placeres tæt på hinanden med henblik på bl.a. at udnytte hinandens restprodukter og dele infrastruktur. Energiparkerne kan f.eks. indeholde energilagere, vindmøller, solcelleanlæg, biogasanlæg, affaldsbehandlingsanlæg og industrianlæg f.eks. til produktion af protein.

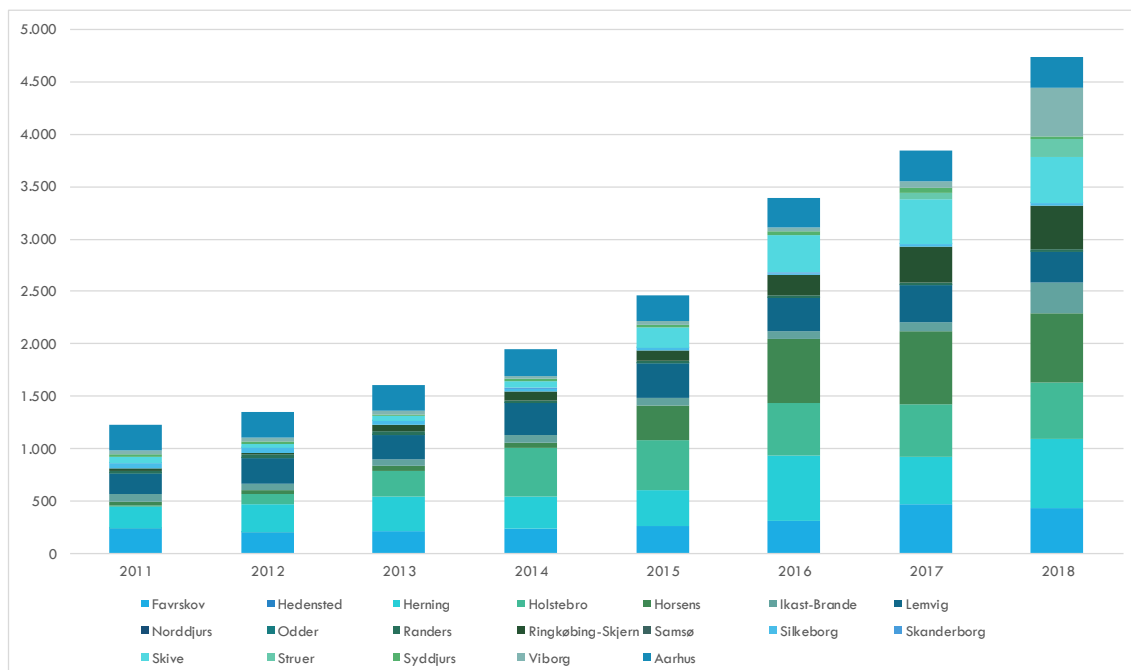
En perspektivrig mulighed, når vi taler energiparker, kan være et PtX-anlæg, hvor billig grøn strøm via elektrolyse laves til brint, som kan forædles til transportbrændstoffer. Den slags anlæg kan ifølge Energinet blive relevante i Danmark også inden 2030. Nedenstående figur illustrerer mulige produktionsveje fra el til transportbrændstoffer. E-brændstoffer er i figuren betegnelse for brændstoffer, hvor brinten er produceret af strøm og senere videre forædlet eller direkte anvendt som brændt.



Figur 20 - Produktionsveje fra el og biomateriale til slutprodukter via PtX fra rapporten "Systemperspektiver ved 70%-målet og storskala havvind" fra d. 16. marts 2020. [Link](#)

I Danmark er der i dag primært fokus på produktion af metan, som kan erstatte naturgas, og metanol, som kan videreforarbejdes til andre brændstoffer (DME, kunstig benzin mv.), samt ammoniak. Metan produceres i dag på biogasanlæg i kommunerne. I alt blev der i region Midtjylland i 2018 produceret metan på biogasanlæggene svarende til ca. 4.700 TJ. Historisk har der, siden 2011, været en årlig stigning, med en samlet stigning i energiproduktionen fra biogasanlæg på ca. 3.500 TJ frem til 2018. I nedenstående Figur 21 er denne udvikling overskueliggjort, samt illustreret på kommunalt niveau.

Siden 2018 er både Vinkel Bioenergi og Greenlab Skive Biogas idriftsat, (begge placeret i Skive Kommune) som tilsammen producerer ca. 60 mio. Nm³ metan årligt.



Figur 21 - Energiproduktion fra biogasanlæg, fordelt på kommune 2011-2018

Biogas produceres på mange forskellige typer af biomasse (se afsnit 5.1 for et overblik over fordelingen af biomassetyper som anvendes på anlæg i Region Midtjylland i 2018). Biogassen produceres på forskellige typer af anlæg, herunder industrianlæg, renseanlæg, lossepladser, gårdanlæg og biogasfællesanlæg, hvoraf industri- gård- og biogasfællesanlæg udgør 95 % af den samlede metanproduktion. 10 af de i alt 72 biogas producerende anlæg i Regionen i 2018 har opgradering, og opgraderer ca. 2.350 TJ, som efterfølgende sendes ud på naturgasnettet. Den opgraderede naturgas udgør en mængde på ca. 50 % af den samlede produktion. Den andel som ikke opgraderes, benyttes lokalt til f.eks. produktion af kraftvarme. Der kan være sket en stor udvikling på området, da mange konverterer fra elproduktion til opgradering grundet et højt tilskud.

Opgradering af biogas

I Danmark har biogassen frem til 2014 primært været anvendt til kraftvarmeproduktion. Det har medført, at produceret el er blevet afsat til nettet, mens varmeproduktionen er blevet anvendt lokalt, enten i fjernvarmenettet eller til eget forbrug af varme. Fordelen ved at anvende biogassen lokalt er, at den ikke skal opgraderes. Hvis biogassen derimod skal sendes i naturgasnettet, kræver det en opgradering til en højere gaskvalitet, og det har nogle omkostninger. Ulempen ved at anvende biogassen lokalt er på den anden side, at der ligger et tab i bl.a. overskudsvarmen, som ofte ikke kan udnyttes optimalt i sommerhalvåret.

Rent teknisk opgraderes biogas ved at fjerne CO₂, H₂S og andre stoffer fra biogassen. Når man fjerner CO₂ øges metan-koncentrationen, hvilket giver en højere brændværdi. Der anvendes 3 primære typer af opgraderingsteknologi; aminoskrubber, vandskrubber eller membranteknologi. Valget af opgraderingsteknologi afhænger af muligheden for at afsætte evt. overskudsvarme, behov for rensning af biogassen, der opgraderes, mm.

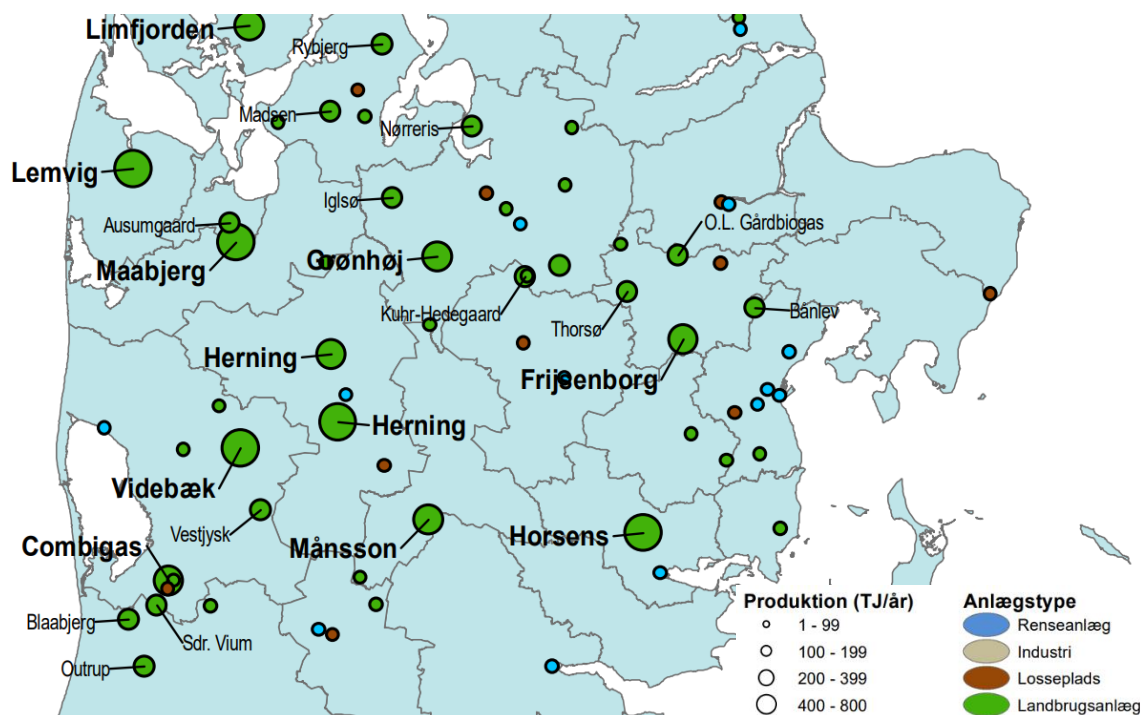
I Klimaplan 2020, fremgår det, at biogas og andre grønne gasser, skal supplere den grønne el og bidrage til en grøn omstilling af processer, der umiddelbart ikke forventes at kunne elektrificeres. Der er i planen aftalt en økonomisk ramme på 200 mio. kr. i 2024, 200 mio. kr. i 2025, 350 mio. kr. i 2026, 425 mio. kr. i 2027, 500 mio. kr. i 2028, 590 mio. kr. i 2029 og 678 mio. kr. i

2030 (2020-priser). Der er endnu ikke fastlagt en konkret udmøntning af den økonomiske ramme.

1.7.2 Eksempler på lokale handlinger

Analyse af muligheder for decentrale PtX anlæg ifm. større biogasanlæg

Der er en række større biogasanlæg i Region Midtjylland, som det er illustreret i Figur 22. Det er helt oplagt at undersøge, om der kan etableres synergier ift. lokal industri, elproduktion, fjernvarme, affaldshåndtering, proteinproduktion og produktion af grønne transportbrændstoffer nær de større biogasanlæg i regionen med GreenLab Skive som forbillede.



Figur 22 – kortudsigt af biogasproducenter i Danmark, Energistyrelsen 2018

Analyse af muligheder for centrale PtX anlæg i Region Midtjylland

I rapporten "Systemperspektiver ved 70 %-målet og storskala havvind" fra d. 16. marts 2020 peger Energinet.dk på i alt 7 centrale placeringer af PtX anlæg i stor skala. To af disse er placeret i Region Midtjylland med bl.a. følgende begrundelser:

Holstebro-Herning

- Adgang til offshore ilandført el (og på sigt potentielt brint (H_2) fra PtG)
- Meget stort biogas grundlag
- Moderat fjernvarmegrundlag

Hobro-Aarhus Nord

- Kaverner til lagring af H_2 , CO_2 , O_2 mv.
- Stærkt elnet knudepunkt (Tjele)
- Stort biogas grundlag
- Stort Fjernvarme grundlag

1.7.3 Centrale aktører for indsatsen

- Kommunerne
- Ejere af lokale biogasanlæg

- Fjernvarme- og affaldsselskaber
- Landbrugets virksomheder
- Energinet

1.7.4 Eksempelkommuner mm.

Eksempler på kommuner, der har gjort en særlig indsats ift. udviklingen af energiparker:

- Skive (GreenLab). [Link](#)
- Brintfabrikken i Fredericia ifm. Shell raffinaderiet [Link](#)
- Aarhus Kommune arbejder i sin strategiske energiplan med mulighederne for etablering af et PtX-anlæg på Studstrupgrund i samarbejde med bl.a. Ørsted

1.7.5 Effekt og sandsynlighed for realisering af handlinger

Reduktion af klimagasser (CO₂-ækv.)

Ved at opgradere biogas, kan naturgas fortrænges, ligesom biogas kan være med til at fortrænge fossilproduceret el og varme fra lokale kraftvarmeværker.

Energinet vurderer, at investeringen i et nyt PtX-anlæg i stor skala kan fortrænge ca. 900.000 tons CO₂ pr. år. [Link](#)

Teknologisk modenhed

Erfaringerne med storskalaanlæg til produktion af grønne avancerede transportbrændstoffer er meget begrænsede, og særligt anlægsinvesteringerne er derfor behæftet med betydelig usikkerhed.

Teknologimodenhed på biogasanlæg er fortsat under udvikling, men har flyttet sig meget de seneste 5-10 år.

Økonomi for investor

Anlæg til produktion af syntetiske brændsler er meget investeringstunge. Den afgørende faktor for anlæggenes økonomi er betalingsvillighed for de producerede brændsler, som vil være dyrere end traditionel benzin og diesel. Det kan dog vise sig, at bl.a. luftfartsindustrien er villig til at betale ekstra for det grønne brændstof, og nationale krav eller krav fra EU kan fremme efterspørgslen. [Link](#)

Samfundsøkonomi

Anlæggene er investeringstunge og det belaster også de samfundsøkonomiske beregninger. Der er dog ikke umiddelbart alternativer, når vi taler grøn fly- og skibstransport.

Afledt erhvervsudviklingspotentiale

Der er et betydeligt erhvervsudviklingspotentiale for de, der kommer først med PtX-anlæg. GreenLab Skive er et glimrende eksempel på mulighederne. Kernen i GreenLab Skive er produktion af brint, direkte anvendelse af brint og omdannelse af CO₂ fra biogas til metanol ved hjælp af el produceret på lokale vindmølle- og solcelleanlæg.

I både Tyskland og Danmark arbejdes med adskillige udviklingsprojekter relateret til PtX teknologier.

Øvrige afledte effekter (miljø, socialt og økonomisk)

De afledte effekter svarer til effekterne fra biogasanlæg, vindmøller, solcelleanlæg, elektrolyse-anlæg mv, men anlæggene er her placeret fysisk sammen. Herved kan den samlede miljøpåvirkning fra de tekniske anlæg reduceres.

Risikovurdering og barrierer

Et større gennembrud for PtX vil kræve betydelige tilskud eller en meget højere CO₂-kvotepris end i dag. Hertil kommer, at der er tale om ny teknologi, og at der hersker betydelig usikkerhed om fremtidige rammebetingelser og betalingsvillighed fra potentielle kunder i transportsektoren.

Sammenfattende vurdering

	God	Middel	Ringe
Reduktion af klimagasser	X		
Teknologisk modenhed			X
Økonomi for investor			X
Samfundsøkonomi			X
Afledt erhvervsudviklingspotentiale	X		
Øvrige afledte effekter	X		
Risikovurdering			X

1.8 CO₂ fangst og lagring

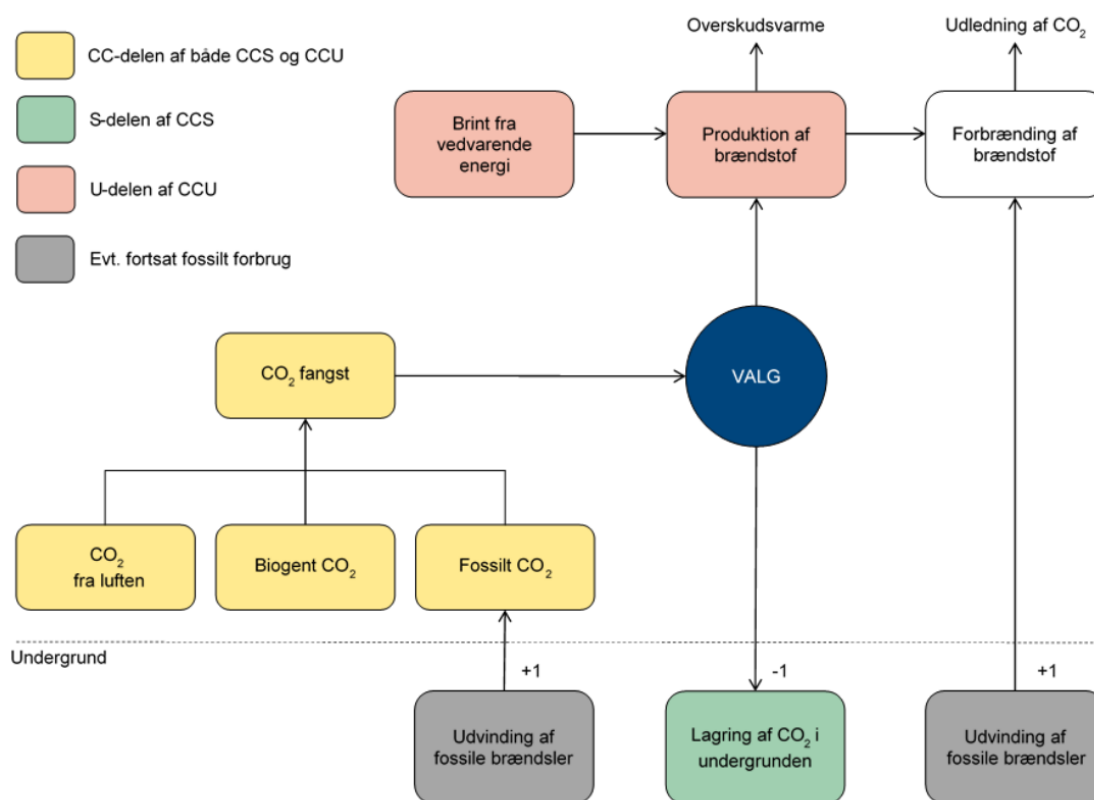
1.8.1 Status og perspektiver

Det er svært at forestille sig en fremtid helt uden udledning af drivhusgasser fra bl.a. landbruget. Netop derfor vurderer det internationale klimapanel IPCC, at det bliver nødvendigt at rette fokus mod CO₂-fangst og -lagring for at begrænse den globale opvarmning til 1,5 °C.

Særligt CO₂-fangst knyttet til biomasse- eller affaldsfyrede anlæg er interessant, da det kan skabe negative emissioner og hermed kompensere for anden CO₂-udledning.

Der er flere teknologier i spil til CO₂-fangst, hvoraf nogle egner sig bedst til anvendelse på nye produktionsanlæg, mens andre kan eftermonteres på eksisterende kraftværker. Den indfangede CO₂ kan transporteres til et CO₂ lager på land eller til havs, f.eks. et gammelt oliefelt. Når CO₂ indfanges og lagres permanent i undergrunden, kaldes det Carbon Capture and Storage (CCS). Norge har anvendt betydelige midler på at udvikle og demonstrere CCS-teknologier og er åbne for et samarbejde med andre europæiske lande om CO₂-lagring i Nordsøen.

Anvendes den indfangede CO₂ derimod til at lave nye brændsler, som f.eks. metanol gennem PtX teknologier, kaldes det Carbon Capture and Use (CCU).



Figur 23 - Illustration af forskelle mellem CCS og CCU jf. Klimarådets rapport "Kendte veje og nye spor ti 170 pro-cents reduktion" [Link](#)

1.8.2 Eksempler på lokale handlinger

Analyse af muligheder for CO₂-fangst, -lagring og produktion af syntetiske brændstoffer

Undersøgelse af mulige demonstrationskoncepter på relevante lokaliteter, herunder i området omkring Holstebro-Herning og Hobro-Aarhus, er i gang. Undersøgelserne kan omfatte relevante teknologikoncepter, symbiosemuligheder, forretningsmodeller og organisatorisk setup. Muligheder for udnyttelse af indfanget CO₂ til produktion af syntetiske brændstoffer afdækkes ligeledes.

1.8.3 Centrale aktører for indsatsen

- Kommunerne
- Større fjernvarme- og affaldsselskaber
- Energinet

1.8.4 Eksempelkommuner

Eksempler på kommuner, der arbejder med muligheder for CO₂-fangst og -lagring:

- GreenLab Skive [Link](#)
- Brintfabrikken i Fredericia ifm. Shell raffinaderiet [Link](#)
- Aarhus Kommune arbejder i forlængelse af sin strategiske energiplan på at afdække de lokale muligheder for CO₂-fangst, -lagring og produktion af bæredygtige transportbrændstoffer.

1.8.5 Effekt og sandsynlighed for realisering af handlinger

Reduktion af klimagasser (CO₂-ækv.)

Potentialet er meget stort, og svarer til den CO₂, som ikke kan reduceres med nuværende teknologier.

Teknologisk modenhed

Erfaringerne med storskalaanlæg er meget begrænsede, og anlæggenes investeringsomkostninger er derfor behæftet med stor usikkerhed.

Økonomi for investor

Analysen af teknologien peger på, at de samlede reduktionsomkostninger vil blive høje. Nye anlæg vil kræve betydeligt tilskud eller en høj CO₂-kvotepris.

I Klimaplan 2020 er partierne enige om at etablere en teknologineutral, markedsbaseret pulje, der skal bidrage til at fremme teknologien og levere drivhusgasreduktioner frem mod 2030 og efter. Der afsættes 202 mio. kr. i 2024, 406 mio. kr. i 2025, 406 i 2026, 626 mio. kr. i 2027 og 626 mio. kr. i 2028 samt 815 mio. kr. i 2029 og frem.

Samfundsøkonomi

Anlæggene er investeringstunge og det belaster også de samfundsøkonomiske beregninger.

Afledt erhvervsudviklingspotentiale

Der er et betydeligt erhvervsudviklingspotentiale for de, der kommer først med anlæg i stor skala. I Norge lagres CO₂ allerede i forbindelse med udvinding af olie.

Øvrige afledte effekter (miljø, socialt og økonomisk)

Etablering af et anlæg, der fanger CO₂ fra kraftvarmeanlæg, kan bidrage til at fastholde anvendelse af biomasse til fjernvarmeproduktion frem for et skrift til varmepumper, geotermi og udnyttelse af spildvarme.

CO₂-fangst og -lagring kan kombineres med produktion af elbaserede transportbrændstoffer, hvor der som oftest er behov en CO₂-kilde. Dette gælder eksempelvis ved produktion af metanol.

Risikovurdering og barrierer

Miljøorganisationer stiller spørgsmålstegn ved, om den lagrede CO₂ bliver i undergrunden og frygter, at teknologien i nogle lande vil fastholde brug af kul på kraftværkerne.

Et større gennembrud kræver betydelige tilskud eller en meget højere CO₂-kvotepris end i dag. Eksisterende kraftværker kan ikke konkurrere på pris med vindmøller og sol og CO₂-fangst vil blot svække konkurrencekraften yderligere.

Sammenfattende vurdering

	God	Middel	Ringe
Reduktion af klimagasser	X		
Teknologisk modenhed			X
Økonomi for investor			X
Samfundsøkonomi			X
Afledt erhvervsudviklingspotentiale		X	
Øvrige afledte effekter		X	
Risikovurdering			X

2 Bygninger

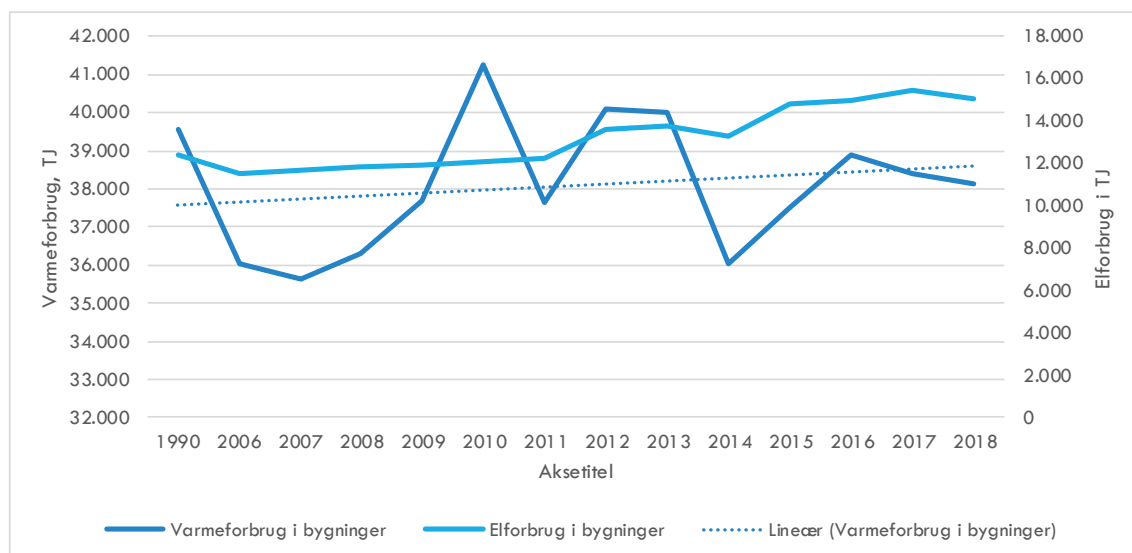
2.1 Energirenovering af bygninger

2.1.1 Status og perspektiver

Med de rammebetingelser, der er gældende i dag og uden yderligere tiltag, forventer Energistyrelsen jf. basisfremskrivning 2019 et fald i varmemeforbruget i Danmark på 0,6 % pr. år på trods af, at det opvarmende areal forventes at stige med 0,5 % pr. år. Energiregnskaberne for regionen viser et fald i varmemeforbruget siden 1990, svarende til ca. 1.500 TJ. Generelt er der forholdsvis store udsving i forbruget af varme til bygninger, da varmemeforbruget er tæt forbundet med udetemperaturen, dog viser en tendensline, en stigning i forbruget over de seneste 12 år. Meget afhænger dog af, hvilke år der sammenlignes, hvilket eksemplificeres ved at sammenligne 2018 og 2010, som viser en reduktion i varmemeforbruget på ca. 8 %. Den historiske udvikling i bygningernes varmemeforbrug i Region Midtjylland er illustreret i Figur 24. Varmeforbruget er hovedsageligt placeret i boliger, som i 2018 stod for 74 % af det samlede varmemeforbrug. De resterende 26 % er fordelt på offentlige og private services samt detail- og engroshandel.

Analysen fra bl.a. Statens Byggeforskningsinstitut (SBI), Ea Energianalyse og Aalborg Universitet peger på, at det frem mod 2050 vil være samfundsøkonomisk fordelagtigt af reducere energiforbruget til opvarmning af det eksisterende byggeri med ca. 30% via forbedringer af klimaskærmen (isoleringstiltag). Hertil skal lægges de besparelser, der kan opnås via forbedring af bygningens drift og bygningens installationer.

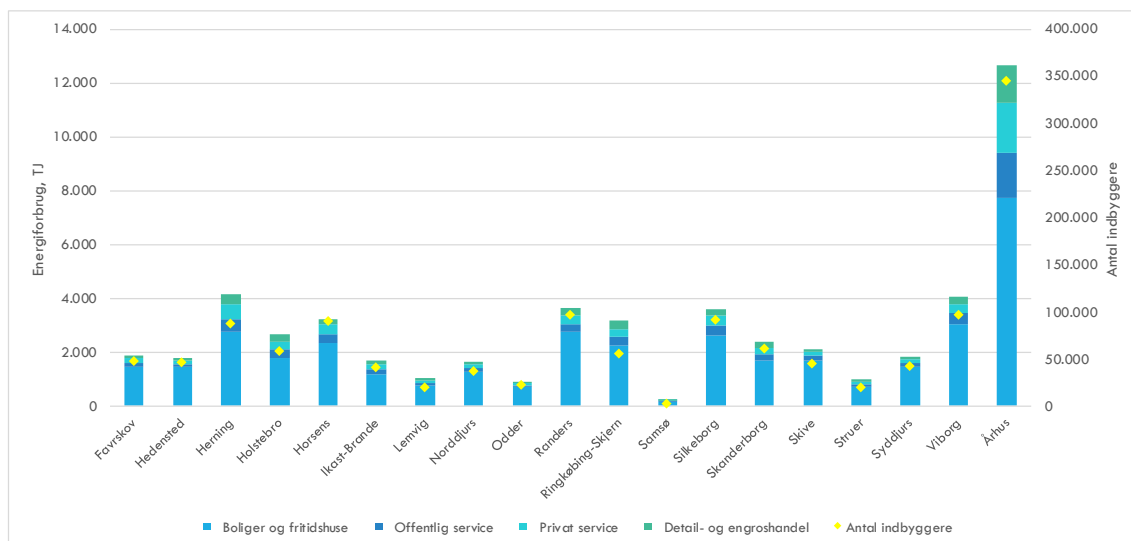
Energistyrelsen forventer en vækst i husholdningernes elforbrug på ca. 0,3 % pr. år. Stigningen skyldes en stigning i antal elforbrugende apparater, som kun delvist udlignes af EU's krav til mere energieffektive produkter. Historisk set, er elforbruget i Region Midtjylland steget med 22 % siden 1990, og har mere eller mindre været konstant stigende i perioden. I 2018 var det samlede elforbrug i boligerne knap 50 % af det samlede elforbrug i bygningerne.



Figur 24 - Historisk udvikling i bygningernes el- og varmemeforbrug

Det samlede energiforbrug i bygningerne i 2018 er - på baggrund af varme- og elforbruget - ca. 53.000 TJ, hvor af varmemeforbruget udgør den klart største andel, svarende til ca. 72 %. Af det samlede energiforbrug i bygninger, udgør Aarhus Kommune den største andel med ca. 24 %. Det kan af nedenstående Figur 25 konstateres, at forbruget af energi i bygningerne er proportionel

med antallet af indbyggere i kommunen, hvorfor befolkningsrige kommuner også har et større energiforbrug forbundet til bygningerne.



Figur 25 - Samlet energiforbrug i bygninger, fordelt på kommuner i Region Midtjylland

I Energifaen af sættes der i perioden 2021-2024 en tilskudspulje på 200 mio. kr. pr. år til energibesparelsetiltag i bygninger. Tilskuddet tildeles de projekter, der kan levere de billigste energibesparelser.

2.1.2 Eksempler på lokale handlinger

- Øget information og rådgivning fra kommunen om energieffektivisering til borgere, der planlægger et større renoveringsprojekt.
- Fremme energieffektivisering, øget komfort, intelligent bygningsstyring og samarbejde mellem aktører på bygningsområdet via lokale udviklingsprojekter.
- Fange husejerne med oplysning i en købsituation via ejendomsmæglere, banker, bygemarkeder og kontakten til kommunen.
- Sammenkobling af bygningsrenovering med informationsarrangementer om skift til varmepumpe uden for fjernvarmeområder.

2.1.3 Centrale aktører for indsatsen

- Bygningsejere
- Forsyningsselskaber (el- og fjernvarme)

2.1.4 Eksempelkommuner

Eksempler på kommuner, der har gjort en særlig indsats ift. energirenovering i bygninger:

- Sønderborg: ProjectZero har nedsat aktørgrupper for boliger, private udlejningsejendomme og boligselskaber. [Link bolig](#), [Link udlejer](#), [Link lejer](#)
- Ringkøbing-Skjern: Tilbud om gratis energirådgivning i to landsbyer + yderligere over 1.000 husstande)
- Hjørring: Uddannelsescafeer, Tupperware parties, borgermøder mm. [Link](#)
- Skive: Rådgivercafe, energitjek, grundejerforeninger mm. [Link](#)

2.1.5 Realiserbarhed og effekter ved realisering

Reduktion af klimagasser (CO₂-ækv.)

Den direkte CO₂-reduktionsgevinst ved at gennemføre energirenoveringer er i sig selv tæt knyttet til forsyningsformen. I bygninger med naturgas og olie er gevinsten stor, mens CO₂-reduktionsgevinster for andre bygninger umiddelbart er begrænsede.

Alligevel er der mange energirenoveringstiltag, som vil være både økonomisk og miljømæssigt fordelagtige at gennemføre.

Teknologisk modenhed

Teknologierne til at opnå energibesparelser i bygninger er velkendte og veldokumenterede.

Økonomi for investor

Den typiske tilbagebetalingstid for energiforbedringer vil variere fra bygningstype til bygningstype og er meget afhængig af prisen på den eksisterende opvarmning. Generelt er der relativt kort tilbagebetalingstid på energiforbedringer i boligen, når de foretages som en del af den almindelige bygningsvedligeholdelse, mens der typisk vil være en meget lang tilbagebetalingstid ved forceret udskiftning af bygningsdele.

Eksempler på tiltag med kort tilbagebetalingstid kunne være: tætningslister ved vinduer og døre, hulmursisolering, isolering af rør til varme- og varmtvandsforsyningen samt efterisolering af loft.

Eksempler på tiltag med lang tilbagebetalingstid kunne være: udskiftning af vinduer, facadeisolering og isolering af gulv.

Samfundsøkonomi

For de samfundsøkonomiske beregninger gælder de samme betragtninger, som er beskrevet under selskabsøkonomi.

Afledt erhvervsudviklingspotentiale

Arbejde med renovering af bygninger udføres ofte af lokale firmaer. Flere kommuner arbejder med efteruddannelse og lokale teams af håndværkere, der kan hjælpe den enkelte husejer med energirenoveringer. Det har de bl.a. gjort i Frederikshavn med initiativet "Energiproffer". [Link](#)

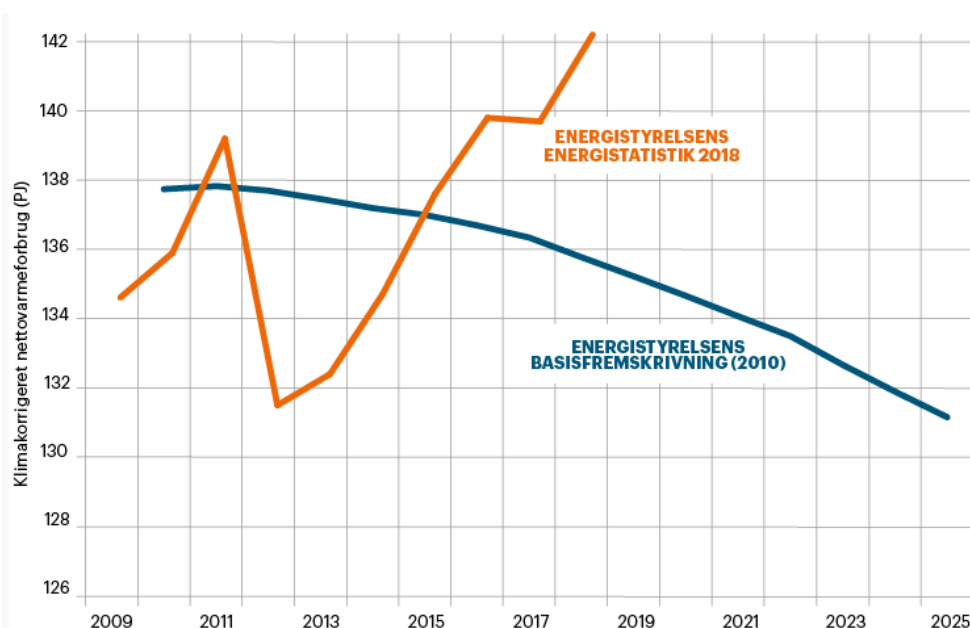
Øvrige afledte effekter (miljø, socialt og økonomisk)

Energirenovering er ofte båret af andre hensyn end økonomi, herunder et ønske om et pænere og sundere hjem med forbedret komfort, der er mere enkelt og billigere at vedligeholde. Hertil kan lægges at huse med et bedre energimærke, som oftest har en højere gensalgsværdi.

Unødigt forceret energirenoveringer kan føre til forøgende afledte miljøeffekter knyttet til øget forbrug af byggematerialer.

Risikovurdering og barrierer

Der er betydelig risiko for, at potentialet for reduktioner i varmekonsumet som følge af kommende energirenoveringer ikke indfries som forventet. Dette illustreres i nedenstående graf fra Energistyrelsen. Energistyrelsen forventede i 2010 et jævnt faldende varmekonsum og disse forventninger fortsætter i øvrigt i den seneste basisfremskrivning fra 2018, hvor Energistyrelsen forudser et fald i varmekonsumet i Danmark på 0,6 % pr. år. Det seneste år er varmekonsumet dog ikke faldet som forudset. Sandsynligvis fordi borgerne skruer op for varmen i nye eller energirenoverede boliger. Men andre ord bliver dele af energirenoveringen omsat til øget komfort. Omkostningerne til opvarmning er i samme periode ikke steget – nærmere faldet. Når varmeprisen ikke er kritisk høj - i eksempelvis nye boliger, falder bevidstheden omkring forbruget ligeledes, og det kan medføre et unødigt højt forbrug. Med andre ord giver en betydelig renovering med efterisolering ikke den ønskede energibesparelse.



Figur 26 - Energistyrelsens forventning til udviklingen jf. basisfremskrivning 2010, sammenholdt med den faktiske udvikling. Kilde: Energistyrelsen. Figur fra artikel i Ingeniøren marts 2020.

Det er primært individuel energirådgivning, der kan skubbe til investeringsbeslutninger hos private. Erfaringerne viser dog, at besparelserne pr. investeret rådgivertime er begrænsende samt at succes kræver, at ydelsen er gratis.

Generelle oplysningskampagner giver sjældent i sig selv anledning til handling, da der typisk er langt fra generel information til konkrete investeringsbeslutninger for den enkelte husejer.

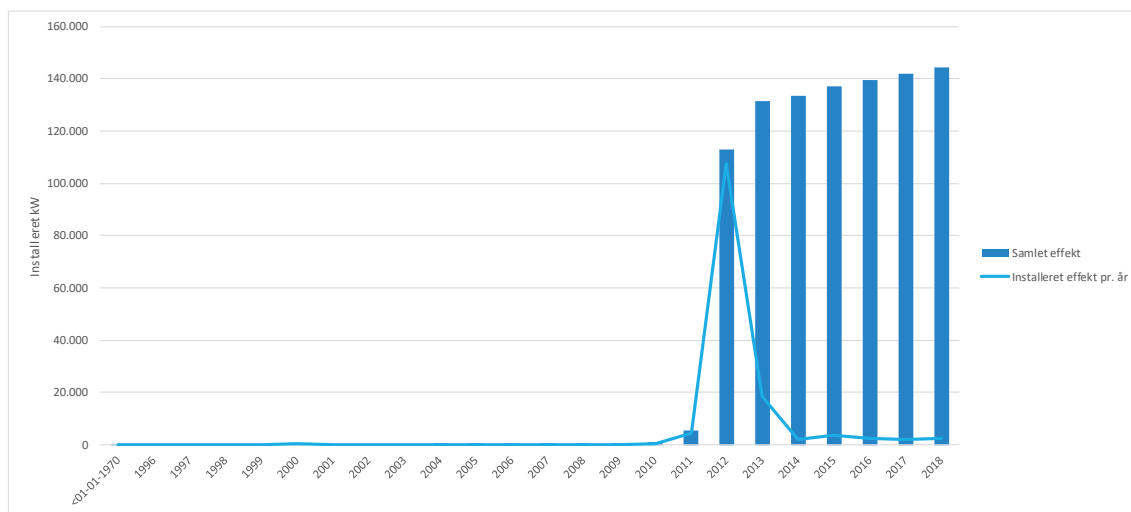
Sammenfattende vurdering

	God	Middel	Ringe
Reduktion af klimagasser			X
Teknologisk modenhed	X		
Økonomi for investor		X	
Samfundsøkonomi		X	
Afledt erhvervsudviklingspotentiale			X
Øvrige afledte effekter	X		
Risikovurdering			X

2.2 Solceller på bygninger

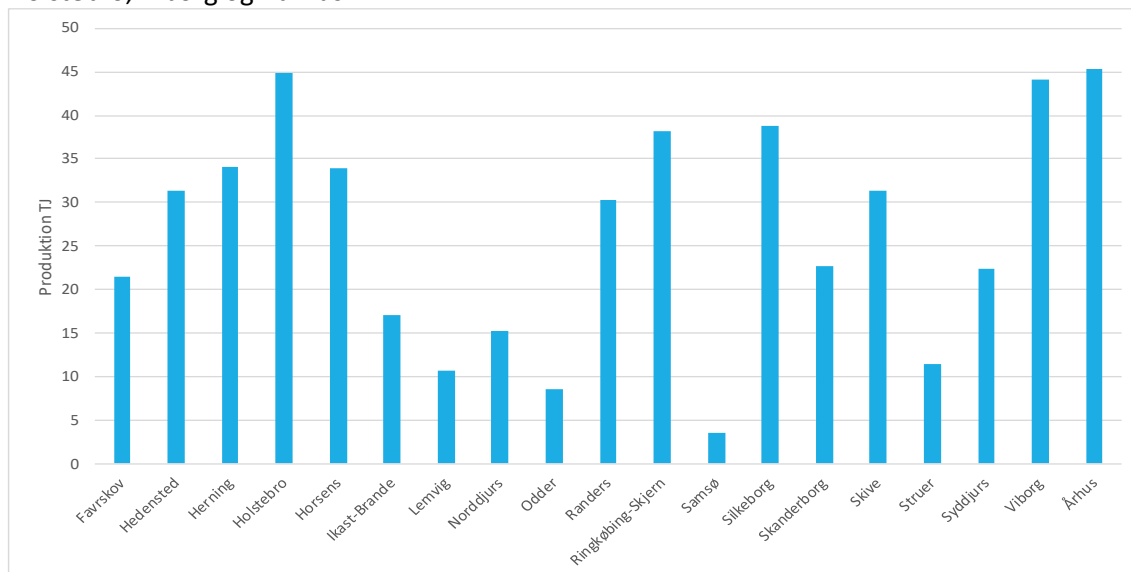
2.2.1 Status og perspektiver

Udbygningen med solceller på bygninger fandt primært sted i 2012, hvor der kunne etableres husstands anlæg under meget favorable ordninger, idet elnettet gratis kunne benyttes som lager. Dette billede er nu ændret - produktionen fra et solcelleanlæg skal forbruges inden for samme time, som produktionen finder sted. I forlængelse heraf er udviklingen på området gået i stå. Nye anlæg begrænser sig til få mindre anlæg på nybyggeri, hvis formål er at leve op til den skærpede energiramme i bygningsreglementet. I Region Midtjylland er der installeret en kapacitet på ca. 144.000 kW, hvor af ca. 110.000 kW er opsat i 2012, som det fremgår af nedenstående Figur 27.



Figur 27 - Installeret solcelle kapacitet på bygninger i kW pr. år i Region Midtjylland

Kapaciteten på solceller er fordelt mere ligeligt på kommunalt niveau, sammenlignet med de markbaserede solceller, hvilket skyldes mindre koncentrationer, da anlæggene på bygninger typisk er mindre end dem som opføres på jorden. Samlet set producerede solcellerne på bygningerne elektricitet svarende til ca. 500 TJ, hvoraf den største andel blev produceret fra solceller i Holstebro, Viborg og Aarhus.



Figur 28 - Produceret elektricitet fra solceller på bygninger, fordelt på kommuner i Region Midtjylland (TJ)

Det er oplagt at udnytte mange af de uudnyttede tagflader til solcelleanlæg. Særligt oplagt er det at placere solceller på tagflader knyttet til større bygninger med et stort elforbrug i dagtimerne. Det kunne være større erhvervsbygninger eller offentlige bygninger.

Bygningsintegrerede solceller kan vise sig at bringe prisen på de tagmonterede solcelleanlæg betragtelig ned i fremtiden, men endnu er der dog tale om nicheprodukter.

2.2.2 Eksempler på lokale handlinger

- Strategi for solceller på tage samt evt. kortlægning af på hvilke tage, der kan gives tilladelse til solceller.
- Projekter med større anlæg på sammenhængende tagflader, herunder eksempelvis på erhvervstage med lille arkitektonisk værdi.
- Demonstration af solcelleløsninger på kommunalt ejede bygninger.

2.2.3 Centrale aktører for indsatsen

- Kommuner
- Bygningsejere (boligforeninger, virksomheder mv.)
- Solcelleproducenter
- Lokale elnetselskaber

2.2.4 Eksempelkommuner

Eksempler på kommuner, der har gjort en særlig indsats ift. solceller på bygninger:

- Skive Kommune: Michael Petersen har i mange år været drivende kraft for projekter med solceller og solvarme på kommunens bygninger
- Sønderborg Kommune: Initiativer rettet mod boligforeninger

2.2.5 Realiserbarhed og effekter ved realisering

Reduktion af klimagasser (CO₂-ækv.)

Energistyrelsen har til brug for kommunernes arbejde med strategisk energiplanlægning opgivet en CO₂-emissionsfaktor for el på 124 ton/TJ for 2018. Bemærk, at emissionsfaktoren (residual-el) er højere end den emissionsfaktor, som fremgår af Energinet.dks årlige miljødeklarationer (gennemsnitsel).

Beregningseksempel:

Husstands anlæg på 3-6 kW (20-40 m²)

Produktion: 3-6.000 kWh/år

CO₂-reduktion: 1-3 ton/år

I takt med, at elforsyningen omstilles til grøn energi, vil CO₂-reduktionsgevinsten ved at opsætte solceller aftage, såfremt der ikke sker ændringer i det øvrige energisystem, der sikrer, at den grønne strøm fra solcellerne fortrænger fossile brændsler. Solcellernes evne til at reducere CO₂-udledning vil derfor afhænge af i, hvilken grad energisystemet indrettes, så solenergien kan lagres som varme, kulde eller transportbrændstoffer. Der er rigtig mange tiltag i gang, der sigter mod netop dette, da el fra markbaserede solceller og vindkraft i dag er meget konkurrencedygtig med andre elproduktionsteknologier.

Teknologisk modenhed

Traditionelle silicium solceller er kendt teknologi og er således gennemprøvet.

For beskrivelse af øvrige solcelleteknologier se Energistyrelsens teknologikatalog. [Link](#)

Økonomi for investor

Solceller på tage er kun rentable under særlige forhold (stort tag og mulighed for at anvende 60 % eller mere af produktionen direkte). Hvis priserne på tagsolcellerne falder yderligere, eller der kommer billige solcelletage på markedet, hvilket ikke er usandsynligt, vil markedet dog kunne rykke under de eksisterende rammevilkår.

Samfundsøkonomi

El fra solceller på tage udviser meget dårlig samfundsøkonomi, da den samlede omkostning for elproduktionen er mere end det dobbelte af elproduktionen fra markbaseret solcelleanlæg og vindmøller. Prisforskellen skyldes særligt, at installations- og tilslutningsomkostninger er væsentligt højere for de små anlæg.

Afledt erhvervsudviklingspotentialer

Lokal erhvervsudvikling er ikke en stor driver på området, da størstedelen af beskæftigelsen knytter sig til produktionen af anlæggene, som finder sted uden for Danmark (Kina).

Øvrige afledte effekter (miljø, socialt og økonomisk)

Silicium-baserede solceller er langt den mest udbredte solcelletype. I produktion af denne solcelletype er der bl.a. et højt forbrug af vand, kemikalier og energi. Miljøpåvirkning fra brug af kemikalier i produktionsprocessen er stærkt afhængig af den lokale miljøregulering på produktionsstedet (primært Kina).

Jf. Energistyrelsens teknologikatalog går der under danske betingelser typisk 1-2 år før et solcelleanlæg har produceret den energimængde der er forbundet med produktion af solcellepanelet. Til sammenligning går der for vindmøller på land 3-9 måneder. [Link](#)

Hertil kommer, at det kan blive udfordrende med mange mindre solcelleanlæg i den "tynde" ende af elnettet. Ved udrulning af solceller på bygninger i stor skala bør der planlægges herfor, så anlæg eventuelt samles på lokaliteter med stort elforbrug og bliver tilsluttet på det rette spændingsniveau.

Risikovurdering og barrierer

Der er primært tale om barrierer knyttet til økonomi og til den visuelle påvirkning på nogle bygningstyper, herunder særligt fredede og historiske bygninger og bydele.

Sammenfattende vurdering

	God	Middel	Ringe
Reduktion af klimagasser			X
Teknologisk modenhed	X		
Økonomi for investor			X
Samfundsøkonomi			X
Afledt erhvervsudviklingspotentialer			X
Øvrige afledte effekter			X
Risikovurdering		X	

2.3 Forberede bygninger til fjernvarme ved lavere temperatur

2.3.1 Status og perspektiver

Fjernvarmenet opererer i dag med relativt høje temperaturer, da fjernvarmenettet er designet til en varmeforsyning med få store produktionsenheder.

En forsyningsstruktur med fokus på varmepumper og solvarme giver et behov for lavere temperaturer i fjernvarmenettet, da varmepumper og solvarmeanlæg bliver mere effektive jo lavere temperatur de skal levere. Solvarmeanlæg bliver tillige mere effektive, hvis fjernvarmens returtemperatur reduceres. Umiddelbart kan det enten gøres via en generel nedsættelse af temperaturen i nettet eller via en mere decentral forsyningsstruktur end i dag, hvor varmepumperne producerer varme til udvalgte punkter i fjernvarmenettet. Varmetabet i fjernvarmenettet kan ligeledes reduceret betragteligt ved at reducere temperaturen. Forbedring af afkølingen hos forbrugerne vil derudover mindske varmetabet og pumpeenergien til distribution af fjernvarme.

2.3.2 Eksempler på lokale handlinger

- Kortlægning af hvilke bygninger der er kritiske i forhold til at kunne sænke temperaturerne i fjernvarmenettet.
- Rådgivning og ”pakkeløsninger” rettet mod bygninger, der er kritiske i forhold til at kunne sænke temperaturerne i fjernvarmenettet.
- Udvikling af tarifstruktur der belønner god afkøling.
- Udpege testområder til nye lavtemperatur fjernvarmeløsninger.
- Nye bygninger forberedes for lavere fremløbstemperaturer.
- Personlig rådgivning og gennemgang af anlæg til forbedring af afkøling udført af fjernvarmeværket.

2.3.3 Centrale aktører for indsatsen

- Fjernvarmeselskaber
- Kommuner
- Dansk Fjernvarme
- Rådgivere

2.3.4 Eksempelkommuner

Eksempler på kommuner, der har gjort en særlig indsats ift. lavere fremløbstemperatur i fjernvarmenettet:

- Brædstrup og Strandby fjernvarme har via Fjernvarmens Serviceordning udført service-tjek af brugerinstallationer og givet tilskud til ændringer, som kan nedbringe temperaturen i fjernvarmenettet. [Link](#)
- Demonstrationsprojekt i Geding ved Aarhus, projektet er gennemført af Sweco Danmark for Energistyrelsen i samarbejde med Danfoss og AffaldVarme Aarhus. [Link](#)
- Teglbakken – Nivå (2017-2019) Demonstrationsprojekt i nybygget område med 105 boliger [Link](#)
- Sønderby, Høje Taastrup - Lavtemperatur fjernvarme i eksisterende bebyggelse [Link](#)

2.3.5 Realiserbarhed og effekter ved realisering

Reduktion af klimagasser (CO₂-ækv.)

Lavere temperaturer i fjernvarmenettet reducerer ikke i sig selv CO₂-udledningen betydeligt, men det er en forudsætning for introduktion af store varmepumper til fjernvarme med betydeligt reduktionspotentiale.

Teknologisk modenhed

Teknologierne til at opnå lavere temperaturer i nettet er velkendte og veldokumenterede.

Økonomi for investor

En række udviklingsprojekter har vist, at særligt optimering af brugerinstallationer kan have stor effekt på fjernvarmesystemets samlede effektivitet og på returtemperaturen i fjernvarmenettet.

Samfundsøkonomi

Lavere temperaturer i fjernvarmenettet understøtter store varmepumper og solvarme, som udviser god samfundsøkonomi. Desuden reduceres varmetabet med de dertil hørende omkostninger.

Afledt erhvervsudviklingspotentiale

Lokale installatører kan få ekstra arbejde med installation af ventiler mv. i forbindelse med optimering og vedligehold af brugerinstallationer og evt. en fast indkomst med årlige servicetjek.

Lavere varmetab og temperaturer er desuden en forudsætning for fjernvarmens fremtid. Derfor vil der være et betydeligt potentiale for eksport af systemløsninger på området.

Øvrige afledte effekter (miljø, socialt og økonomisk)

Forudsætning for store varmepumper og solvarme til fjernvarme.

Risikovurdering og barrierer

Den største barriere for lavere temperaturer i fjernvarmenettet er ikke optimal drift af brugerinstallationer.

Sammenfattende vurdering

	God	Middel	Ringe
Reduktion af klimagasser			X
Teknologisk modenhed	X		
Økonomi for investor	X		
Samfundsøkonomi	X		
Afledt erhvervsudviklingspotentiale		X	
Øvrige afledte effekter	X		
Risikovurdering			X

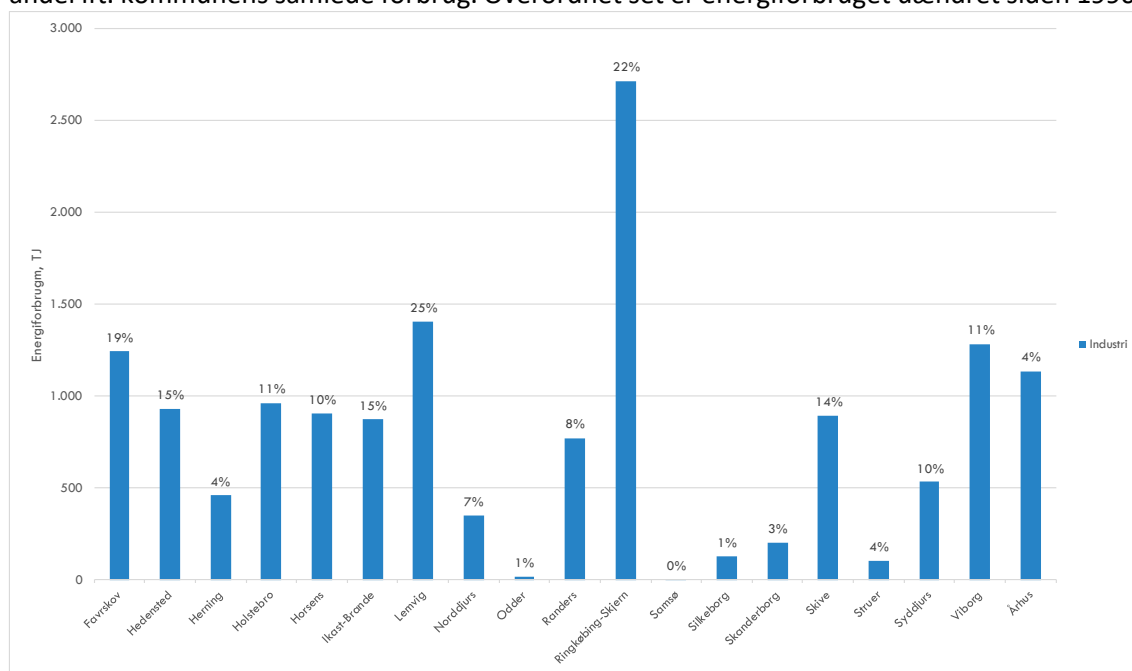
3 Industri og erhverv

3.1 Energieffektiviseringer og elektrificering

3.1.1 Status og perspektiver

I dag dækkes over 90 % af produktionserhvervenes energiforbrug til procesformål med brændsler som kul, olie, naturgas og biomasse. Der anvendes altså kun i meget begrænset omfang el til procesformål. Dette skyldes, at el er markant dyrere end brændsler og derfor alene anvendes til industrielle processer, hvor det giver særlige tekniske eller praktiske fordele. I Region Midtjylland udgør det før omtalte energiforbrug fra industrien knap 10 % af Regionens samlede energiforbrug. Heraf produceres størstedelen af energien, med fossilbrændsel (80%). I alt er bruttoenergiforbruget fra industrien på knap 15.000 TJ, hvoraf ca. 12.000 TJ er fra fossilbrændsel. Af det samlede forbrug kommer 63 % fra gasnettet, mens forbruget fra kul og olie er på hhv. 11 og 7 %.

I Figur 29 er energiforbruget for 2018, fordelt ud på kommunerne, hvor Ringkøbing-Skjern kommune har det største energiforbrug i industrien, mens Lemvigs energiforbrug udgør den største andel ift. kommunens samlede forbrug. Overordnet set er energiforbruget uændret siden 1990.



Figur 29 - Energiforbrug fra industrien i kommunen, og andelen af kommunens samlede energiforbrug (%)

Med udsigt til en markant udbygning med vind og sol er der også udsigt til betydelige udsving i elprisen. Hermed vil det i stigende grad blive interessant at etablere mulighed for fleksibelt brug af el i industrien, hvor det er billigt at flytte store energimængder.

Der kan være tale om afbrudte og nedsatte elforbrug i perioder, etablering af lagre for kulde, varme og damp, samt at industrivirksomheder indrettes, således de kan skifte mellem el og gas som brændsel. På den måde kan de i perioder med lave elpriser køre på el og i perioder med høje elpriser skifte til gas.

Grøn omstilling og øget energieffektivisering af erhvervslivets fossile produktion er et vigtigt element i Klimaplan 2020 vision. Planen afsætter 305 mio. kr. i 2021, 210 mio. kr. i

2022, 215 mio. kr. årligt i 2023 og i 2024, 325 mio. kr. i 2025, 230 mio. kr. i 2026, 235 mio. kr. årligt i 2027-2029 og 45 mio. kr. i 2030 (opgjort i 2020-priser og inklusiv afledt afgiftstab) til tilskud til grøn omstilling af industrien. Tilskuddet målrettes konverteringer væk fra anvendelse af fossil energi, tilskud til energieffektivisering af de processer mv., som ikke i dag kan konverteres til el samt elektrificering og energieffektivisering af intern transport (gaffeltrucks, traktorer mv.) i fremstillingserhverv, landbrug mv.

3.1.2 Eksempler på lokale handlinger

Dialog om forsyningsmuligheder for virksomheder med stort forbrug af fossile brændsler

Kommunerne kan kontakte virksomheder med et stort fossilt energiforbrug og høre til deres forventninger til den fremtidige energiforsyning. Det kan i forlængelse heraf afklares, om der er behov for et temamøde med forsyningsselskaber og ressourcepersoner om de tekniske og økonomiske muligheder. Herunder om:

- det er muligt helt eller delvist at skifte til el, og om elforbruget kan gøres fleksibelt.
- der kan afsættes overskudsvarme til fjernvarme.
- mulige projekter kan opnå tilskud efter Energifortalens udbudsordning for energieffektiviseringer på virksomheder.

Dialog om energi- og ressourceforbrug ved virksomhedstilsyn

Kommunerne er på tilsyn hos mange virksomheder og landbrug i løbet af året. Tilsyn kan kombineres med information og dialog om energi- og ressourceforbrug. Indhold i informationsindsatsen kan evt. udvikles i samarbejde med lokale el-, gas- og fjernvarmeselskaber.

Også her kan det i et forløb afdækkes om lokale virksomheder kan opnå tilskud i forbindelse med udmøntningen af energifortalens udbudsordning for tilskud til energieffektiviseringer i virksomheder.

3.1.3 Centrale aktører for indsatsen

- Virksomheder
- Forsyningsselskaber (el, vand og varme)
- Kommuner
- Rådgivere

3.1.4 Eksempelkommuner mm.

Eksempler på kommuner, der har gjort en særlig indsats ift. grøn omstilling i industri og erhvervs-virksomheder:

Industri

- GreenLab Skive. [Link](#)
- Clean har sammen med bl.a. BIRN været med til at indføre fleksibelt elforbrug på virksomheder. [Link](#)

Erhverv og detailhandel

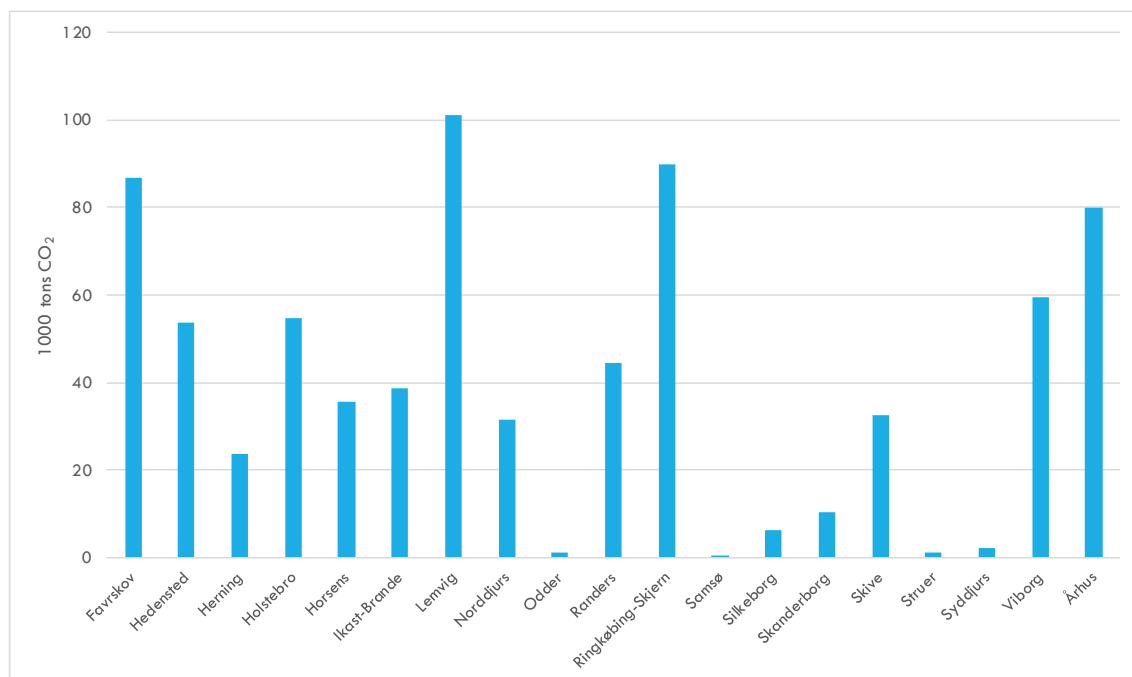
- SMV Danmark – Klimanetværk [Link](#)
- Aalborg Kommune – Netværk for Grøn Detail [Link](#)
- Energitejnesten - Grøn butik [Link](#)
- Nordjylland – Netværk for bæredygtig erhvervsudvikling [Link](#)

3.1.5 Effekt og sandsynlighed for realisering af handlinger

Reduktion af klimagasser (CO₂-ækv.)

Der er i fremstillingsindustrien et stort uforløst energieffektiviseringspotentiale og gode muligheder for at reducere brugen af naturgas til fordel for grøn el.

I Region Midtjylland var reduktionspotentialet i industriens energiforbrug i 2018 på ca. 750.000 tons CO₂ fordelt ud over kommunerne, som det er illustreret i Figur 30. Af figuren fremgår det, at reduktionspotentialet er størst i kommunerne Favrskov, Lemvig, Ringkøbing-Skjern og Aarhus. Reduktionspotentialet, er i dette tilfælde den energi, som industrien forbruger og samtidig baserer sig på fossile brændsler.



Figur 30 - CO₂ udledning fra Industrien i kommunerne, 2018

Teknologisk modenhed

De relevante teknologier er gennemprøvede og tilgængelige på markedet.

Økonomi for investor

Det er et stort uudnyttet energieffektiviseringspotentiale i industrien. Det er en væsentlig barriere for udnyttelse af potentialet, at man i industrien typisk har krav om kort tilbagebetalingstid på de lagte investeringer.

Samfundsøkonomi

Energieffektiviseringer i industrien kan indfris med meget lave omkostninger for samfundet.

Afledt erhvervsudviklingspotentiale

Energieffektivisering og grøn omstilling af lokale virksomheder kan reducere virksomhedernes omkostninger og styrke deres konkurrenceevne i et marked, der i stadig større grad stiller krav til virksomhedernes grønne profil.

Øvrige afledte effekter (miljø, socialt og økonomisk)

Energieffektiviseringer og skift til el i industrien vil mindske brændselsforbruget og de dertil knyttede lokale og globale miljøpåvirkninger. Dette gælder særligt, hvis elforbruget er fleksibelt, så behovet for elproduktion baseret på fossile brændsler og biomasse holdes på et minimum.

Risikovurdering og barrierer

For at realisere dele af effektiviseringspotentialer i industrien er der i med Energiaftalen 2018 afsat en pulje på 300 mio. kr. til energibesparelsetiltag i industrivirksomheder i perioden 2021-2024. Puljen udmøntes via udbud, hvor aktører byder ind med en given mængde besparelser til en given pris. Laveste pris får tilskud.

Sammenfattende vurdering

	God	Middel	Ringe
Reduktion af klimagasser	X		
Teknologisk modenhed	X		
Økonomi for investor	X		
Samfundsøkonomi	X		
Afledt erhvervsudviklingspotentiale		X	
Øvrige afledte effekter		X	
Risikovurdering		X	

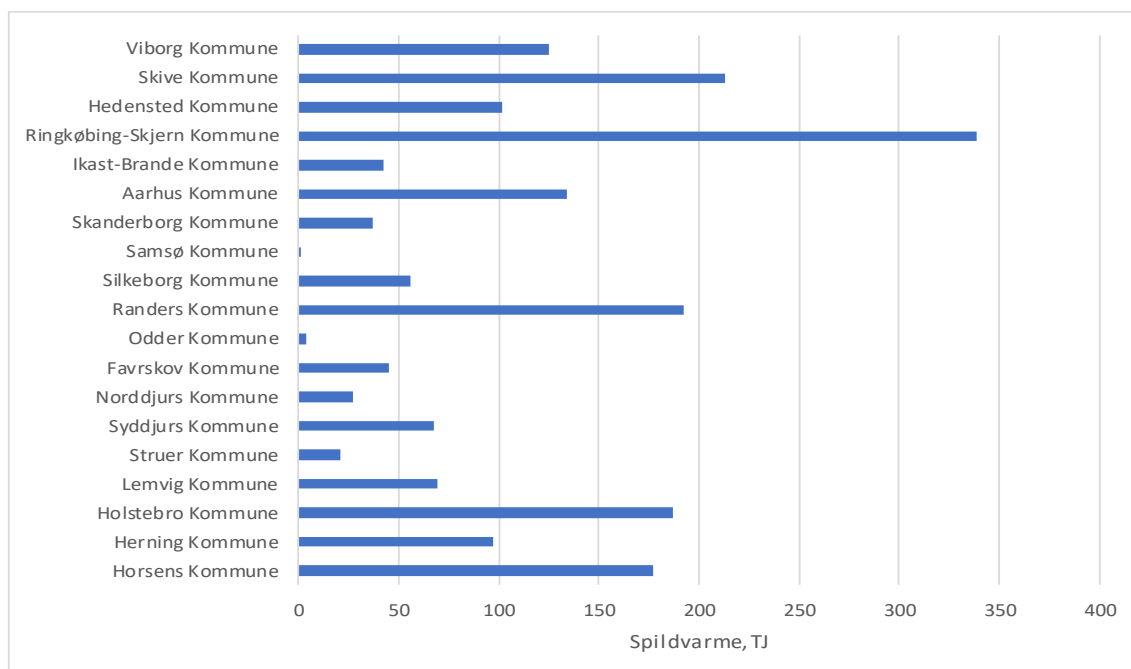
3.2 Spildvarme fra industri og kommende datacentre

3.2.1 Status og perspektiver

Spildvarme fra industrien spiller ikke nogen væsentlig rolle i fjernvarmeforsyningen i dag. Det skyldes bl.a., at det i dag er svært at afsætte varmen til fjernvarmeområder, hvor fjernvarmebehovet dækkes af varme fra affaldsforbrænding og biomassefyret kraftvarme i store dele af året.

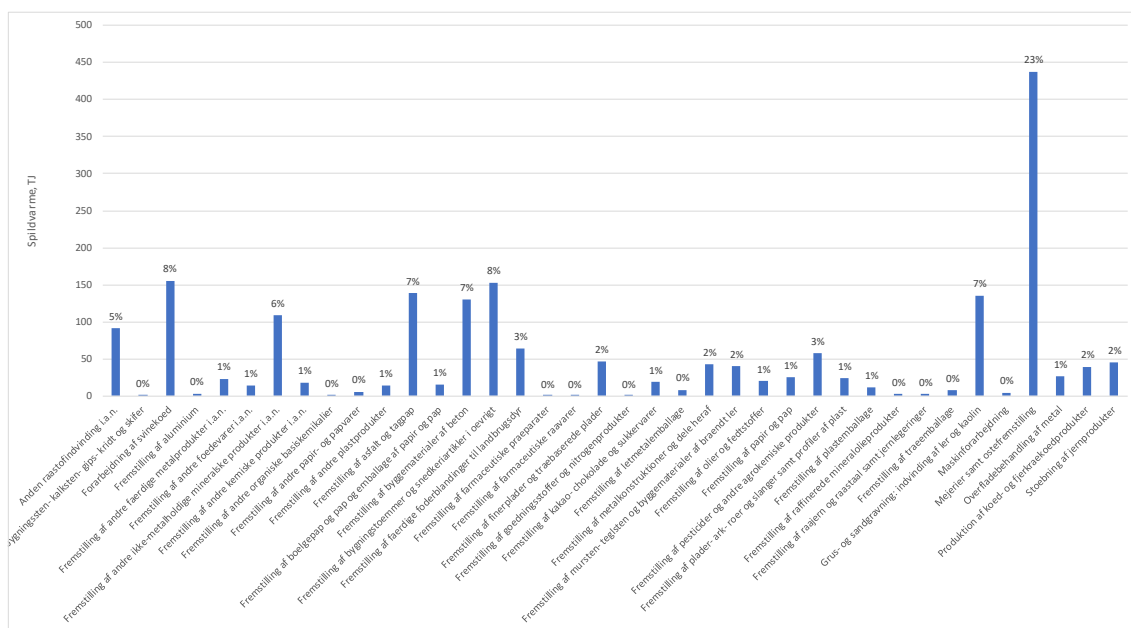
Spildvarme fra industrien til fjernvarmeproduktion får i fremtiden sandsynligvis en større rolle end i dag, da en mindre del af fjernvarmeproduktion i fremtiden vil være bundet til elproduktion og affaldsforbrænding.

Potentialet af spildvarme er dog heller ikke til at tage fejl af, og på baggrund af data indsamlet af DTU vurderes Region Midtjylland, at have et estimeret potentiale svarende til ca. 1.900 TJ, hvis det hele kan udnyttes. I nedenstående Figur 31, er dette estimat fordelt på kommunerne.



Figur 31 - Estimeret spildvarme potentiale i Region Midtjylland, fordelt på kommunalt niveau

Der findes mange forskellige brancher med potentiel mulighed for levering af spildvarme. I Regionen er der 38 forskellige brancher, hvoraf andelen af spildvarme er størst hos mejerier. Ligeledes er der, som det fremgår af Figur 32, større potentialer i brancher, der arbejder med forarbejdning af svinekød, fremstilling af mineralske produkter, fremstilling af asfalt og tagpap, fremstilling af byggematerialer, fremstilling af bygningstømmer samt grus og sandgravning, som alle udgør mellem 6-8% af det samlede spildvarmepotentiale.



Figur 32 - Spildvarme potentiale i Region Midtjylland, fordelt på branche

3.2.2 Eksempler på lokale handlinger

- Kortlægning af lokale kilder til spildvarme, herunder mængder og temperaturer, og hvornår ressourcen forekommer, samt afstand til fjernvarmenet.
- Designkrav til kommende datacentre ift. udnyttelse af spildvarme og fleksibelt elforbrug, f.eks. krav om vandkøling og kulde-/varmelagre, samt at datacentret placeres, hvor der er et tilstrækkeligt varmegrundlag til at spildvarmen kan udnyttes

3.2.3 Centrale aktører for indsatsen

- Virksomheder
- Kommuner
- Fjernvarmeselskaber
- Rådgivere

3.2.4 Eksempelkommuner

Eksempler på kommuner, der har gjort en særlig indsats ift. udnyttelse af spildvarme:

- Fjernvarme Fyns samarbejde med Facebook. [Link](#)
- Rødkærsbro Fjernvarmes samarbejde med ARLA. [Link](#)
- Hedensted Fjernvarmes samarbejde med Air Liquide m.fl. [Link](#)

3.2.5 Effekt og sandsynlighed for realisering af handlinger

Reduktion af klimagasser (CO₂-ækv.)

Den direkte CO₂-reduktionsgevinst ved at udnytte overskudsvarme til fjernvarme er i sagens natur tæt knyttet til den lokale fjernvarmeproduktion, som i stadig stigende grad er baseret på CO₂ neutrale brændsler.

Alligevel er der mange fordele ved udnyttelse af spildvarme, herunder de økonomiske samt reduceret brug af begrænsende biomasseressourcer i varmeforsyningen.

Teknologisk modenhed

De relevante teknologier er gennemprøvede og tilgængelige på markedet.

Økonomi for investor

I marts 2019 indgik folketinget en aftale om forenkling af reglerne for udnyttelse af overskudsvarme. Sigtet med aftalen er at forenkle de eksisterende regler, der er alt for komplicerede og dermed udgør en barriere for nye investeringer i udnyttelse af overskudsvarmen.

Konkret betyder det bl.a., at den såkaldte værdiafgift på 33 % af virksomhedens indtægter fra overskudsvarmen omlægges til en fast afgift på 25 kr. pr. GJ. Det reducerer usikkerheden om, hvor meget, der skal betales i afgift på den udnyttede overskudsvarme. For virksomheder, der lever op til krav i en ny certificeringsordning (ISO 50000/energiledelse), vil afgiftssatsen blive reduceret til 10 kr. pr. GJ.

Helt grundlæggende ligger "klimaplan 2020 energi og industri" op til, en omlægning af varmeafgifterne. Dette betyder blandt andet, at satsen for elvarmeafgiften sættes ned fra 15,5 øre/kWh til henholdsvis 0,4 øre/kWh for erhverv og 0,8 øre/kWh for husholdninger. Ændringerne træder i kraft med virkning fra d. 1. januar 2021.

Dette betyder, at virksomheder vil have samme sats for el til både varme og proces. Når afgifterne for elvarme og el til proces er ens, vil der ikke længere være en afgift på elbaseret overskudsvarme fra fx supermarkeder og datacentre. Desuden reduceres omkostningerne ved at nyttiggøre anden lunken overskudsvarme ved hjælp af varmepumper.

Foruden omlægning af elvarmeafgiften, drøftes der en konkret model for certificeringsordningen og prisregulering af overskudsvarme, hvilket ikke er udmøntet endnu.

Samfundsøkonomi

Spildvarmeprojekter vil efter gældende regler udvise bedre samfundsøkonomi end biomasseløsninger, da omkostningen til biomasse spares.

Afledt erhvervsudviklingspotentiale

Udnyttelse af industriel spildvarme giver typisk ikke anledning til betydende indtægter for de involverede virksomheder. Udnyttelsen kan dog styrke deres grønne profil eller modvirke den dårlige historie, når potentiel spildvarme ikke udnyttes, som vi desværre ser ved flere af de kommende datacentre. Potentialet for eksport af løsninger til udnyttelse af spildvarme er stort, idet der årligt spildes lige så meget varme i EU, som vi bruger til opvarmning af samtlige bygninger.

Øvrige afledte effekter (miljø, socialt og økonomisk)

Udnyttelse af overskudsvarme til fjernvarme vil reducere brændselsforbruget i fjernvarmesektoren eller reducere elforbruget i fjernvarmeværkernes varmepumper, da spildvarme er en bedre varmekilde til varmepumper end udeluft.

Risikovurdering og barrierer

Ved udnyttelse af industriel spildvarme til fjernvarme er der indbygget en risiko knyttet til lukning af virksomheden. Afgifter på den tilgængelige overskudsvarme gør desuden, at fjernvarmeværket ofte vælger den mere enkle løsning, hvor værket selv er fuldt herre over produktionsanlægget. Dette kan modvirkes med kontrakter over længere tid, hvor virksomheden i tilfælde af lukning betaler en del af restafskrivningen på investeringen.

Sammenfattende vurdering

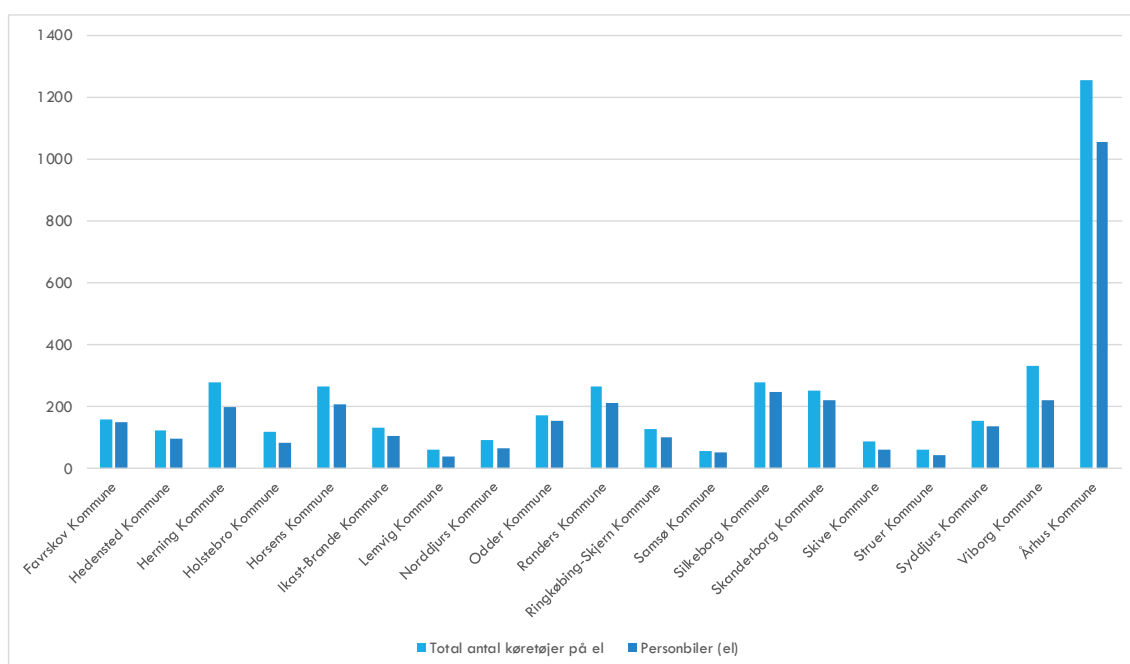
	God	Middel	Ringe
Reduktion af klimagasser		X	
Teknologisk modenhed	X		
Økonomi for investor			X
Samfundsøkonomi	X		
Afledt erhvervsudviklingspotentiale		X	
Øvrige afledte effekter	X		
Risikovurdering			X

4 Transport

4.1 Fremtidig ladeinfrastruktur til elbiler

4.1.1 Status og perspektiver

En række analyser har gennem de sidste 10-20 år peget på el til transport, som et centralt element i fremtidens energisystem. Dette har sammen med den teknologiske udvikling betydet, at der i både EU og i Danmark er en bred forståelse af, at personbilstransporten skal omstilles til el frem mod 2050. Varebiler forventes formentlig også med tiden omstillet til el sammen med den del af lastbiltransporten, som foregår over forholdsvis korte afstande, f.eks. citylogistik med varebiler. Status i Region Midtjylland er, at der i 2018 samlet set var 4.269 eldrevne køretøjer, fordelt på følgende kategorier; lastbil, knallert/motorcykel, varebil, personbil og traktor. Af dem udgjorde antallet af personbiler ca. 81 pct. Antal eldrevne køretøjer fordelt på kommuner fremgår af Figur 33 og Tabel 1.



Figur 33 – El køretøjer og personbiler på el, fordelt på Region Midtjyllands 19 kommuner

Den samlede andel af eldrevne køretøjer i Regionen er forsvindende lille, og udgør ca. 0,50 % af den samlede bilpark i 2018. Af denne samlede bilpark udgør personbilerne ca. 79 %, hvorfor langt størstedelen af motordrevne køretøjer udgøres af personbiler, hvad end de er drevet af benzin eller diesel. Den samlede fordeling i regionen, er illustreret i nedenstående tabel.

	Benzin	Brint	Diesel	El	F-Gas	N-Gas	Petroleum	Total
Lastbil	56	0	11.924	1	0	8	0	11.989
Lille knallert	16.413	2	0	375	0	0	0	16.790
Motorcykel	40.797	0	9	68	0	0	0	40.874
Personbil	413.813	21	235.687	3.439	1	59	1	653.021
Stor knallert	7.236	0	1	136	0	0	0	7.373
Stor personbil	96	0	2.685	0	0	51	0	2.832
Traktor	1.047	0	24.239	40	0	0	1	25.327
Varebil	7.944	0	87.736	210	1	32	0	95.923
Total	487.402	23	362.281	4.269	2	150	2	854.129

Tabel 1- Bilpark i Region Midtjylland, fordelt på antal af køretøjer, 2018

Eldrevne personbiler forventes at blive et afgørende element i realiseringen af Danmarks klimamål, da elbiler er langt mere energieffektive end benzin- og dieslbiler og andelen af vedvarende energi i elforbruget forventes at nå 100 % i 2030.

Folketinget har ifm. klimaplan 2020 afsat 180 mio. kr. til annullering af afgiftsstigninger på elbiler samt sænkningen af procesafgiften på el til el-biler.

4.1.2 Eksempler på lokale handlinger

- Løbende analyse af opladningsmønstre og elbilers belastning af elnettet
- Test af fleksibel opladning og afladning af elbiler i hjemmet og på parkeringspladser, herunder kobling til elpris, reguleringsydelse og belastningen af det lokale elnet
- Udarbejdelse af lokal masterplan for den fremtidige ladeinfrastruktur og betydning for belastningen af det lokale elnet
- Sikre udbygning med lokal ladeinfrastruktur i overensstemmelse med "Ladestanderbekendtgørelsen" af 5. marts 2020. Bekendtgørelsen stiller krav om forberedelse af ladeinfrastruktur for:
 - 1) bestående bygninger, der ikke er beboelsesbygninger, med mere end 20 parkeringspladser.
 - 2) større ombygning af bygninger med mere end 10 parkeringspladser.
 - 3) nybyggeri med mere end 10 parkeringspladser

4.1.3 Centrale aktører for indsatsen

- Byggesagsbehandlere og trafikplanlæggere
- Større bygningsejere og virksomheder
- Transportvirksomheder
- Lokale elnetnetselskaber og eventuelt elhandelsselskaber
- Ladeoperatører og servicestationer
- Energinet.dk, Dansk Energi og Drivkraft Danmark

4.1.4 Eksempelkommuner

Eksempler på kommuner, der har gjort en særlig indsats ift. etablering af ladeinfrastruktur til elbiler:

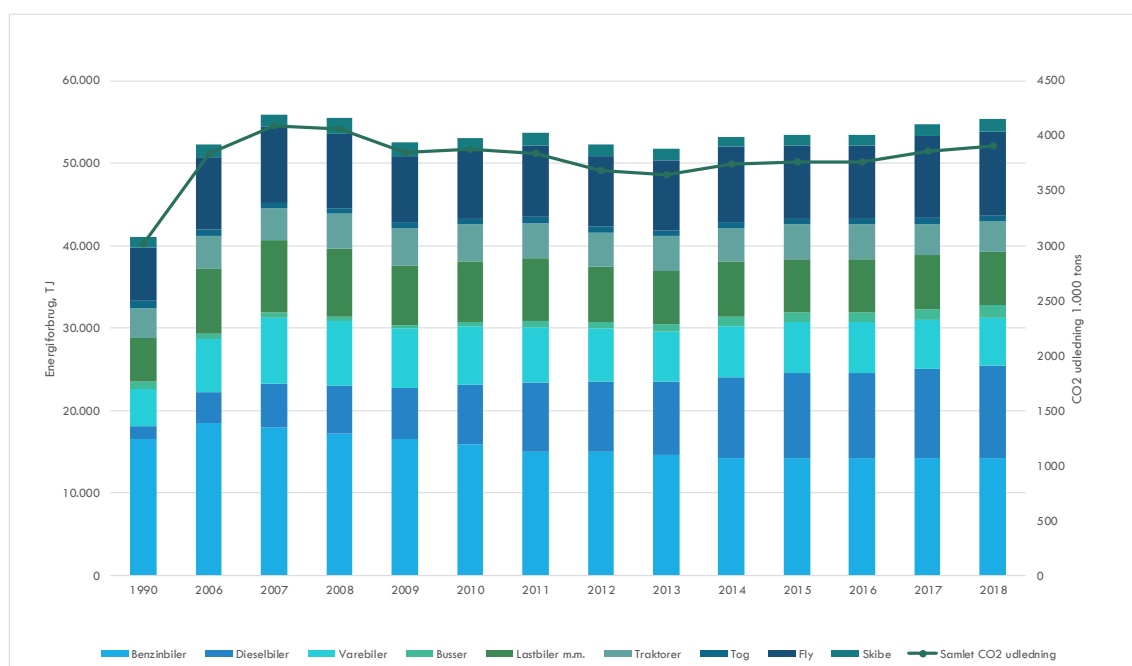
- Aarhus Kommune har udarbejdet lokal analyse af fremtidigt ladebehov og planlægger initiativer på området i forlængelse af sit arbejde med en strategisk energiplan for Aarhus Kommune
- Ringkøbing-Skjern har afsat 1 mio. kr. til flere ladere til elbiler.

4.1.5 Realiserbarhed og effekter ved realisering

Reduktion af klimagasser (CO₂-ækv.)

Siden 1990 er energiforbruget i Region Midtjylland i den samlede transportsektor steget fra ca. 41.000 TJ til ca. 55.000 TJ, hvilket svarer til en stigning på knap 26 %. Stort set hele brændselsforbruget hertil er fossil, hvorfor en stigning i energiforbrug, forøger udledningen af klimagasser. På den baggrund er udledningen af klimagasser i perioden 1990-2018 steget med ca. 900.000 tons CO₂ pr. år set over hele årrækken. Af bruttoenergiforbruget på ca. 55.000 TJ, i 2018, udgjorde privatbilismen ca. 25.500 TJ svarende til en CO₂ udledning på ca. 1,9 mio. tons CO₂ pr. år. Reduktionspotentialet for regionen for den samlede transport er 4 mio. tons CO₂ pr. år.

Fordelingen af bruttoenergiforbruget, samt udledningen af CO₂ fra 1990-2018 er illustreret i nedenstående Figur 34.



Figur 34 - Bruttoenergiforbrug i transportsektoren for Region Midtjylland, 1990-2018

Energistyrelsen har til brug for kommunernes arbejde med strategisk energiplanlægning opgivet en CO₂-emissionsfaktor for el på 124 ton/TJ for 2018. Bemærk, at emissionsfaktoren (residual-el) er højere end den emissionsfaktor, som fremgår af Energinet.dks årlige miljødeklarationer (gennemsnit).

Beregnings eksempel:

Antaget benzinforbrug for 1.000 biler: 24 TJ/år

Ved skift til elbil stiger elforbrug med: 8 TJ/år

Reduceret CO₂ udledning fra benzin: 73 ton/TJ x 24 TJ/år = 1.750 ton/år

CO₂ udledning fra elforbrug: 124 ton/TJ x 8 TJ/år = 990 ton/år

Bemærk, at i takt med at elforsyningen omstilles til grøn energi vil CO₂-emissionen for den forbrugte el falde. Det gælder særligt, når der kan sikres samtidighed mellem elforbrug og elproduktion fra solceller og vindmøller. Energistyrelsen forudser emissionsfaktor for el, der er tæt på nul i 2030.

Teknologisk modenhed

Elbiler er teknisk mere enkle end biler med forbrændingsmotor. Den teknologiske udfordring for elbiler er primært knyttet til elbilernes batterier, der er relativt store og tunge grundet den forholdsvis lave energitæthed.

Den batteriteknologi der i dag anvendes i elbiler, er litium-ion-batterier. Denne teknologi, som også kendes fra blandt andet mobiltelefoner og bærbare computere, har været kendt i omkring 25 år. Litium-ion-batteriernes kapacitet er løbende forbedret, så de kan lagre mere energi på mindre plads. Den mest afgørende faktor i forhold til elbiler er imidlertid, at masseproduktion har ført til meget markante prisfald. Prisen på litium-ion-batterier er således faldet fra omkring 8.900 kr./kWh i 2006 til omkring 1.300 kr./kWh i 2018. Energistyrelsen forventer i den seneste fremskrivning vedrørende transport, at prisen for batterier til elbiler vil ligge omkring 1.275 kr./kWh i 2020, 950 kr./kWh i 2025 og 750 kr./kWh i 2030.

Elbiler forventes at være konkurrencedygtige med benzin- og dieselmotorer når prisen på batterier er faldet til mellem 850 og 1.000 kr./kWh.

Økonomi for investor

En elbil er typisk dyrere i indkøb end en bil på benzin i samme segment. Forskellen er dog blevet mindre i de senere år. Til illustration koster VW Golf 245-343.000 kr., mens VW ID3 i samme segment koster 280-345.000 afhængig af batteristørrelse. Da driftsomkostningerne er lavere for en elbil end for en benzinbil, når FDM frem til nedenstående totalomkostninger for henholdsvis elbiler og benzinbiler.

Det koster det at køre en km i 2020

Ny bil ca. 100.000 kr.	Ny bil ca. 150.000 kr.	Ny bil ca. 200.000 kr.	Ny bil ca. 275.000 kr.	Ny bil ca. 350.000 kr.	Ny elbil ca. 300.000 kr.	Ny plugin- hybrid ca. 300.000 kr.
2,65 kr.	3,15 kr.	3,62 kr.	4,13 kr.	4,88 kr.	3,58 kr.	3,73 kr.

Tabel 2 - beløbene er baseret på 5 år og 100.000 km, FDM [Link](#)

Samfundsøkonomi

Omstilling til elbiler er forbundet med betydelige samfundsøkonomiske omkostninger. Klimarådet vurderer, at de samfundsøkonomiske omkostninger ved indfasning af 0,5-1 mio. elbiler i Danmark ligger i intervallet 700-1.100 kr./ton CO₂. Dette giver de karakteren medium i forhold til samfundsøkonomisk omkostning. [Link](#)

Afledt erhvervsudviklingspotentiale

Lokal erhvervsudvikling er næppe en stor driver på området, da bilerne produceres uden for landets grænser. Udvikling knytter sig derfor primært til etablering af ladeinfrastruktur, netudbygning, udvikling af fleksibel ladning mv.

Øvrige afledte effekter (miljø, socialt og økonomisk)

Reduceret udledning af NO_x'er og partikler i byerne er et væsentligt argument for skift til elbiler.

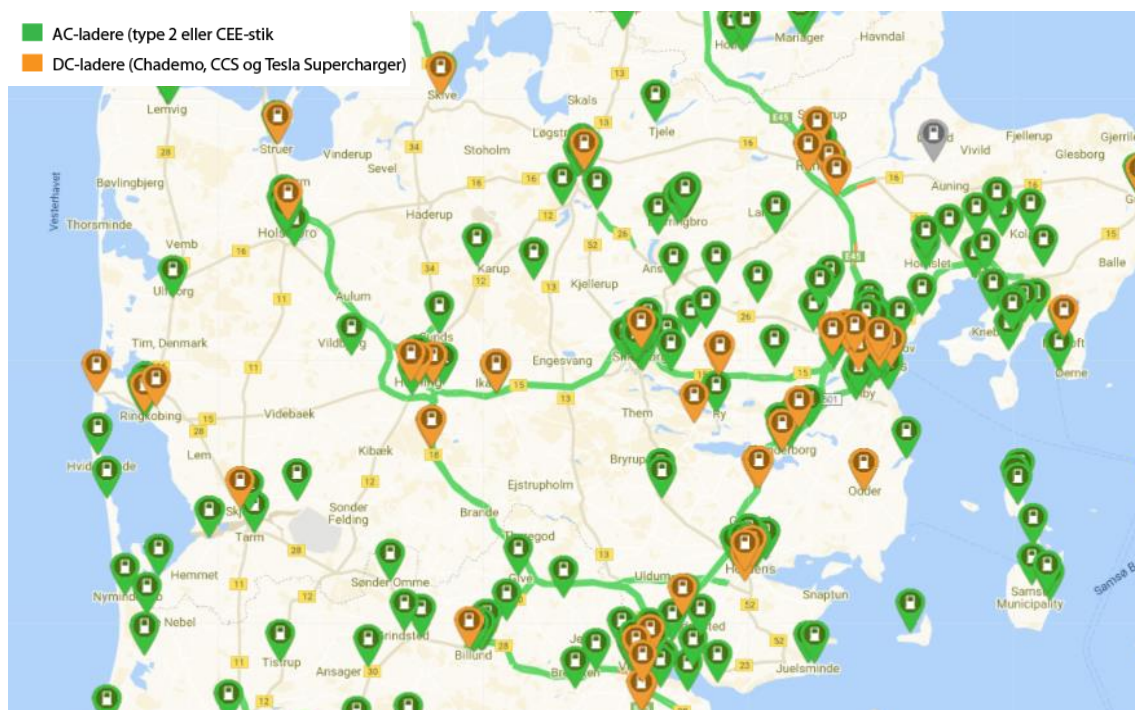
Der har været rejst tvivl om, hvorvidt der er tilstrækkelige mængder råstoffer og om der ligefrem kan blive mangel på råstoffer i forbindelse med fremstilling af litium-ion-batterier. Med de kendte litiumforekomster kan der, i følge Volkswagen, med den nuværende teknologi produceres batterier til mere end 1 mia. elbiler. Det tyske Öko-Institut eV har i 2019 påvist, at de kendte globale reserver af litium, er 16 mio. ton, kobolt 7,1 mio. ton og nikkel 74 mio. ton. Som følge heraf forventes der ingen mangel på disse råstoffer inden 2050. På sigt forventes en øget genanvendelse af batterier fra elbiler med en genanvendelse af ovennævnte metaller på op til 98 %. På kort sigt kan der imidlertid opstå midlertidige flaskehalse for enkelte råstoffer. Desuden kan udvinding af nogle af de anvendte råstoffer være forbundet med miljømæssige og sociale problemer, såsom dårlige arbejdsvilkår. Disse forhold er der imidlertid meget fokus på i branchen.

Risikovurdering og barrierer

En væsentlig barriere for udbredelse af elbiler har været rækkevidden, som har givet anledning til rækkeviddeangst, som er angsten for ikke at nå frem til bestemmelsesstedet i tide og angsten for ikke at kunne finde en passende ladestation. I takt med flere og hurtigere lademuligheder og ikke mindst større batterikapacitet i elbilerne og i det hele taget bedre kendskab til elbiler, forventes rækkeviddeangsten efterhånden at fortage sig. Allerede i dag har 10 ud af de 14 elbilmodeller, der for tiden er på det danske marked, batteripakker med en kapacitet på mellem 60 og 100 kWh, hvilket gør det muligt at køre mere end 300 km på en opladning.

Det er muligt at finde ladestander på tværs af kommunegrænser og udbydere af ladestander, som er offentligt tilgængelige. Der findes flere måder at gøre det på, en af dem er gennem platformen [PlugShare](#), som er et community-baseret værktøj, der giver overblik over ladestander på tværs af udbydere. PlugShare er forbruger drevet, og giver mulighed for at differentiere på blandt andet forskellige stik- og ladetyper. Udbydere som Clever A/S, E.ON og Tesla har deres egne apps, hvor det ligeledes er muligt at finde ladestander. I en række elbiler er det desuden muligt at finde ladestander i bilens navigationsanlæg.

Nedenstående kort, er et kort fra PlugShare som viser tilgængelige ladestander i Region Midtjylland



Figur 35 - Kort over ladestandere til elbiler i Region Midtjylland [PlugShare,2020]

Der er betydelig usikkerhed knyttet til udformningen af den fremtidig ladeinfrastruktur i særligt byområder, hvor der er svært at forestille sig adgang til hjemmeladning for alle borgere. Der knytter sig desuden usikkerheder til fremtidig udbredelse og standarder for bl.a. lynladning.

Sammenfattende vurdering

	God	Middel	Ringe
Reduktion af klimagasser og luftforurening	X		
Teknologisk modenhed		X	
Økonomi for investor		X	
Samfundsøkonomi		X	
Afledt erhvervsudviklingspotentiale			X
Øvrige afledte effekter		X	
Risikovurdering		X	

4.2 Alternativer til transport i bil

4.2.1 Status og perspektiver

Transport i egen bil står for langt hovedparten af persontransporten i Danmark og andelen af den samlede transport stiger med den generelle vækst i samfundet. Der er i dag ca. 2,7 mio. personbiler i Danmark, som Energistyren forventer stiger til ca. 3,3 mio. i 2030 jf. Basisfremskrivning 2019. Antallet af kørte kilometer i egen bil forventes at stige med ca. 2 % pr. år.

Væksten i personbiltransporten sker særligt på bekostning af mere energieffektiv transport med kollektiv transport, særligt i disse år hvor stadig flere familier har fået råd til også at anskaffe en bil nummer to.

Ifølge trafikforsker Harry Lahrmann fra Aalborg Universitet vil kollektiv transport altid tabe terræn til bilen, næsten uanset hvor meget det lykkes at forbedre den. Det er næsten aldrig hurtigere at bruge den kollektive transport end bilen, med mindre man kan arbejde undervejs.

”Det er håbløst. Den kollektive transport er bagud på point fra starten. Og det er jo grundlæggende, fordi helt nede i substansen skulle den give hver passager en privatchauffør, og det er jo dyrt. Der er bilen bare smartere,” siger Harry Lahrmann, som ikke ser anden løsning end at gøre bilejerskab dyrere. [Link](#)

Hertil skal lægges, at automatisering af private biler vil gøre kørsel i egen bil endnu mere attraktiv, da bilister særligt på de lange ture på motorvej får bedre mulighed for at udnytte tiden undervejs, som det i dag er muligt på længere togture.

I dag og i årene fremover forventes der dog markante trængselsudfordringer i og omkring landets største byer. Såfremt fremkommelighed og parkeringsmuligheder bliver tilstrækkeligt dårlige vil det fremme alternativerne, som vi allerede ser det i dag i hovedstadsområdet. Samme tendens kan gøre sig gældende i andre af landets større byer. Desuden kan roadpricing, forhøjede P-afgifter mv. rykke balancen til fordel for kollektiv transport.

Transport-, bygnings- og boligministeren nedsatte i juni 2017 ekspertgruppen Mobilitet for fremtiden, som i marts 2018 afrapporterede sin analyse af de mulige fremtidsperspektiver for mobiliteten og transportsystemet.

Nedenfor ses uddrag fra afrapporteringen fra ”Ekspertgruppen Mobilitet for fremtiden”, marts 2018.

I FREMTIDEN KAN VI FORVENTE STIGENDE TRAFIK OG MARKANT STØRRE TRÆNGSELSPROBLEMER, SOM IKKE LØSES AF AUTOMATISERINGEN. Øget velstand og befolkningsvækst vil øge transportefterspørgslen. Sammen med urbaniseringen vil det føre til markant mere trængsel, særligt i og omkring de største byer. Formentlig vil hverken delebiler eller automatisering af bilerne gøre problemerne mindre.

STOR UDBREDELSE AF FØRERLØSE PRIVATE BILER LIGGER FORMENTLIG LANGT UDE I FREMTIDEN, MEN DER ER STOR USIKKERHED OG MANGEL PÅ KONSSENSUS OM TIDSPERSPEKTIVET.

Selvstyrende egenskaber er på vej på markedet. Men de vil formentlig tidligst være udbredt svarende til cirka halvdelen af kørslen omkring 2030-2035. Førerløs kørsel i private biler kræver et automatiseringsniveau, der næppe introduceres før 2030. Førerløse biler vil derfor formentlig først stå for halvdelen af kørslen omkring 2040-2045 og måske først langt senere.

DELEBILSKONCEPTER ØGER MOBILITETEN FOR BYBOERE, SOM ELLERS IKKE VILLE HAVE BIL.

Disse brugere vil øge biltrafikken, mens de brugere, der fravælger egen bil, vil køre mindre. Den samlede effekt på trafikken kan således gå begge veje. Øget udbredelse af delebiler vil derfor ikke nødvendigvis reducere trængslen i byerne.

HØJKLASSET KOLLEKTIV TRANSPORT OG CYKEL VIL I FREMTIDEN VÆRE ENDNU VIGTIGERE FOR MOBILITETEN I BYERNE, fordi trafik, trængsel og presset på byernes arealer generelt forventes at stige væsentligt. Specielt i Hovedstaden kan skinnebåren trafik i kraft af høj kapacitet og stor fremkommelighed aflaste vejnettet. Men automatisering vil styrke BRT (Bus Rapid Transit) som alternativ til flere letbaner i de største byer og deres ringbyer.

FØRERLØSE TAXAER OG DELEKONCEPTER KAN BLIVE ET REELT ALTERNATIV TIL PRIVAT BIL I DE STØRSTE BYER. Smartphone baserede efterspørgselsbestemte (on-demand) forretningsmodeller vil muligvis kunne realiseres før førerløse privatbiler, da toneangivende virksomheder hævder at ville tilbyde dem i nogle amerikanske byer i løbet af få år. Sådanne koncepter vil forbedre mobiliteten for brugerne, men vil ikke i sig selv begrænse trafikken og trængslen i byerne; nok snarere tværtimod.

MOBILITY-AS-A-SERVICE (MaaS) ER ENDNU PÅ UDVIKLINGSSTADIET, MEN FULDT UDFOLDT ER DET ET ABONNEMENT PÅ TVÆRS AF ALLE TRANSPORT-FORMER. Udfordringen for udvikling af MaaS løsninger er først og fremmest at skabe et organisatorisk og økonomisk set-up, der er attraktivt for alle interessenter, dvs. brugerne, de kollektive trafikselskaber, private udbydere samt ikke mindst for MaaS- operatøren.

BILER, DER KAN KØRE FØRERLØST DØR-TIL-DØR, VIL PÅ LANG SIGT KUNNE REVOLUTIONERE TRANSPORTSEKTOREN. Mobilitetsmulighederne vil generelt blive forøget, men i særlig grad for nye brugergrupper uden kørekort, som får mulighed for at benytte bil på egen hånd, for eksempel børn og unge. Det vil mindske behovet for lokal kollektiv transport, og begrundelsen for kollektiv transport som en offentlig serviceforpligtelse vil blive svækket. Fordelene vil formentlig være størst i de mindre byer og landområder.

4.2.2 *Eksempler på lokale handlinger*

- Planlægge for forringet fremkommelighed f.eks. via ensretning, gågader og få og dyre parkeringsmuligheder for biler i områder med trængselsudfordringer.
- Forbedret serviceniveau for kollektiv transport i større byer.
- Kampagner for cykling og etablering af flere og bedre cykelstier, herunder etablering af super cykelstier.
- Introducere systematiske hjemmearbejdsdage. Coronakrisen har vist, at der kan opnås effektiviseringer ved at lade folk arbejde hjemme på faste ugedage.
- MaaS(Mobility as a service) tiltag, herunder togbillet + elbil/elcykel/cykel klar ved stationen med DSB.
- Promovering af kollektiv transport, herunder tog og busser.

4.2.3 *Centrale aktører for indsatsen*

- Kommuner
- Trafikselskaber
- Trafikforskere
- Folketinget

4.2.4 *Eksempelkommuner*

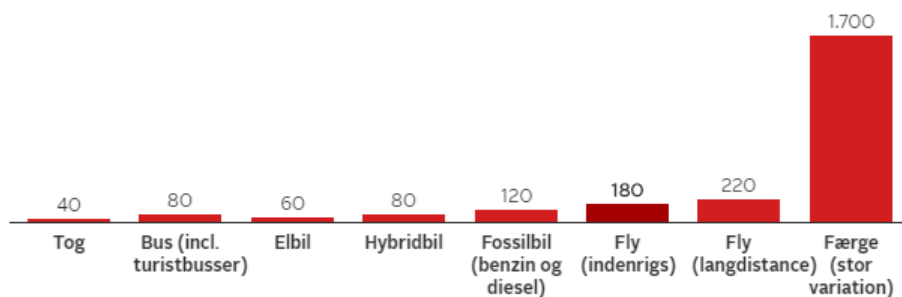
Eksempler på kommuner, der har gjort en særlig indsats ift. fremme af cyklisme:

- Aarhus cykelhandlingsplan [Link](#)
- Randers cykelby [Link](#)
- Aalborg cykelby [Link](#)
- Holstebro, Silkeborg og Skive kommune CO₂-neutrale busser i Midttrafik [Link](#)
- Herning og Aarhus kommune brint- og elbusser [Link](#)

4.2.5 Realiserbarhed og effekter ved realisering

Reduktion af klimagasser (CO₂-ækv.)

Potentialet for CO₂-reduktioner fra personbilstransport er primært knyttet til introduktion af el-biler og i mindre grad til at flytte transport fra bil til andre transportformer. [Link](#)



Figur 36 - CO₂ pr. personkilometer (Kilde: Concito)

Tiltaget bæres derfor primært frem af trængselshensyn og det er netop i byerne med høj belægningsgrad, at klimagevinsten ved et skift til kollektiv transport er størst.

Teknologisk modenhed

Byplanlægningsprincipperne for at mindske biltrafik og fremme alternative transportformer er generelt velkendte. Dog er der behov for udvikling specielt ift. roadpricing, Mobility-as-a-service (MaaS) og på sigt førerløse taxaer/biler.

Økonomi for investor

Kan kollektiv transport træde i stedet for indkøb af en bil, vil det som oftest være den billigste transportform. Er bilen købt er det billigst af bruge den.

I forbindelse med klimaplan 2020 er der afsat en pulje på 100 mio. kr. til fremme af cyklisme og en pulje på 50 mio. kr., hvor kommunerne mod en medfinansiering på 50 pct. kan søge midler til cykelprojekter. Ligeledes er der afsat 75 mio. kr. til at accelerere omstillingen til grønne busser.

Samfundsøkonomi

Trængsel har store samfundsøkonomiske omkostninger i form af faldende produktivitet i samfundet generelt. Særligt i de større byer giver det derfor samfundsøkonomisk mening at arbejde med udbygning af alternativer til transport i bil, mens udbygningen af den kollektive transport i landområder og mindre byer primært er båret af sociale hensyn (unge, ældre og handicappede).

Dansk industri vurderer, at de samfundsøkonomiske omkostninger ved forsinkelser i vejtrafikken i 2019 beløber sig til 25-27 mia., mens forsinkelser i den kollektive transport koster mindst 4,5 mia. [Link](#)

Afledt erhvervsudviklingspotentiale

Fremkommelighed er afgørende for mange virksomheders konkurrenceevne.

Øvrige afledte effekter (miljø, socialt og økonomisk)

Særligt bymiljøet forbedres ved skift til andre transportformer end bil. Gode forhold for kollektiv transport og cyklisme gavner særligt unge, ældre og svage borgere. Særligt parkering optager meget plads i byrummet.

Risikovurdering og barrierer

Det kan være svært at påvise en klimagevinst ved tiltag på området og driveren bør derfor være reduceret trængsel og forbedret bymiljø.

Sammenfattende vurdering

	God	Middel	Ringe
Reduktion af klimagasser		X	
Teknologisk modenhed		X	
Økonomi for investor		X	
Samfundsøkonomi		X	
Afledt erhvervsudviklingspotentiale			X
Øvrige afledte effekter		X	
Risikovurdering		X	

5 Landbrug og arealanvendelse

Virkemiddelkatalogets første 4 kapitler tager udgangspunkt i energisektorens brændselsforbrug, og nogle af de handlemuligheder kommunerne og regionen har inden for de afgrænsede temaer. I flere af afsnittene, er energiregnskaberne ligeledes benyttet som referencepunkt.

I kapitel 5 flyttes fokus væk fra forbruget af brændsler, henimod de muligheder der findes i kommunerne og regionen ift. at reducere udledningen fra landbrugsdriften og arealanvendelsen. Kapitel 5 har modsat de andre kapitler sit udgangspunkt i klimaregnskaberne.

Kapitlet 5 indleder med reduktionsmulighederne for biogasbehandling af biomasse fra landbruget i et kombineret energi- og landbrugsperspektiv. Biogasbehandling medfører reduktion af drivhusgasser i landbruget, men den største effekt opnås ved udnyttelsen til energiformål, hvor biogassen fortrænger et fossilt brændsel.

5.1 Mere biogas og bedre staldsystemer

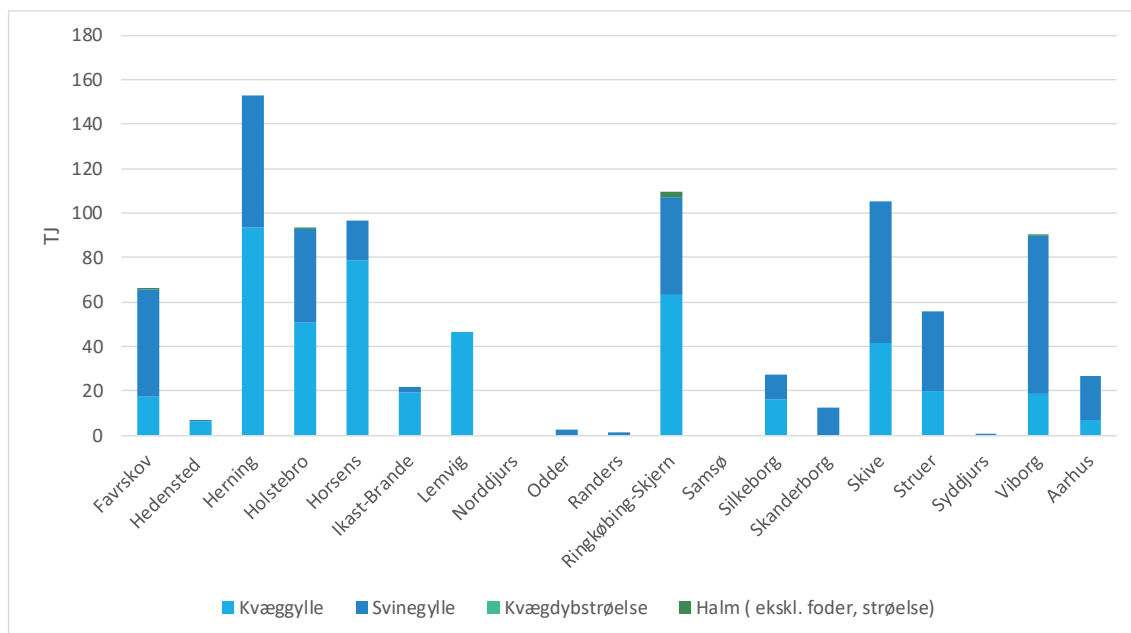
5.1.1 Status og perspektiver

Der rettes i dag og i de kommende år fokus på, at biogas udnyttes til opgradering frem for kraftvarme. Skiftet skyldes, at kontinuerlig elproduktion fra en biogasmotor passer dårligt ind i et elsystem med meget vindkraft. Biogas, der er lagret i gasnettet, kan til gengæld gemmes til elproduktion, når der ikke er energiproduktion fra vejrafhængige energikilder som vind og sol. Lagret biogas kan også udnyttes til industrielle formål og til transport.

Inden for landbrugssektoren bevirker udnyttelse af gylle en reduktion i husdyrholdets metanudledning.

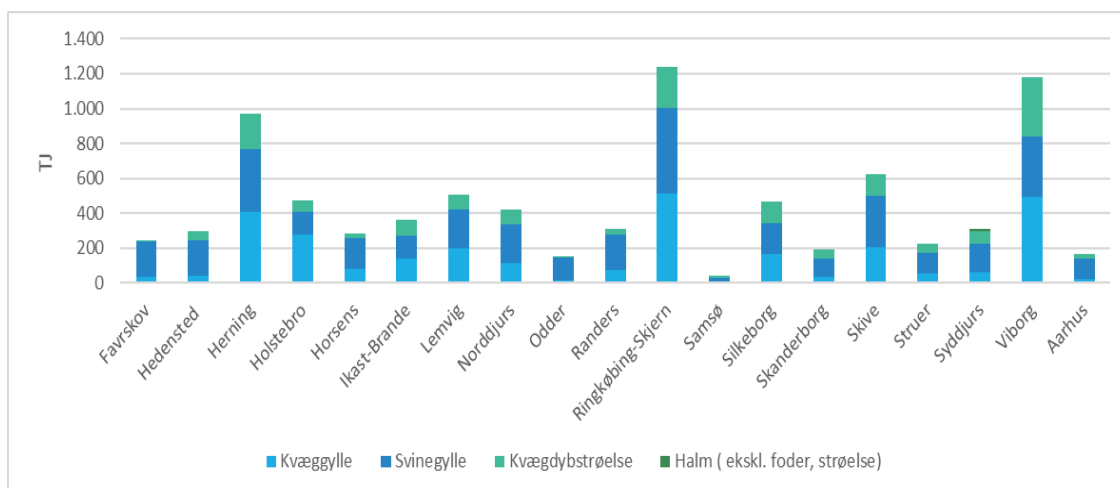
Nedenstående figur viser energipotentialet i den faktiske leverance i 2018 til biogas fra landbrug i en kommune. Figuren vedrører biomasserne kvæg- og svinegylle, samt dybstrøelse og halm. Den øverste mørkeblå del af søjlen viser potentialet for biogas i den faktiske leverance i 2018,

samt det yderligere potentiale, der kan opnås, hvis gyllen køles og har reduceret opholdstid i stalden.



Figur 37 – Samlet energipotentiale i faktisk leverance af biomasse til biogas i Region Midtjylland i 2018 i TJ

I Region Midtjylland som helhed udnyttes i dag 18% af kvæggyllen, 12 % af svinegyllen og 7 % af dybstrøelsen til biogasproduktion. Der ligger med andre ord et stort energipotentiale i at øge udnyttelsesgraden alene for disse biomasser. Nedenfor vises den teoretiske beregning af energipotentialet ved 100% udnyttelse af biomasserne.



Figur 38 - Energipotentiale i biomasse til biogas ved 45 dages opholdstid, 100% udnyttelse af ressourcen

En række andre typer biomasse indgår eller kan indgå i biogasproduktionen. En samlet oversigt over hvilke typer biomasse, der i dag anvendes i Danmark og i hver af kommunerne, fremgår af bilag 2a til klimaregnskabet.

5.1.2 Eksempler på lokale handlinger

Handlingsplan for øget biogasproduktion

Der kan med fordel udvikles en strategiplan for øget biogasproduktion i samarbejde med lokale biogasproducenter. Strategiplanen kan bl.a. forholde sig til:

- De uudnyttede gylleressourcer og planteaffaldsressourcer i kommunen og i nabokommuner.
- Scenarier for udvidelser af eksisterende biogasanlæg og evt. etablering af nye anlæg under hensyn til kommende støtteordninger jf. Energiaftalen. Herunder fremtidig afsætning af den producerede biogas.
- Muligheder for at øge produktionen af grøn gas med op til 50 % via brintopgradering ifm. udfasning biogas til kraftvarmeproduktion.
- Mulighed for at kombinere biogasanlæg med bioraffinering og produktion af bl.a. protein til foderstoffer.
- Barrierer og muligheder for udnyttelse af potentialer:
 - Håndtering af overskydende fosfor enten lokalt (f.eks. vedvarende græs) eller via eksport til Østdanmark
 - Konkurrence via udbudspuljer til traditionel- og økologisk biogasproduktion
 - Arlas ideer om klimaafregning til mælkeproducenter

Krav til forsuring og hyppig udslusning i miljøgodkendelser for husdyrbrug

- Kommunerne kan i miljøgodkendelser stille krav om forsuring
- Der stilles pt. ikke krav i relation til hurtig udslusning, da kontrol er vanskelig. Virkemidlet kan dog blive relevant, hvis hurtig udslusning kombineres med gyllekummer, der giver mulighed for at logge data på udslusning.

5.1.3 Centrale aktører for indsatsen

- Kommunen
- Landbruget og dets virksomheder (Arla Gården, foderstofbranchen mf.)
- EVIDA (gasdistribution)
- Energinet.dk

5.1.4 Eksempelkommuner og regioner

Eksempler på kommuner, der har gjort en særlig indsats for at fremme biogas:

- Solrød Kommune: Har selv planlagt og opført Solrød Biogas i en af landets mindste kommuner med få husdyrproducenter.
- Skive Kommune: Har været aktivt i etablering af nye biogasanlæg og GreenLab Skive. Størstedelen af gyllen i området afgasses i dag.
- Ringkøbing Skjern: Har lavet meget forberedende planlægning og forundersøgelser og banet vejen for bl.a. Videbæk biogas.
- Sønderjylland (Esbjerg, Vejen og Haderslev): Flere store anlæg.
- Fyn: Større udbygning i gang. Forundersøgelser udarbejdet i regi af Energiplan Fyn.
- Nordjylland: Har bidraget med mange gårdbiogasanlæg og Grøngas Vrå.
- Region Nordjylland og – Midtjylland: Perspektivplaner for biogasudbygning

5.1.5 Realiserbarhed og effekter ved realisering

Reduktion af klimagasser (CO₂-ækv.)

Eksempelberegning for reducerede metan-udledning ved biogas

Biogas erstatter fossile brændsler og reducerer dermed CO₂-udledningen. I tillæg hertil er der en positiv klimaeffekt ved mindre tab af metan i landbruget samt en negativ effekt fra tab af

metan på biogasanlægget. I nedenstående tabel længst til højre er den samlede klimaeffekt for nye biogasanlæg illustreret med en antaget nettoreduktion på 16 kg CO₂-ækv. pr. GJ produceret metan. I midten af tabellen ses reduktion fra fortrængt naturgas.

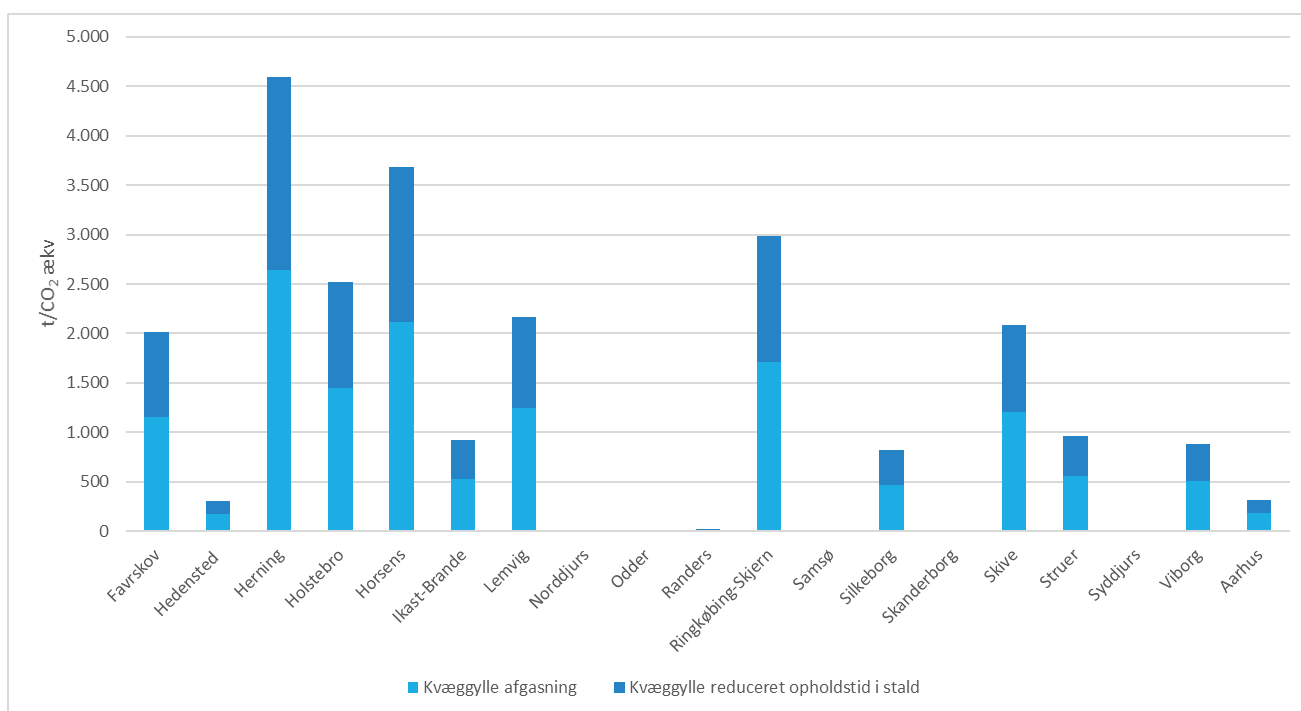
	Metanproduktion (GJ/år)	Reduktion fra for- trængt naturgas (ton CO ₂ -ækv.)	Reduceret metantab (ton CO ₂ -ækv.) *)
Mindre biogasanlæg	154.370	8.799	2.470
Mellemstort biogasanlæg	463.110	26.397	7.410
Stort biogasanlæg	926.220	52.795	14.820

Tabel 3 - *) Nettoreduktion: Reduceret tab af metan i landbruget fratrukket udledning af metan fra biogasanlæg. Forudsat reduktion på 16 kg CO₂-ækv. pr. GJ.

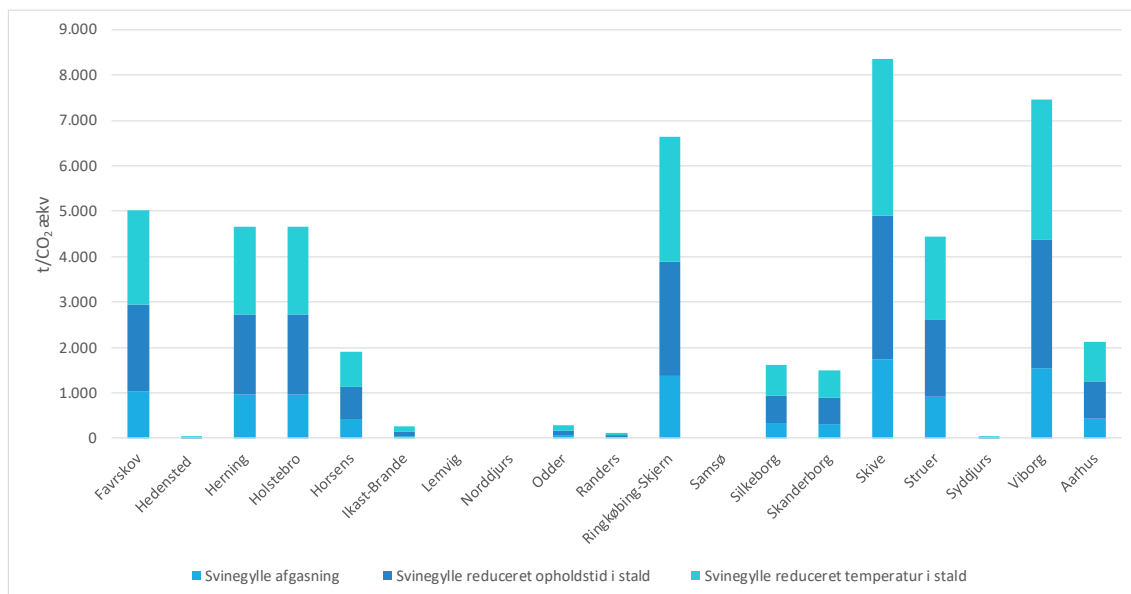
Der er betydelig variation på både metanreduktion i landbruget og på udledning af metan på biogasanlæg. En nettoreduktion på 16 kg CO₂-ækv. /GJ kræver lav udledning af metan fra biogasanlægget, samt at der optimeres på håndtering og opholdstid for husdyrgødningen jf. nedenstående afsnit om "Reduceret metantab fra landbrug" og "Tab af metan fra biogasanlæg og opgradering".

Reduceret metantab fra landbrug

Fuld udnyttelse af potentialet for reduktion af metantab fra landbruget via biogas forudsætter, at der arbejdes aktivt med gyllekøling og hurtigere udslusning af gyllen fra gårdene. I Figur 39 og Figur 40 vises den faktiske metanreduktion for kvæg og svinegylle baseret på landbrugets leverancer til biogasanlæg, samt den reduktion, der kan opnås med gyllekøling og hurtigere udslusning.



Figur 39 - Faktisk reduktion af CO₂-ækv. ved leverance af kvæggylle til biogas i 2018 og potentiel reduktion ved reduceret opholdstid i stald



Figur 40 - Faktisk reduktion i CO₂-ækv. ved leverance af svinegylle til biogas i 2018 og reduktionspotential ved gyllekøling og hurtig udsugning

Beregningen er baseret på oplysninger i analysen "Biogasproduktions konsekvenser for drivhusgasudledning i landbruget (DCE, 2016)".¹

Tab af metan fra biogasanlæg og opgradering

Biogasbranchen arbejder aktivt med et mål om, at tabet af metan fra biogasanlæg ikke overstiger 1 %. Det antages, at dette mål indfries, da der er flere initiativer på vej, der understøtter målet. Der gennemføres i øjeblikket en ordning, hvor der måles på metantab på op til 170 biogasanlæg. Et metantab på 1% giver anledning til en udledning på: 4,5 kg CO₂-ækv./GJ.

Teknologisk modenhed

Biogasanlæg består af velkendt teknologi, der er udviklet og forfinet gennem en årrække. Det er dog forventningen, at der kan opnås betydelige reduktioner i prisen for den producerede gas over tid.

I EUDP-projektet: "Energi- og omkostningsoptimering af bionaturgasproduktion", som afsluttes oktober 2020 undersøges muligheder for optimering i alle led fra biomassen hentes hos landmanden til bionaturgassen injiceres i naturgasledningen. Konkret undersøges optimeringspotentialer ift.:

- indhentning af gylle hos landmanden, pumpeledninger til gylle, højere tørstof mm.
- forbehandling af biomasse og teknisk udstyr dertil, optimering af biomasseplaner, energiforbrug til varme og el på anlægget.
- muligheder for effektivisering på svovlrensning, opgraderingsanlæg, net-injektion mm.

Økonomi for investor

Med Energiaftalen lægges der op til, at fremtidige biogasanlæg skal konkurrere om en støttepulje på samme måde, som det i dag sker for nye vindmølle- og solcelleprojekter. Det vil betyde, at de anlæg der kan producere gas til den laveste pris, får støtten fremover. Konkret må man forvente, at den billigste gas kan produceres ved at udvide de eksisterende anlæg eller ved at

¹ Ved videre analyse af biogasscenarier i Region Midtjylland bør i muligt omfang benyttes den netop publicerede rapport "Bæredygtig biogas – Klima og miljøeffekter ved biogasproduktion" DCE rapport nr. 175, 2020

etablere anlæg i områder, hvor der er høj husdyrtæthed og hvor der ikke i forvejen er konkurrerende biogasanlæg. Nærhed til gasdistributionsnettet bliver en anden central parameter, da nye støtteregler vil fremme biogas til opgradering og afsætning til naturgasnettet frem for afsætning til kraftvarmeproduktion. Eksisterende anlæg, der afsætter til kraftvarme, vil dog kunne beholde den nuværende støtte frem til 2032 eller i 20 år fra etableringsåret.

Samfundsøkonomi

Gyllekøling, forsuring af gylle og hurtigere udslusning af gyllen hører jf. Klimarådet til blandt nogle af de billigste måder at reducere udledningen drivhusgasser på.

Målt på omkostninger pr. produceret energienhed er biogas en dyr energiteknologi. Derfor skal den begrænsede og dyre biogasproduktion prioriteres til industrielle processer, produktion af transportbrændstoffer eller spidslast elproduktion. El- og fjernvarmeproduktion baseret på biogas vil i de kommende år blive udfaseret til fordel for billigere alternativer.

Afledt erhvervsudviklingspotentiale

Biogasanlæg giver i driftsfasen anledning til varig lokal beskæftigelse til primært ansatte på biogasanlægget og for lokale vognmænd. Hertil kommer beskæftigelse knyttet til indsamling af halm og anden biomasse.

I tillæg hertil skal det nævnes, at der er gode muligheder for afledt erhvervsudvikling nær større biogasanlæg. Netop dette udnyttes i GreenLab Skive, hvor kernen i en større erhvervs-park netop er et biogasanlæg.

Øvrige afledte effekter (miljø, socialt og økonomisk)

Biogasproduktion giver foruden energiproduktionen en række positive afledte effekter for miljø, klima og jordbrug. Landbrugets udledning af metan og lattergas mindskes, tab af næringsstoffer til det omgivende miljø reduceres, næringsstoffer recirkuleres og landmandens udbytte ved dyrkning af jorden forbedres.

Rentabel drift på danske biogasanlæg forudsætter i dag tilførsel af organisk industriaffald for at opnå tilstrækkelig gasproduktion. Allerede i dag står vi i en situation, hvor der er mangel på organisk affald til biogas, og hvor anlæggene er i intern konkurrence om det bedste affald. Til-sætning af energiafgrøder til biogasanlæg er en overgangsløsning. I 2018 må energiafgrøder maksimalt udgøre 12 % af den forgassede biomasse. I 2021 strammes kravene yderligere.

Fuld udnyttelse af potentialet for biogasproduktion forudsætter derfor, at vi frembringer store mængder af andre typer af biomasse med et højt energiindhold, der kan bioforgasses med gylle i fremtidens biogasanlæg. Mest oplagt er det at udnytte overskudshalm i anlæggene, hvilket der også arbejdes på flere steder. Andre metoder omfatter samensilering af roetoppe og frøgræsaffald.

Fødevarer- og landbrugspakken, omfatter en ændret fosforregulering. Med fosforreguleringen er der fastsat regler om, hvor meget fosfor der må udbringes pr. hektar. Reguleringen giver udfordringer med afsætning af afgasset biomasse fra biogasanlæg i områder med høj husdyrtæthed.

Et regionalt fosforoverskud kan f.eks. løses ved separering af den afgassede biomasse på biogasanlæggene. Landbrug & Fødevarer, Foreningen Biogasbranchen og SEGES har kortlagt problemstillingen i rapporten "*Fosforregulering - er biogasanlæg en løsning eller en udfordring?*" fra juni 2019.

Risikovurdering og barrierer

Udviklingen på biogasområdet er helt afhængig af betydelige tilskud og dermed også sårbar overfor skift i den politiske vilje til at støtte området.

Sammenfattende vurdering

	God	Middel	Ringe
Reduktion af klimagasser	X		
Teknologisk modenhed		X	
Økonomi for investor		X	
Samfundsøkonomi	X ₁		X ₂
Afledt erhvervsudviklingspotentiale	X		
Øvrige afledte effekter	X		
Risikovurdering			X

X₁: Staldanlæg: Gyllekøling, forsuring af gylle og hurtigere udslusning

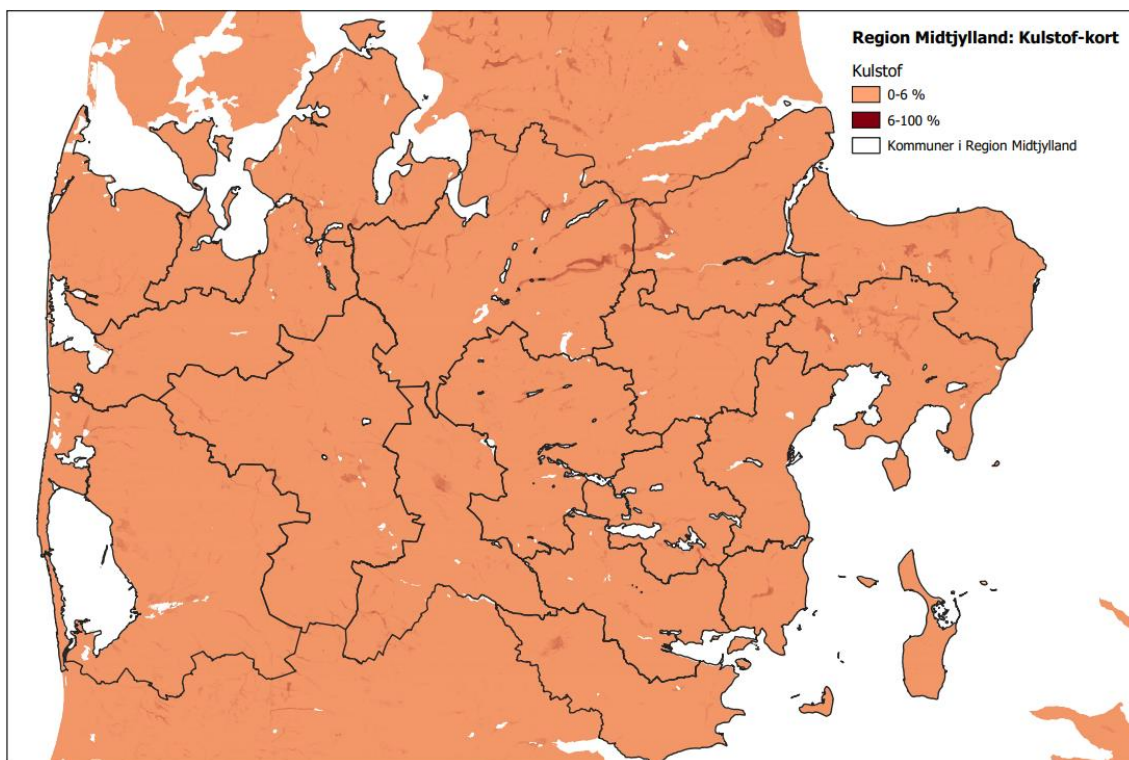
X₂: Selve biogasanlægget. Kan dog med fordel knyttes sammen med tiltag i X₁ for øget gasudbytte fra afgasset gylle.

5.2 Udtagning af kulstofrig landbrugsjord

5.2.1 Status og perspektiver

Der er ca. 171.000 ha kulstofrige jorde i Danmark på lavbundsarealer og størsteparten af jordene er beliggende i Jylland. I Region Midtjylland er der knap 54.000 ha kulstofrig, dyrket landbrugsjord og knap 11.000 ha kulstofrige, vedvarende græsarealer. Arealerne har tidligere ligget under vand, og de iltfattige forhold har forhindret, at døde planter rådne bort. I stedet er døde planter blevet ophobet som kulstofrig tørv. Når jorderne er drænet og dyrket, kommer ilten fra luften i kontakt med tørv, der rådner og frigiver drivhusgasser. Denne proces bremses, og udledningerne reduceres, hvis arealerne igen oversvømmes.

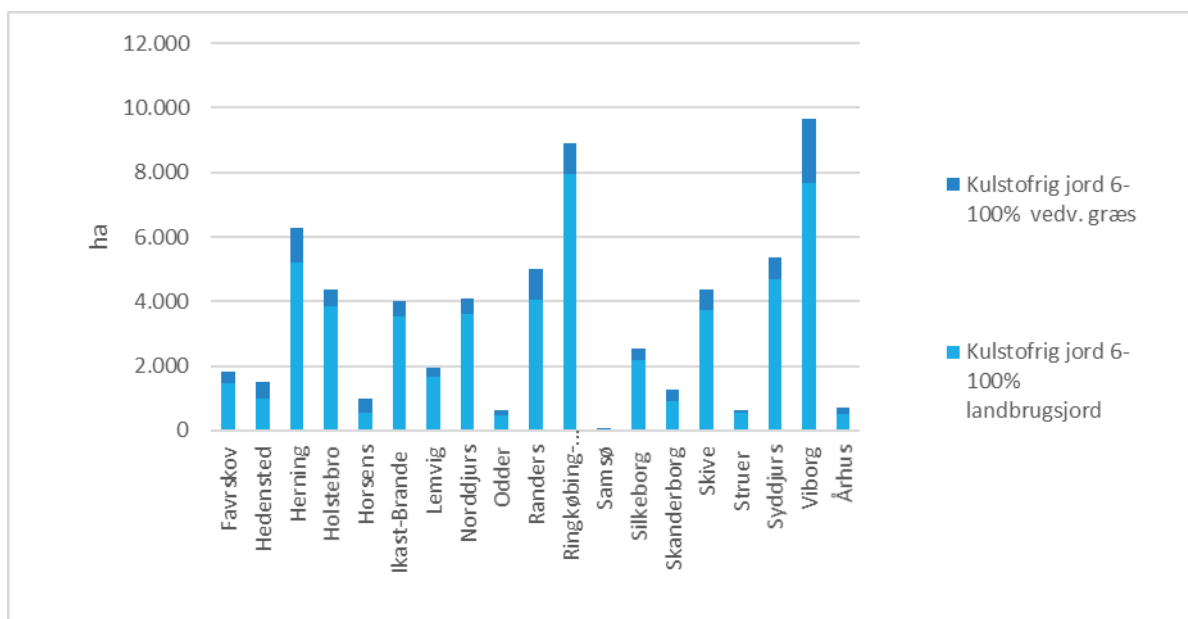
Figur 41 er en kortillustration over de kulstofrige jordes placering i Region Midtjylland. Kategorien 6-100% er kulstofrig jord med et indhold af 6-100% organisk kulstof.



Figur 41 - Kulstofrige jorde i Region Midtjylland. Baseret på Adhikari, K. (2013): "Mapping Soil Texture in Denmark"

Ca. halvdelen af de kulstofrige jorde ligger spredt i ådale og har lav dyrkningsmæssig værdi. Den anden halvdel ligger i sammenhængende flader og har høj dyrkningsværdi. Flader med høj dyrkningsværdi er f.eks. højmoser som Vildmosen i Nordjylland. Aarhus Universitet vurderer, at det i praksis er relevant at udtage ca. halvdelen af de 171.000 ha kulstofrige arealer. I vurderingen indgår en række faktorer varierende fra samfundsøkonomi, risiko for fosforudvaskning, og til at arealerne allerede har en relativ høj middelvandstand eller er tilplantet med skov, hvorfor klimaeffekten vil være begrænset. Andre aktører, herunder landbruget, har vurderet at en større andel af jordene kan udtages af drift.

Figur 42 viser antallet af ha med kulstofrig landbrugsjord og kulstofrige vedvarende græsarealer i kommunerne i Region Midtjylland



Figur 42 - Kulstofrig landbrugsjord og vedvarende græs i kommuner i Region Midtjylland (ha)

Med hensyn til tiltag for de kulstofrige jorde, opnås den største isolerede klimaeffekt ved at klippe et evt. dræn og genoversvømme de kulstofrige arealer. Afhængigt af lokale forhold kan det dog også være relevant at omlægge et lavbundsareal med kornafgrøde til græsafrøde eller til vedvarende græs, og dernæst høste afgrøden til bioraffinering eller græsset til energiformål.

5.2.2 Eksempler på lokale handlinger

- Omlægning af kulstofrig landbrugsjord og vedvarende græs til genoversvømmet areal med ophør af dræning.
- Omlægning af kulstofrig landbrugsjord med kornafgrøde til græsafrøde eller vedvarende græs med forsat dræning.

5.2.3 Centrale aktører for indsatsen

- Kommunen eller Naturstyrelsen, der kan ansøge om gennemførsel af lavbundsprojekter.
- Landmænd og andre private lodsejere, som ejer lavbundsjord.
- Staten. Indtil 2022 er der afsat godt 600 mio. kr. ud af samlet 2 mia. kr. inden 2029 til omlægning af landbrugsjord til klimagavnlig natur (vådområder). Pengene er afsat til Miljøstyrelsen og Naturstyrelsen. Landbrugsstyrelsen gennemfører multifunktionel jordfordeling efter ansøgning fra kommuner og Naturstyrelsen på 6-7000 ha. i Danmark.
- Lodsejere, som kan indgå i jordfordelingsprojekter og opnå compensation eller beholde arealet og opnå fastholdelsestilskud.
- Kommuner og private fonde, som ejer jord, der kan indgå i jordfordeling, eller som kan opkøbe lavbundsjord.

5.2.4 Eksempelkommuner

Mange kommuner landet over arbejder aktivt med udtagning af lavbundsjord, herunder med henblik på at forbedre forhold for dyr og planter. Der foregår aktuelt følgende projekter i

kommuner i Region Midtjylland med tilskud fra landdistriktpuljen eller puljen for multifunktionel jordfordeling:

- Favrskov: Galten Enge
- Herning: Fuglkær Å Naturprojekt
- Lemvig: Strande Enge; Damhus Å
- Silkeborg: Stenholt Mose, Levring Bæk
- Syddjurs: Karlby Enge, Termestrup Enge
- Viborg: Heltzen pumpelag som også indgår et større projekt vedr. Nørreådalene ved Ørum, Skals Å-dalen ved Hærup Sø

5.2.5 Klimaeffekt og sandsynlighed for realisering af handlinger

Reduktion af klimagasser

Udtagning af kulstofrig landbrugsjord med ophør af dræning og gødskning

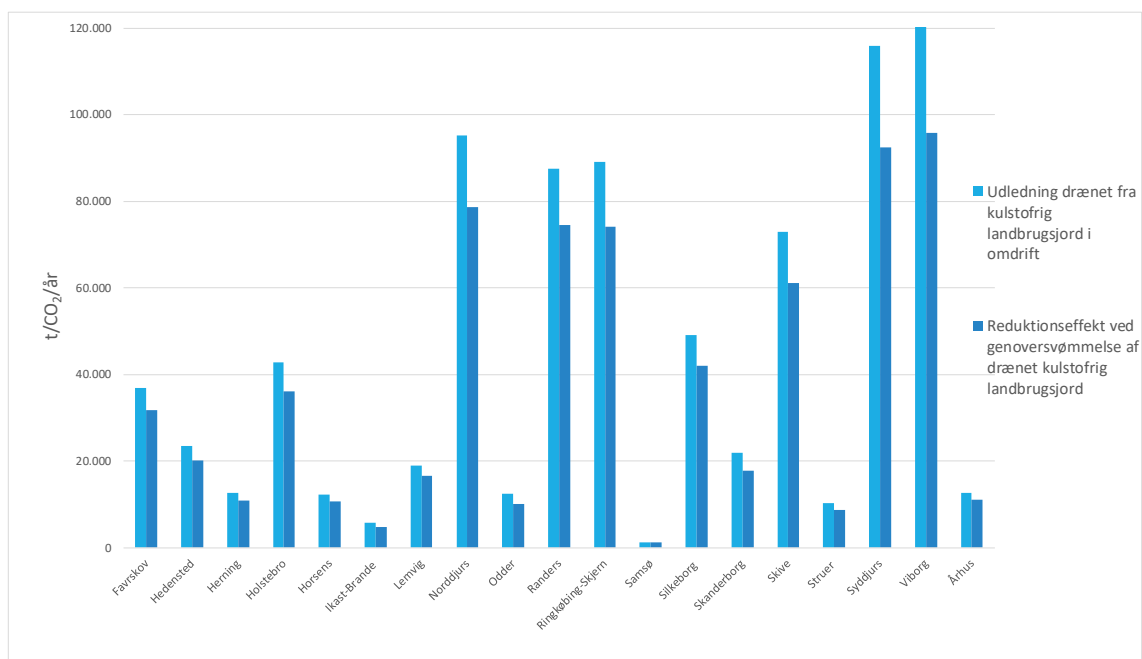
Reduktionen i udledningen af drivhusgasser ved etablering af vådområder mv. på almindelig mineraljord er meget lille (ca. 0,4-0,6 ton- CO₂ ækv./ha). Som vist nedenfor, kan der til gengæld opnås betydelig klimaeffekt ved at klippe drænet i kulstofrige lavbundsjord og lade arealet genoversvømme.

Effekterne er meget afhængige af dybden på vandspejlet og af kulstofindholdet i jorden. I det nationale og kommunale klimaregnskab arbejdes med to kategorier for kulstofprocent i jorden, nemlig 6-12% og 12-100 %. Der differentieres i klimaregnskabet ikke mellem forskellige dybder i vandspejlet. Derfor skal der ved konkrete projekter altid foretages en lokal bedømmelse².

Den samlede udledning fra i alt godt 26.000 ha drænet, kulstofrig landbrugsjord i Region Midtjylland er på 800.000 ton CO₂ ækvivalenter pr. år. Hvis alle disse ha genoversvømmes vil reduktionseffekten være på knap 700.000 ton CO₂ ækvivalenter pr. år. Det svarer til et gennemsnit på godt 26 tons pr ha. pr år (Beregninger pba. klimaregnskabet)³. I Figuren nedenfor ses den nuværende udledning og reduktionspotentialet ved vådlægning af drænet, kulstofrig landbrugsjord fordelt på kommunerne i regionen.

² Bemærk også, at der er relativt store forskelle i de effekter, der er beregnet med baggrund i klimaregnskabet og beregninger foretaget af Aarhus Universitet i andre publikationer. Det gælder også indbyrdes mellem universitetets publikationer. Forskellene skyldes dels forskellige forudsætninger vedr. vandspejl og kulstofindhold, men samtidig er forskningsfeltet endnu under udvikling.

³ Lattergas fra afgrøder på arealet er ikke medtaget. Dog er lattergasudledning fra selve landbrugsjorden medtaget. Kulstofrig landbrugsjord, hvor der ikke er viden om drænen er ikke medtaget i beregningen. I visse kommuner er det en betydelig del af landbrugsjorden, hvor der ikke er viden om drænen.



Figur 43 - Udledning af CO₂ fra drænet kulstofrig landbrugsjord og reduktionspotentiale ved klip af dræn og genoversvømmelse

Det er også en mulighed alene at ændre arealanvendelse fra landbrugsareal med korn i omdrift til et landbrugsareal med græs, som er dybt drænet, dvs. hvor der fortsat kan foretages maskinarbejde på arealet. Her er reduktionseffekten beregnet som gennemsnit for hele Region Midtjylland imidlertid kun i størrelsesordenen 1 ton pr ha.

Et tredje alternativ er at ændre landbrugsarealet til et vedvarende græs (dvs. naturområde) men bibeholde drænet. Beregnet ud fra klimaregnskabet forudsætninger vil effekten her være i størrelsesordenen 6 ton pr. ha. beregnet som et gennemsnit for hele Region Midtjylland.

Teknologisk modenhed

Anlægsteknologien til udtag af kulstofrige lavbundsarealer er fuldmøden. I de senere år er der kommet maskiner, som kan håndtere efterfølgende naturpleje eller høst af græs til bioraffinering i relativt våde miljøer. Virksomheden AgrolIntelli laver aktuelt forsøg med robotter til høst af enggræsset.

Økonomi for investor

Flere lavbundsarealer ligger på landbrugsarealer med ringe jordbrugsmæssig værdi, som kan udtages med begrænset kompensation til landmanden. Andre jorde er placeret på meget frugtbare og højproduktive jorde, hvilket gør udtagning markant dyrere. Jordfordeling sker typisk på baggrund af et referenceareal, hvor jordens værdi opgøres i relation til referencearealet.

Ophør af dræning og gødskning af kulstofrige lavbundslande

Københavns Universitet skønner de samlede omkostninger ved omlægning af kulstofrig lavbundsland i omdrift til at være på ca. 5.600 kr. pr. ha. Omkostningen ved ophør af dræn og gødskning for jorde, der i forvejen var udlagt i permanent græs skønnes til knap 2.000 kr. pr. ha.

[Link](#)

Omlægning af kulstofrige lavbundslande i omdrift til permanent græs med fortsat dræning

Københavns Universitet skønner de samlede omkostninger ved udtagning og omlægning af kulstofrig jord uden ophør af dræn til ca. 5.000 kr. pr. ha. [Link](#)

Samfundsøkonomi

Aarhus Universitet vurderer, at ca. halvdelen af de organiske lavbundslande kan udtages fra landbrugsdriften med begrænset udgift for samfundet. Klimarådet giver dette virkemiddel karakteren billig. Hertil skal lægges, at arealer kan udtages af landbrugsdrift med betydelige positive afledte effekter for natur og miljø.

Afledt erhvervsudviklingspotentiale

Intet af betydning. Hvis de kulstofrige jorde anvendes til energiformål eller til bioraffinering, kan der høstes en erhvervsmæssig effekt, som samtidig er forbundet med en vis klimabelastning ved drift.

Øvrige afledte effekter (miljø, socialt og økonomisk)

Foruden reduktion af drivhusgasudledninger kan udtagning af kulstofrige jorder have potentiale til at mindske kvælstofudvaskning til vandmiljøet og, afhængigt af den alternative arealanvendelse, øge biodiversiteten. Omvendt er der en risiko for at øge fosforudledningerne til vandmiljøet visse steder, så det er vigtigt, at denne risiko håndteres. Der er ligeledes en risiko for en midlertidigt øget metan-udledning fra arealerne, omend dette aspekt endnu ikke er fuldt afdækket. [Link](#)

Strategisk udtagning og vådlægning af landbrugsarealer kan give mere plads til vandet og give forsinkelseffekter i de nærliggende vandløb, hvilket kan medvirke til at reducere de negative effekter ved ekstremregn.

Risikovurdering og barrierer

Effektberegninger for tiltag på området er forbundet med usikkerhed og kræver lokale beregninger der forholder sig til bl.a. kulstofindhold, eksisterende arealanvendelse, grad af vådlægning mv. De ovenstående grafer med effektberegninger er baseret på klimaregnskabs standardiserede metode.

Udtagning af landbrugsjord beror på, at jordejere frivilligt stiller arealer til rådighed mod økonomisk kompensation.

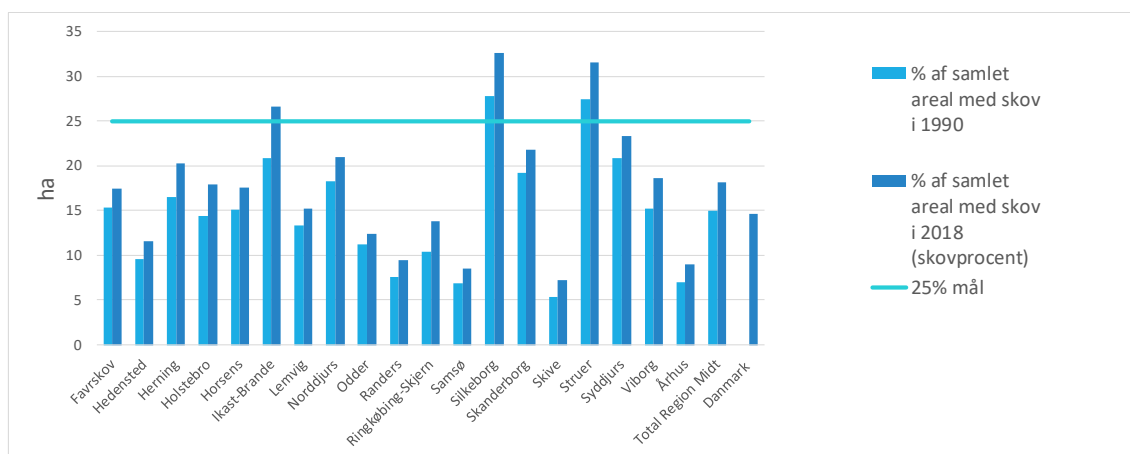
Sammenfattende vurdering

	God	Middel	Ringe
Reduktion af klimagasser	X		
Teknologisk modenhed	X		
Økonomi for investor		X	
Samfundsøkonomi	X		
Afledt erhvervsudviklingspotentiale			X
Øvrige afledte effekter	X		
Risikovurdering		X	

5.3 Skovrejsning

5.3.1 Status og perspektiver

I 1989 satte et bredt flertal i Folketinget det mål, at Danmarks skovareal skal fordobles i løbet af cirka 100 år eller udgøre mellem 20 og 25% af Danmarks areal. Figur 45 illustrerer udviklingen i skovarealet i % af det samlede areal i og efter basisåret 1990 for Danmark som helhed, for Region Midtjylland og de 19 kommuner. Det ses, at skovprocenten i alle midtjyske kommuner er steget, men at der fortsat er et stykke vej til, at Danmark som helhed indfrier målet om et skovareal på mellem 20 og 25%.



Figur 44 - Skovprocenter i kommuner, region og Danmark 1990/2018, Kildedata: Planenergis klimaregnskab, 2018; Danmarks statistik, Statistikbanken SKOV 11

Nedenfor vises et scenarie for den årlige nettotilvækst i skov for hver kommune, hvis kommunen skal nå forskellige typer mål inden 2090.

	Nettotilvækst pr. år ved 50% forøgelse 1990-2090	Nettotilvækst pr. år 25% skov i 2090	Nettotilvækst pr år ved 25% skov i RM (relativt til kommunens areal)
Favrskov	99	57	89
Hedensted	57	103	91
Herning	233	86	219
Holstebro	120	78	131
Horsens	91	54	86
Ikast-Brandø ¹	155	0	121
Lemvig	80	69	84
Norddjurs	155	41	119
Odder	31	39	37
Randers	60	161	124
Ringkøbing-Skjern	142	228	243
Samsø	8	26	19
Silkeborg ¹	273	0	141
Skanderborg	96	18	69
Skive	31	168	113
Struer ¹	80	0	41
Syddjurs	177	16	114
Viborg	229	125	233
Århus	33	104	77
Region Midtjylland	2153	1246	2153

Note 1: Kommunens skovprocent overstiger allerede 25

Tabel 4 - Årlig nettotilvækst i skov i ha ved forskellige mål afledt fra nationalt måltal i 2090

5.3.2 Eksempler på lokale handlinger

Bynær skovrejsning

Der arbejdes i kommunerne på at fremme den bynære skovrejsning. Det sker både ved etablering af selvstændige bynære skove tæt på bykernen og ved at integrere skovrejsning i planlægning for friarealer i byerne.

Udpegning af positive skovrejsningsområder

Kommunerne kan i kommuneplanerne udpege positive skovrejsningsområder, der skal bidrage til, at private lodsejere finder interesse for at rejse skov, baseret på de bedre tilskudsmuligheder for skovrejsning, som tilbydes af staten, i positivområderne.

Kommunal og statslig skovrejsning

Skovrejsning for kommunale midler kan være et værktøj på udvalgte områder, gennem jordopkøb og tilplantning. Hertil kommer, at skovrejsning kan ske i partnerskaber mellem stat, kommune og private lodsejere.

5.3.3 Centrale aktører for indsatsen

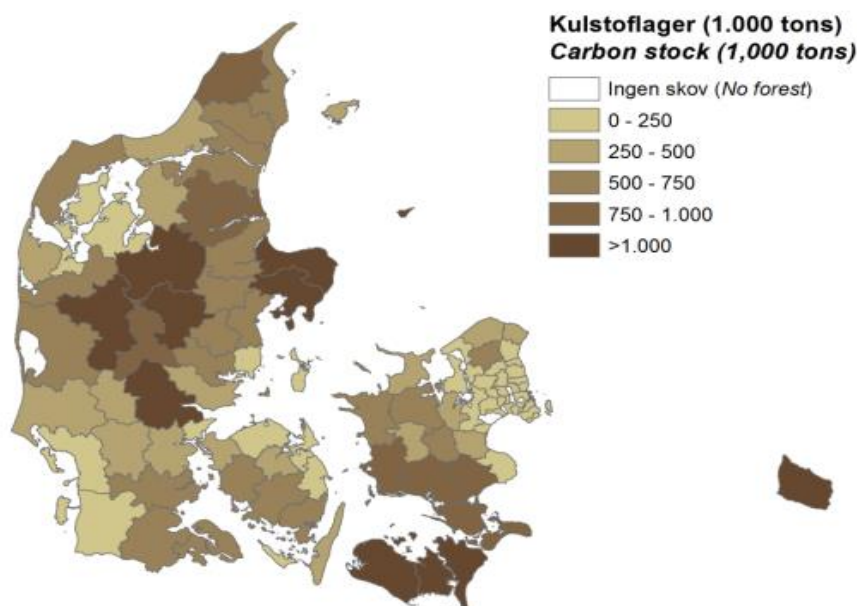
- Kommuner
- Staten
- Lodsejere/landbruget
- Folkekirken eller foreninger som besidder jord

5.3.4 Eksempelkommuner

De fleste kommuner arbejder aktivt med at fremme skovrejsning, men kun et fåtal af midtjyske kommuner har sat konkrete mål for deres skovprocent eller årlige nettotilvækst.

5.3.5 Klimaeffekt og sandsynlighed for realisering af handlinger

Der er et betydeligt kulstoflager i skov. Nedenfor ses en illustration af det samlede lager i levende biomasse i skov fordelt på landets kommuner.



Figur 45 - Kilde: Johannsen, V.K. et al., 2019: Den nationale skovstatistik

Jf. det nationale klimaregnskab er der aktuelt en nettoudledning fra kulstoflageret i dansk skov. I 2018 er nettoudledningen på landsplan på 349.000 ton CO₂- ækvivalenter. Tilsvarende er nettoudledningen fra Region Midtjylland som helhed i 2018 på 81.000 ton CO₂ – ækvivalenter. Region Midtjylland er den region med flest ha skov i Danmark.

Det årlige tab i kulstoflager skyldes en aktuel skæv, aldersklassefordeling, i dansk skov som helhed, hvor mange gamle bevoksninger afdrives, og afløses af nye, foreløbigt mindre kulstofrige bevoksninger. Der kan også ske en direkte afskovning i forbindelse med byudvikling og lysåbning af skoven af hensyn til landskab eller biodiversitet. I visse år kan stormfald eller sygdomsangreb betyde, at skovens kulstoflager går tabt, indtil skoven vender tilbage igen efter plantning eller naturlig foryngelse.

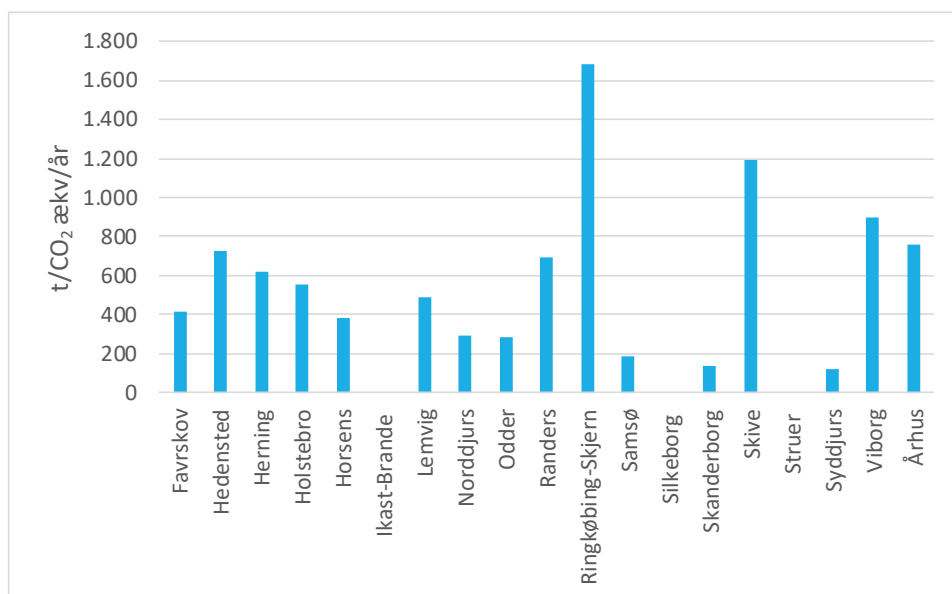
Årligt CO₂-optag eller CO₂-udledning fra skov beror i klimaregnskabet for Region Midtjylland og de midtjyske kommuner på nationale gennemsnitsfaktorer. Det vil f.eks. sige, at markant afdrift og medfølgende kulstoftab i én dansk kommune bliver fordelt på alle kommuner.

Reduktion af klimagasser (CO₂-ækv.)

Kulstofoptaget ved skovrejsning er forskelligt og vil bl.a. være afhængig af:

- Træart og forvaltning (plantning, tilgroning, hjælpetræer)
- Alder af den rejste skov (lille optag i nyplantet skov med små træer)
- Jordbunden og lokale vækstvilkår (nedbør, temperatur)

Figuren nedenfor viser en fremskrivning på kommuneniveau af kulstofbindingen for skov rejst mellem 2018 og 2030, hvis hver kommune årligt rejser skov, så kommunen opnår et mål om 25% skovdække 2090.



Figur 46 - Kulstofbindingen i 2030, hvis kommunen har rejst det antal ha skov, der skal til, for at kommunen når 25% skovdække inden 2090 ^{4,5}

Grafen bygger på tabeller over den gennemsnitlige kulstofbinding i hhv. løvskov og nåleskov over en periode på 100 år, fratrullet det kulstof som fjernes fra skoven ved høst. Det svarer til 7,5 t/CO₂/ha/år for bøg og 7 t/CO₂/ha/år for blandet nåleskov uafhængigt af jordens frugtbarhed. For hver kommune er anvendt den stedtypiske fordeling af løv- og nåleskov, som fremgår af den nationale skovstatistik udarbejdet af Københavns universitet.

Teknologisk modenhed

Ikke relevant.

⁴ Kildedata: Johannsen, V.K. et al, 2019: Kulstofbinding ved Skovrejsning, tabel 7. Tabledata bearbejdet af PlanEnergi.

⁵ For de kommuner, hvor skovprocenten allerede i 2018 overstiger 25% er værdien sat til 0.

Økonomi for investor

Særligt i opgangstider er en positivudpegning for skovrejsning ikke nok til at sikre privat skovrejsning på landbrugsjord. Det er derfor ofte nødvendigt, at kommunerne opsøger samarbejde og bidrager med finansiering.

Samfundsøkonomi

Klimarådet vurderer omkostninger for CO₂-reduktion på området til medium.

Der skal dog ifølge rådet rettes fokus på de afledte effekter ved udvælgelse af arealer, så flere miljømål kan indfries på en gang. Se nedenfor om afledte effekter.

Afledt erhvervsudviklingspotentiale

Der skal bruges en vis arbejdskraft plantning af skov og afhængigt af skovtype, kan der være arbejdspladser i driften.

Øvrige afledte effekter (miljø, socialt og økonomisk)

Skovrejsningen kan udnyttes til at indfri en række natur- og miljømål. Herunder mål relateret til biodiversitet, sammenhængende natur, rekreative områder, spredningskorridorer mv. Den sociale betydning af naturen er særligt stor for bynær natur.

Risikovurdering og barrierer

Barriererne for skovrejsning er primært af økonomisk karakter.

Sammenfattende vurdering

	God	Middel	Ringe
Reduktion af klimagasser		X	
Teknologisk modenhed	X		
Økonomi for investor		X	
Samfundsøkonomi		X	
Afledt erhvervsudviklingspotentiale			X
Øvrige afledte effekter	X		
Risikovurdering		X	

5.4 Ændret fodersammensætning for kvæg

5.4.1 Status og perspektiver

Ved at øge andelen af kraftfoder, fedt og letfordøjeligt grovfoder i foderrationen til konventionelt produceret malkekvæg og opdræt af malkekvæg kan emission af metan fra gæring i dyrenes vom reduceres. Aarhus Universitet vurderer på baggrund af nuværende muligheder reduktionspotentialet ved ændring i fodersammensætning til 8 % for konventionelt malkekvæg og 4 % for opdræt af konventionelt malkekvæg. En stor del af foderindtaget for økologisk produceret malkekvæg kommer fra afgræsning. Tiltaget er derfor ikke relevant for økologer.

Forsøgsresultater viser store muligheder for reduktion af vomgasser. Aarhus Universitet vurderer, at der inden 2030 er markedsintroduceret et fodermiddel, der kan reducere vomgasser med 30% for malkekvæg (ifølge personlig kommunikation). Fodermidlet er baseret på ny bioraffineringssteknologi.

Der er aktuelt ikke krav om, at danske landmænd indberetter data vedrørende fodersammensætning.

5.4.2 Eksempler på lokale handlinger

Arlas landmænd skal som klimalandmænd indberette oplysninger om foderproduktion og foderforbrug pr. l. mælk. På den baggrund beregnes en klimabelastning ved mælkeproduktionen. Arla har som mål at reducere CO₂-belastningen fra mælkeprodukter med 30 % inden 2030 ift. 2015-niveau og at mælkeprodukterne er CO₂ neutrale i 2050.

5.4.3 Centrale aktører for indsatsen

- Producenter af malkekvæg
- Staten
- Arla – klimavurdering af mælkeproducenter

5.4.4 Eksempelkommuner

Aalborg kommune driver netværk for bæredygtig landbrugsudvikling, hvor en række driftsmæssige muligheder kan diskuteres. Projektet er et samarbejde mellem de lokale landboforeninger og kommunen. Kommunen tilbyder landmænd en gratis og frivillig grøn udviklingsplan inklusiv årlige opfølgingsmøder. [Link](#)

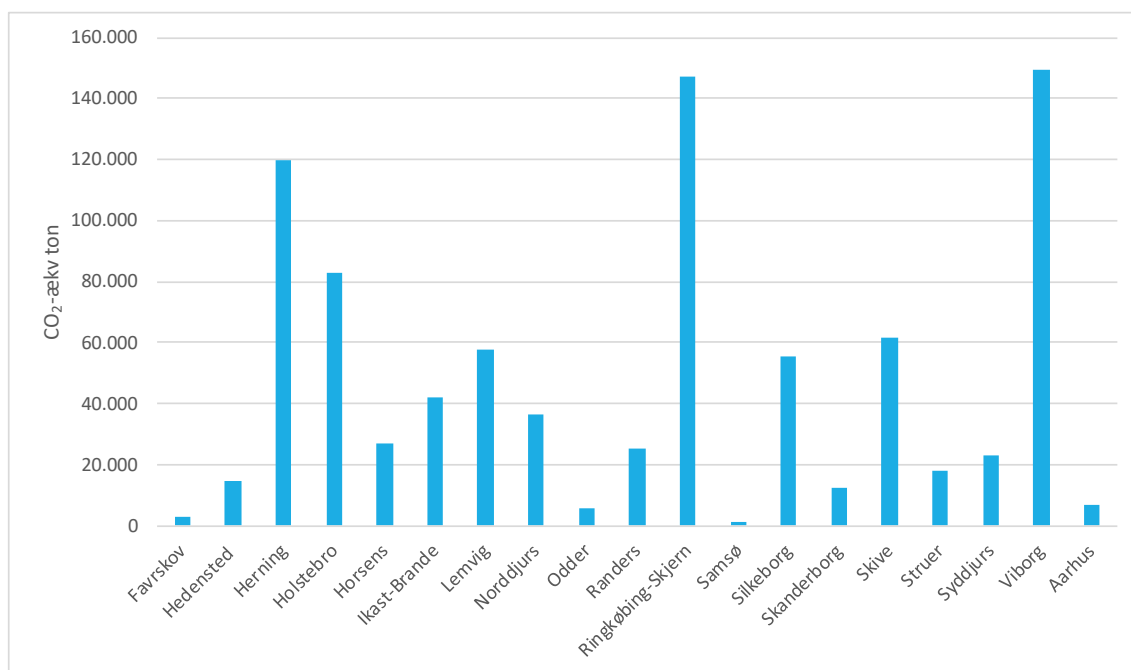
5.4.5 Effekt og sandsynlighed for realisering af handlinger

Reduktion af klimagasser (CO₂-ækv.)

Reduktionspotentialet ved ændret fodersammensætning med kendt teknologi er beregnet af Aarhus Universitet til 8 % pr. malkeko, svarende til 0,34 ton CO₂-ækv. pr. ko. Malkekvæg står for 2/3 af metanudledningen fra kvægproduktionen i Danmark. Reduktionspotentialet vil sandsynligvis ændres til 30% for malkekvæg inden 2030.

Figur 47 viser, at der er en betydelige udledning fra vomgasser fra malkekvæg og opdræt af malkekvæg i Region Midtjylland. En beregning af potentialet ved ændret fodersammensætning, kræver dog, en skelnen mellem økologisk og konventionelt produceret kvæg⁶.

⁶ Rådata indhentet af Aarhus Universitet til det kommunale klimaregnskab, muliggør denne beregning.



Figur 47 -Udledning af vomgasser fra malkekvæg og opdræt af malkekvæg i Region Midtjylland

Teknologisk modenhed

Ændringer i fodersammensætning med henblik på 8% reduktion kræver ingen ændringer i produktionsapparatet, men kan implementeres direkte. Det skal dog bemærkes at denne ændring vil bevirke en øget mængde sojaskrå, rapsfrø og majsensilage. Majsensilagen kan bevirke at majsarealer fortrænger græsarealer i Danmark. Aarhus- og Københavns universitet har ikke vurderet evt. ændringer i kvælstofudvaskning og ammoniakfordampning. Forøgelsen af soja og oliefrø- produktion globalt vil efter universiteternes vurdering være marginal og kun have ringe betydning for drivhusgasudledning.

Ændringer med henblik på 30% reduktion afventer dokumentation for den nye bioraffinerede, metanhæmmende ingrediens. Derudover kræves en meget nøjagtig foderdosering, idet hver ko kun skal modtage få gram om dagen.

Økonomi for investor

Der kan være en mindre meromkostning for mælkeproducenter ved ændret fodersammensætning.

Samfundsøkonomi

Klimarådet vurderer aktuelt, at samfundsøkonomien i klimatiltaget er middel.

Institut for fødevareøkonomi ved Københavns Universitet har vurderet statens administrationsomkostninger til at drive et kontrolsystem til registrering af foderforbrug fordelt på fodermidler til 400.000 kr. årligt.

Afledt erhvervsudviklingspotentiale

Tiltaget har begrænset betydning for lokal erhvervsvækst. Dog kan der være et afledt vækst- og eksportpotentiale for dansk agro- og miljøteknologi, særligt ved introduktion af nye, metanreducerende foderingredienser.

Øvrige afledte effekter (miljø, socialt og økonomisk)

Det er usikkert, om metanindholdet i dyrenes gødning øges eller reduceres ved en fodersammensætning, der reducerer vomgasser. Tiltaget skal derfor ses i sammenhæng med biogasbehandling af gyllen.

Effekten af tiltaget skal evt. ses i sammenhæng med effekten på arealanvendelse andre steder i verden.

Risikovurdering og barrierer

Der vil være udfordringer med at kontrollere tiltaget, idet meget foder er hjemmeproduceret. Øgede omkostninger kan evt. reducere mælkeproduktionen, hvis udgifter ikke kan lægges over på forbrugeren.

Sammenfattende vurdering

	God	Middel	Ringe
Reduktion af klimagasser		X	
Teknologisk modenhed	X		
Økonomi for investor		X	
Samfundsøkonomi		X	
Afledt erhvervsudviklingspotentiale			X
Øvrige afledte effekter		X	
Risikovurdering		X	

5.5 Ændret dyrkning af landbrugsjord

5.5.1 Status og perspektiver

Landbrugets udledning af drivhusgasser kan påvirkes gennem ændrede dyrkningsmåder, såsom:

Præcisionslandbrug

I præcisionslandbrug udnyttes bl.a. sensorteknologi til mere præcis og behovsbetonet tildeling af kvælstofgødning. I et netop afsluttet 5-årigt forsknings- og udviklingsprojekt "Futurecropping", arbejdes netop med at udvikle teknologi og maskiner til sensorbaseret dyrkning.

Reduceret jordbearbejdning og Conservation Agriculture

I dag dyrkes ca. 285.000 ha i Danmark pløjefrit, hvoraf ca. 32.000 ha. dyrkes med direkte såning. Potentialet for pløjefri dyrkning skønnes at være på over 400.000 ha. Foreningen for reduceret jordbearbejdning i Danmark organiserer medlemmer med interesse for området.

Conservation Agriculture er et dyrkningsprincip, der bygger på tre principper:

1. Minimal forstyrrelse af jorden – kun direkte såning
2. At jorden aldrig er bar, idet den enten er dækket af en afgrøde, en efterafgrøde eller af afgrøderester (halm, mm.)
3. At der er et varieret sædskifte og aldrig samme afgrøde to år i træk (undtagen flerårige afgrøder)

5.5.2 Eksempler på lokale handlinger

Kommuner kan understøtte netværk af lokale landmænd med interesse for Conservation Agriculture og andre natur- og klimavenlige dyrkningskoncepter.

Foreningen for reduceret jordbearbejdning i Danmark (frdk.dk) organiserer medlemmer med interesse for området. Der afholdes vejkanstsmøder forskellige steder i landet med fremvisning af efterafgrøder. Carbon Farm projekt (GUDP-projekt 2017-2021) skal afprøve og udvikle dyrkningssystemet Conservation Agriculture (CA).

5.5.3 Centrale aktører for indsatsen

- Foreningen for reduceret jordbearbejdning i Danmark (frdk.dk samt Conservation Agriculture)
- Dansk agro- og miljøindustri vedr. præcisionslandbrug
- Landmænd og landbrugsrådgivning

5.5.4 Eksempelkommuner

Eksempler på kommuner, der har gjort en særlig indsats:

- Aalborg Kommune: Driver Netværk for bæredygtig landbrugsudvikling. Projektet er et samarbejde mellem de lokale landboforeninger og kommunen. Kommunen tilbyder landmænd en gratis og frivillig grøn udviklingsplan samt årlige opfølgingsmøder og tilbud om netværksarrangementer. [Link](#)

5.5.5 Effekt og sandsynlighed for realisering af handlinger

Reduktion af klimagasser (CO₂-ækv.)

Ved anvendelse af teknologi til præcis spredning af handelsgødning skønner Aarhus Universitet, at mængden af handelsgødning kan reduceres med 1-2 kg. N eller 16-31 kg CO₂ ækv. pr. ha ved udbringning svarende til nuværende gødningsnorm (170 kg N pr. ha). N-udvaskningen kan tilsvarende reduceres med 2-5 kg. CO₂ ækv pr. ha.

Direkte såning øger kulstofindholdet i topjorden dvs. ned til 20 cm dybde, med ca. 0,3 tons C pr. ha. Effekten på det samlede jordprofil er dog mere tvivlsom, og der indregnes derfor ikke en klimaeffekt fra reduceret jordbearbejdning i den nationale opgørelse af klimagasser. Den største drivhusgaseffekt fra reduceret jordbearbejdning kommer jf. professor Jørgen E. Olesen, Aarhus Universitet, fra mindsket energiforbrug. Her beregnes en effekt på 31-91 kg CO₂ pr ha. for pløjefri dyrkning og 100 kg pr. ha ved direkte såning med en gennemsnitlig værdi for reduceret jordbearbejdning på 40 kg CO₂ pr. ha.

Hvis der skal opnås større klimaeffekter fra dyrkningspraksis, vil det kræve en mere holistisk tankegang, som beskrevet i principperne for Conservation Agriculture. De landmænd, der praktiserer Conservation Agriculture, holder fast i halmen, har flere efterafgrøder og gør meget mere for at maksimere kulstofindholdet i jorden. Størrelsen på klimaeffekten ved Conservation Agriculture er dog omdiskuteret og det er derfor for tidligt at sætte tal på effekten⁷

Teknologisk modenhed

Teknologier og maskiner til præcis spredning af handelsgødning kræver en kombination af optiske, spektrale og laserscannende plantesensorer samt jordsensorer. Denne teknologi findes, men kan fortsat videreudvikles. Teknologisk videreudvikling har været formålet med det netop afsluttede forsknings- og udviklingsprojekt, Futurecropping. Teknologien til præcisionstildeling af husdyrgødning er mere umoden, men Samson udvikler på udstyret.

Reduceret jordbearbejdning kræver god driftsledelse, dvs. god planteetablering og ukrudtsbekæmpelse, et alsidigt sædskifte, brug af efterafgrøder og tilbageholdelse af halm på marken efter høst. Pløjefri dyrkning praktiseres af en række landmænd, mens kun få landmænd anvender direkte såning.

Økonomi for investor

Reduceret jordbearbejdning med god driftsledelse og et godt sædskifte vil kunne reducere omkostninger til etablering af afgrøder. Der kan også være besparelser at hente i forhold til et reduceret energiforbrug.

Samfundsøkonomi

Kendes ikke, men vil sandsynligvis være positiv grundet de positive afledte effekter ved reduceret jordbearbejdning.

Afledt erhvervsudviklingspotentialer

Tiltag har begrænset betydning for lokal erhvervsvækst. Dog kan der være et afledt vækst- og eksportpotentialer for dansk agro- og miljøteknologi.

Øvrige afledte effekter (miljø, socialt og økonomisk)

De mange efterafgrøder som kræves ved Conservation Agriculture øger kulstofindholdet i jorden og kan give øget biodiversitet, fordi nytteinsekter overlever, når der hverken pløjes eller harves. Det giver flere rovdyr der bl.a. æder lus og mindsker eller fjerner behovet for at sprøjte med insekticider.

⁷ I klimaregnskabet er beregnet en effekt af efterafgrøder. Bemærk dog at kulstofbindingen i efterafgrøder varierer med jordtype, dvs. hvorvidt de plantes i ler- eller sandjord og også i forhold til om de overhovedet etablerer sig i jorden.

Ved et godt og varieret sædskifte øges ukrudtsmængden ikke ved pløjefri dyrkning, men har en positiv effekt overfor især græsukrudt, ved at frø der ligger urørt på jorden efter høst nedbrydes eller bliver spist af fugle. Der vil være behov for en mindre dosis af glyphosat før såning for at få brudt "den grønne bro", så der er klar til den næste afgrøde.

At markerne er dækket med afgrøder hele året, kan reducere fosfortabet på jorde, hvor risikoen for afstrømning er høj og reducere næringsstofudvaskningen i våde år. Hertil kommer, at ned-sivningsevnen forbedres af plantevæksten pga. rødderne, som igen vil reducere problemer knyttet til erosion og forhøjet vandstand i nærliggende vandløb og boligområder.

Risikovurdering og barrierer

Ikke relevant.

Sammenfattende vurdering

	God	Middel	Ringe
Reduktion af klimagasser		X ₁	X
Teknologisk modenhed		X	
Økonomi for investor	X		
Samfundsøkonomi	X		
Afledt erhvervsudviklingspotentiale			X
Øvrige afledte effekter	X		
Risikovurdering	X		

X₁: Ved omfattende brug af principper for Conservation Agriculture inkl. omfattende brug af efterafgrøder

6 Ændret forbrug af fødevarer og foder

Kapitel 5 i virkemiddelkataloget er baseret på klimaregnskabet for landbrug og arealanvendelse og de tiltag der kan gøres for at reducere den produktionsbetingede udledning af drivhusgasser. Kapitel 6 flytter fokus til de tiltag som kan gøres for at nedbringe den forbrugsbaserede udledning af drivhusgasser. Der er intet kommunalt regnskab knyttet til kapitel 6.

6.1 Ændret forbrug af fødevarer

6.1.1 Status og perspektiver

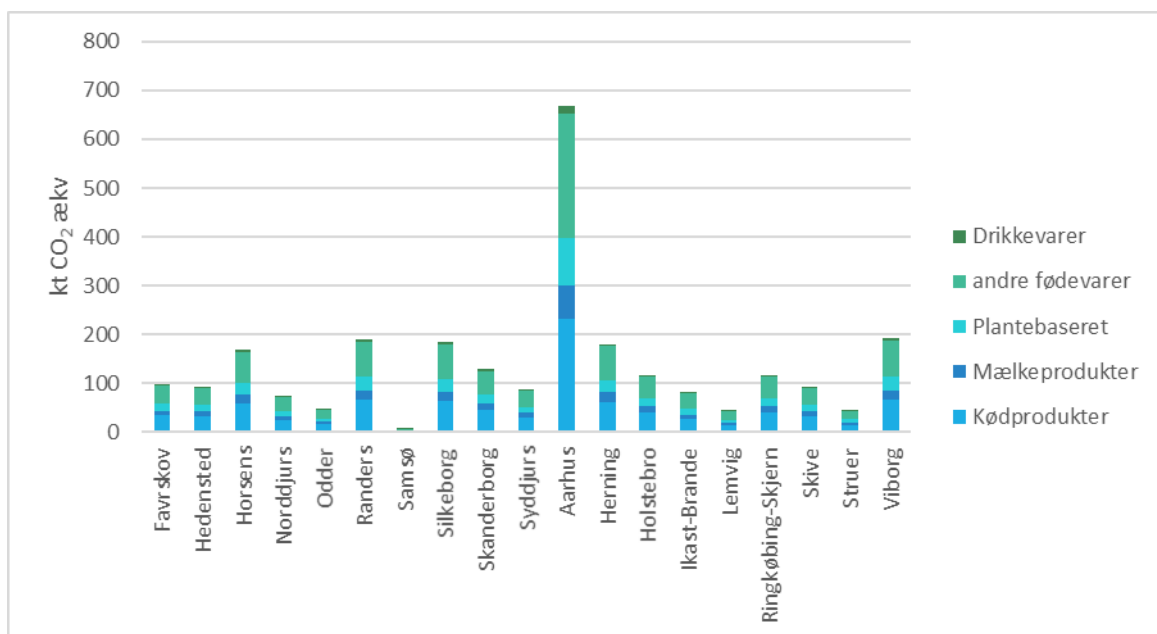
Der ligger et meget stor CO₂-reduktionspotentiale i at reducere madspild og i at ændre fødevarerforbruget. Omvendt er der også meget stor variation i det potentiale, der angives af forskellige kilder. Nedenfor diskuteres betydningen af ændrede kostmønstre.

Den store variation i vurderinger af CO₂-reduktionspotentialet skyldes, at der ikke er international enighed om, hvordan den forbrugsrelaterede drivhusgasudledning skal beregnes. Der findes med andre ord ikke et FN-regelsæt tilsvarende dét, der ligger på produktionssiden. Derfor kan forskellige vurderinger skyldes forskelle i antallet af faktorer, som indgår i beregningen. Forskelle kan også skyldes forskellige fordelingsnøgler for, hvor meget af CO₂ udledningen fra f.eks. malkkvæg, der tilskrives produktion af mælkebaserede produkter og hvor meget af udledningen, der tilskrives kødproduktion fra malkekoen.

FN's klimapanel vurderer i en undersøgelse fra 2014, at udledningen fra fødevareforbruget kan reduceres med 34-64% ved ændrede kostmønstre, og at potentialet i lande med rigeligt mad ligger på ca. 55%. DTU vurderer, at en dansker kan reducere sin fødevareforbrugsrelaterede udledning med 22-28% ved at spise mere ernærings- og proteinrigtigt. En gennemsnitsdanskers diæt består, jf. DTU fødevareinstituttet af 67% protein fra animalske produkter, 27% protein fra planter og 3% fra drikkevarer slik og snacks.

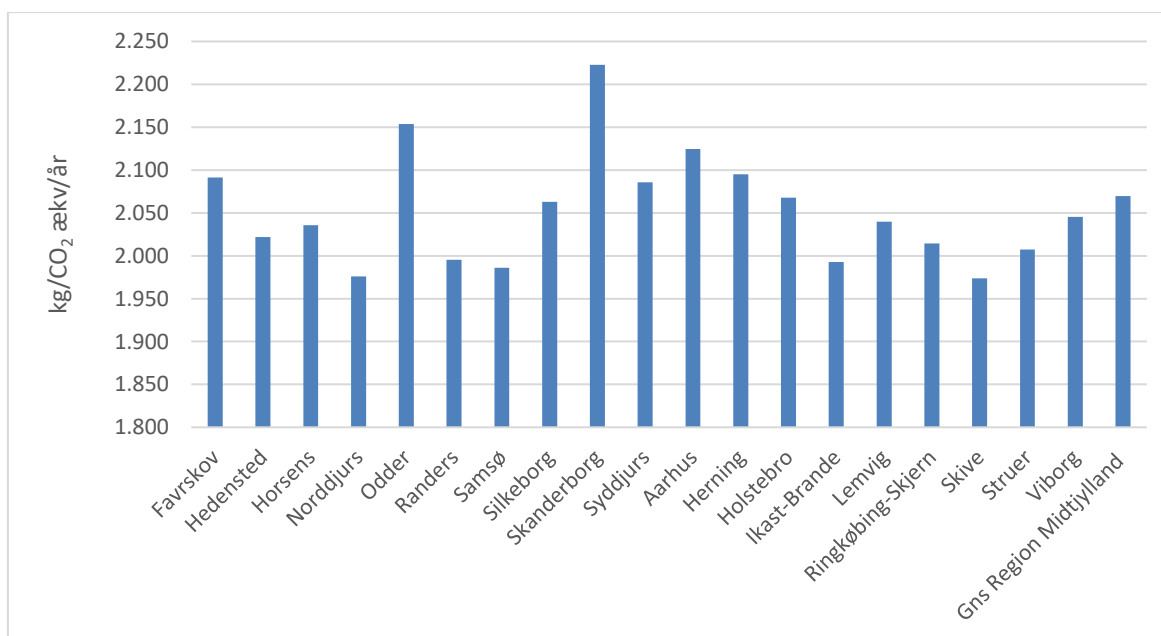
Ifølge rådata fra en rapport fra AU DCE vedrørende drivhusgasemissioner fra fødevareforbruget i danske regioner stammer ca. 35% af CO₂-udledningen fra en danskers diæt fra direkte forbrug af kødprodukter og ca. 10% fra forbruget af mælkeprodukter [Link](#). Analysen er baseret på internationale registre for klimabelastningen fra forskellige fødevaregrupper.

Figur 48 er baseret på data fra samme AU DCE rapport og viser totaludledning fra fødevareforbruget fordelt på kommuner i Region Midtjylland.



Figur 48 - Total udledning fra fødevarerforbrug i Region Midtjylland (data 2011). [Link](#)

Det ses af figuren, at en ændring i diæten i de største byer, alene pga. indbyggertallet, udgør et stort potentiale. Dertil kommer den trend, som de største byer kan medvirke til at igangsætte.



Figur 49 - Udledning i fødevarerforbrug pr indbygger kg. CO₂ ækv. om året (data 2011)

Udledningen i fødevarerforbruget ligger omkring 2 ton CO₂ ækv. pr indbygger om året jf. rapporten fra DCE. De mindre variationer mellem kommunerne i Midtjylland kan forklares med

indkomstbetingede forskelle i fødevarerforbrugsmønstre. CONCITO vurderer udledningen fra en gennemsnitsdansker til 3 tons CO₂ ækv. pr indbygger.⁸ [Link](#)

6.1.2 Eksempler på lokale handlinger

For det offentlige Danmark er det oplagt at udarbejde fødevarerstrategier for den offentlige bespisning med fokus på klima- og ernæringsrigtige diæter og under hensyn til specifikke behov hos de befolkningsgrupper, som maden tilberedes til. Strategier kan tilrettelægges med baggrund i indkøbsdata og inddragelse af sundheds- og køkkenpersonale.

6.1.3 Centrale aktører for indsatsen

- Store aktører i fødevarerindustrien og detailhandlen, Fødevarerhubs
- Interesseorganisationer og forbrugerorganisationer
- Køkkener og Køkkenpersonale
- Indkøbs- og udbudsafdelinger i kommunerne

6.1.4 Eksempelkommuner

Aarhus kommune og Københavns kommune har i 2020 indgået en partnerskabsaftale med Miljø og Fødevarerministeriet og Energi, Klima og Forsyningsministeriet om at reducere klimaafttrykket i den kommunale mad- og måltidsproduktion med 25%. Partnerskabet vil udvikle konkrete værktøjer til at måle reduktionerne. Værktøjerne og vejledninger vil blive gjort offentligt tilgængelige.

- Mad og måltidsstrategi 2019, Københavns kommune [Link](#)
- Klimapolitisk fødevarerstrategi 2019, Aarhus kommune [Link](#)

6.1.5 Effekt og sandsynlighed for realisering af handlinger

Reduktion af klimagasser (CO₂-ækv.)

Hvis Århus kommunes målsætning om 25% reduktion af klimaafttrykket i det kommunale fødevarerforbrug skal realiseres for hele den midtjyske befolknings fødevarerforbrug, kan der opnås en drivhusgasreduktion på over 650.000 ton CO₂ ækvivalenter.

Reduktion af drivhusgasudledningen skal ske ernæringsrigtigt. Med baggrund i data fra det svenske landbrugsuniversitet og DTUs fødevaredata, har Concito udarbejdet en oversigt over udledning i CO₂ ækv. pr. kilogram vare for blandt andet protein og kulhydrat. Der indgår 28 fødevarer typer i tabellen. Tabellen rummer ikke information om alle vigtige næringsstoffer, vitaminer og fibre, som indgår i en ernæringsrigtig diæt. Tabellen er gengivet nedenfor.

⁸ Én international undersøgelse, der også tager højde for ændret arealanvendelse (ILUC-effekten), vurderer, jf. Concito, at en indbygger i Norden er ansvarlig for omkring 9 tons CO₂ ækvivalenter pr. indbygger.

	CO2 ækv.	Pr 100 gram protein	Pr 100 gram kulhydrat
Kartofler	0,1	0,5	0,06
Rodfrugter, løg og kål (hvidkål)	0,2	-	0,39
Frugt, norden (æble)	0,2	6,67	0,22
Frugt import (æble)	0,6	20	0,53
Bælgplanter (kikærter)	0,7	0,34	0,14
Salatgrønt, norden (tomat)	1	14,29	3,85
Salatgrønt, import (tomat)	1,4	12,73	2,75
Nødder (hasselnødder)	1,5	0,96	0,99
Frugt og grønt, fly (jordbær)	11	157,14	15,94
Mel,sukker og gryn (havregryn)	0,6	0,43	0,1
Brød (rugbrød)	0,8	1,45	0,22
Pasta	0,8	0,59	0,11
Madolie (rapsolie)	1,5	-	-
Margarine	1,5	-	-
Ris	2	2,11	0,28
Køderstatning (plantefars)	3	1,67	4,84
Mælk, ymer og youghurt (letmælk)	1	2,86	2,04
Æg	2	1,63	15,38
Fisk og skaldyr (torsk)	3	1,7	-
Fjerkræ	3	1,55	-
Fløde	4	19,05	-
Grisekød	6	3,35	-
Pålæg (kødpølse)	7	6,19	30,43
Smør	8	133,33	66,67
Ost	8	3,17	42,11
Hakket kalv og flæsk	16	9,09	-
Lammekød	21	15,11	-
Oksekød	26	15,85	-

Tabel 5 - Udlledning i CO₂ ækv pr. kilo vare, protein, kulhydrat. Tabel efter CONCITO: Klimavenlige madvaner 2019 [Link](#)

Teknologisk modenhed

Der er ikke ny teknologi forbundet med at ændre fødevarersammensætningen i offentlige måltider, men efter- videreuddannelse af indkøbsafdelinger og køkkenpersonale kan være påkrævet.

Økonomi for investor

Der er erfaring fra kommuner og regioner for, at en overgang til 60-90% økologi, ikke har betydet øgede omkostninger. Tilsvarende kan overgangen til en mere klimavenlig diæt vise sig indkøbsmæssigt omkostningsneutral. Der kan f.eks. være besparelser at hente ved at erstatte kødbaseret protein med et billigere plantebaseret alternativ. Dog er der behov for gode case-eksempler som kan dokumentere dette.

Samfundsøkonomi

Der er ikke grund til at tro at en ændret kostsammensætning i sig selv påvirker fødevarersektorens økonomi. En øget indenlandsk plantebaseret diæt kan erstattes af øget eksport af kødprodukter. Store, internationale ændringer i fødevarerforbruget kan ændre arealanvendelsen.

En ændret kostsammensætning tilsvarende DTU Fødevareinstituttets anbefalinger til klimavenlig kost, kan have en betydning for sundhedsøkonomiske udgifter forbundet med livsstilssygdomme, herunder ikke mindst overvægt [Link](#). Københavns Universitet har vurderet, at vi undgår 1000 dødsfald og kan spare 12 mia. kr. ved at overholde de nuværende kostråd [Link](#)

Afledt erhvervsudviklingspotentiale

Tiltaget ventes ikke at medføre erhvervsvækst, samlet set. Dog kan efterspørgslen på lokalt producerede, plantebaserede fødevarer øges. Øget fokus på kvalitetsprodukter og øget forarbejdning i forbindelse hermed vil kunne medvirke til øget erhvervsvækst.

Øvrige afledte effekter (miljø, socialt og økonomisk)

Folkesundheden kan øges gennem ernæringsrigtig, klimavenlig kost. Hvis kostsammensætningen i lande med rigelig mad ændres til en mere plantebaseret diæt, kan det ændre anvendelsen af landbrugsarealet i Danmark og udlandet. Miljøfordele kan afledes heraf.

Måltidskulturen i Danmark er ændret markant i de senere år, og dette er sket med fokus på sæsonbetonede madvarer, velsmag og æstetik. Som en del af forandringen er der kommet fornyet fokus på fællesspisning. Et ryk i retning af en mere klimavenlig diæt kan tilsvarende sætte fokus på sociale fællesskaber om mad.

Risikovurdering og barrierer

Den forbrugsbaserede udledning, herunder udledningen fra fødevarerforbruget er omgærdet med stor usikkerhed, pga. at der ikke findes standardiserede internationale opgørelsesmetoder. Der er et stort behov for at få defineret retningslinjer for, hvordan forbruget skal opgøres. På forbrugersiden er der behov for internationale mærkningsordninger, som kan forenkle forbrugers indkøbsvalg.

I forhold til det offentlige indkøb er der behov for gode case-eksempler og værktøjer til at skabe udbudsaftaler, som overholder konkurrenceregler i forhold til at prioritere lokalt producerede fødevarer. Leverandørkapacitet og leveringssikkerhed er andre forhold som kan udgøre en barriere for klimavenligt fødevarerindkøb.

Sammenfattende vurdering

	God	Middel	Ringe
Reduktion af klimagasser	X		
Teknologisk modenhed	X		
Økonomi for investor		X *	
Samfundsøkonomi		X *	
Afledt erhvervsudviklingspotentiale			X
Øvrige afledte effekter	X		
Risikovurdering		X	

* Der er begrænset viden på området

6.2 Ændret forbrug af foder

6.2.1 Status og perspektiver

Den danske nettoimport af sojaskrå (konventionelt) eller sojakage (økologisk) til foder til danske husdyr ligger aktuelt på ca. 1,6 mio. tons om året. Det svarer til ca. 700.000 tons rent protein. Fødevareøkonomisk Institut ved Københavns Universitet vurderer, at den samlede udledning af drivhusgasser som følge af importen ligger på ca. 1,3 mio. tons CO₂-ækvivalenter, hvis effekten af ændret arealanvendelse, i de lande, som sojaen importeres fra ikke regnes med. Medregnes effekten af en ændret arealanvendelse, bevirker dansk import af soja til foderforbrug en samlet udledning på omkring 6,2 mio. tons CO₂-ækvivalenter. Arealet, hvor der dyrkes soja, er estimeret til 760.000 ha. [Link](#)

Importeret soja kan erstattes af lokalt produceret foderprotein. Proteinet kan komme fra f.eks. hestebønner og lucerne, men kan også udvindes fra græs og kløvergræs eller fra marin biomasse, som f.eks. blåmuslinger og søstjerner. Fokus i dette afsnit ligger på bioraffineret protein fra græs og kløvergræs.

På baggrund af klimaregnskabet og et estimat fra Københavns Universitet for sojaprotein-forbruget i råprotein til kvæg og svineproduktion i Danmark, har PlanEnergi estimeret det tilsvarende forbrug af råprotein i Region Midtjylland. Forbruget for de forskellige dyretyper kan aflæses i nedenstående Tabel 6.

Dyretype	Samlet forbrug af råprotein i Region Midtjylland (ton)
Slagtesvin	89.603
Søer	47.939
Smågrise	40.260
Svineproduktion totalt	177.802
Jerseykøer malkekvg	6.661
Store kvægracer malkekvg	69.837
Kvæproduktion totalt	76.498
TOTAL	254.300

Tabel 6 Estimeret forbrug af råprotein for det samlede antal dyr i Region Midtjylland af forskellig type

Aarhus Universitet har beregnet arealbehovet i Danmark for selvforsyning med foderprotein baseret på græs og kløvergræs. Der er opstillet fire scenarier, nemlig 1) nuværende græsprøduktion, som er optimeret mod foderproduktion til kvæg, 2) optimeret valg af arter og management med henblik på forsyning af bioraffineringsanlæg, 3) yderligere forskning og udvikling i forædling og optimeret management af græsmarksafgrøder til bioraffinering samt 4) både højt græsudbytte og øget effektivitet i raffineringen. [Link](#)

Ud fra det estimerede regionale forbrug af råprotein og forudsætningerne om arealforbrug i Danmark fra Aarhus Universitet, har PlanEnergi beregnet et tilsvarende arealbehov for Region Midtjylland, hvis regionen skal være selvforsynende med foderprotein. Nedenstående tabel viser arealbehovet for hver af de fire scenarier. Tabellen viser også den nødvendige forøgelse af areal med græs og kløver i omdrift ud fra det areal, der i 2018 er udlagt til græs og kløver i Region Midtjylland.

Græsudbytte	Arealbehov baseret på ekstraheret protein til sojaerstatning ha	Nødvendig forøgelse i fht. eksisterende areal med græs og kløver i omdrift
i dag (nuværende forudsætninger)	353.195	268.981
optimeret	264.896	180.682
fremtidigt	227.054	142.840
fremtidigt+ optimeret raffinering	181.643	97.429

Tabel 7 Arealbehov ved selvforsyning med protein fra græs og kløvergræs samt den nødvendige arealforøgelse i forhold til arealet i 2018

Jf. Danmarks Statistik dyrkes der i Region Midtjylland græs og kløver på 84.214 ha. Som det ses af

Tabel 7 er det nuværende areal med græs og kløver ikke tilstrækkeligt til at opnå regional selvforsyning med foderprotein, selv under det fremtidige, optimerede scenarie. Det er derfor nødvendigt at medtænke dele af det areal, hvor der i 2018 dyrkes majsensilage og evt. en del af arealet med korn til dyrefoder. Lavbundsarealer vil evt. kunne bidrage i mindre grad, hvis disse ikke udtages og genoversvømmes.

Majsensilagen, der benyttes til grovfoder til kvæg, kan erstattes af den græsfiberensilage som bliver til overs efter bioraffinering af græsset. Forsøgsresultater viser, at græsfiberensilage som fodermiddel til malkekøer er fuldt på højde med majsensilagen og endog giver en øget mælkeproduktion.

Efterhånden som raffineringsteknologien udvikles kan det blive økonomisk rentabelt for både planteavlere og svineproducenter at omlægge en del af arealet til kløvergræs.

6.2.2 Eksempler på lokale handlinger

For at muliggøre dansk selvforsyning med foderprotein er det nødvendigt at optimere udbyttet i græs og kløvergræs, samt at optimere på bioraffineringsteknologierne. Der kræves fortsat dokumentation for proteinets kvalitet som fodermiddel til konventionel produktion, ligesom det fortsat er nødvendigt at optimere økonomisk i hele værdikæden.

Region Midtjylland er hjemsted for de første bioraffineringsanlæg med henblik på foderproduktion i Danmark. Det er derfor oplagt at udvælge lokaliteter i regionen til case-beregninger for fremtidige produktionsanlæg. Cases kan udvælges ud fra samlokalisering med biogasanlæg, således at synergier mellem de to processer kan udnyttes. Andre kriterier kan f.eks. være tilgængeligheden af grønt til raffinering, lokale behov for bedre udnyttelse af næringsstoffer, husdyrtæthed for hhv. kvæg og svin, med henblik på afsætning af de raffinerede produkter.

6.2.3 Centrale aktører for indsatsen

- Forsknings- og vidensinstitutioner inden for ingeniør og landbrugsvidenskab til dokumentation, produktudvikling og produktionsoptimering
- Maskinproducenter til både høst og raffinering
- (Økologiske) landbrug som leverandører af råvarer og aftagere af raffinerede produkter

6.2.4 Kommuner med henblik på planlægning af industrielle symbioser Eksempelkommuner

De første anlæg til produktion af foderprotein er etableret i Region Midtjylland

- Forsøgsanlæg på Aarhus Universitet i Foulum ved Viborg
- I den industrielle symbiosepark, GreenLab Skive, etableres en økologisk foderproteinfabrik baseret på græs, BiomassProtein TM [Link](#). Den første foderprotein baseret på søstjerner er etableret i GreenLab, Danish Marine Protein [Link](#)
- Ved Ausumgård, nær Struer, er netop etableret Danmarks første gårdanlæg til produktion af græs-baseret foderprotein [Link](#). Projektet er støttet af GUDP hos kommercielle aktører.

6.2.5 Effekt og sandsynlighed for realisering af handlinger

Reduktion af klimagasser (CO₂-ækv.)

Det store potentiale for reduktion af klimagasser ligger i at fortrænge en del af mellem 1,3 mio. og 6,2 mio. tons CO₂-ækvivalenter, som dansk import af soja giver anledning til i de lande, der importeres fra.

En øget (nødvendig) gødningstildeling med henblik på at øge udbyttet i græs kan øge lattergasudledningen til luften. Forsøgsresultater viser til gengæld at græsmarker kan tage store mængder kvælstofgødning uden at det påvirker N-udvaskning til vandmiljøet. Øget transport til og fra græsmarker vil øge drivhusgasudledningen i forhold til nutidsscenariet for græsmarker.

Fodring af grise med græs-baseret protein vil mindske udledningen fra svinegylle, fordi grisene skal have mindre protein for at dække deres behov for aminosyrer.

Mere kløvergræs i sædskiftet øger kulstofbindingen i jorden. Udledning pr. ha. kan evt. også mindskes, fordi der kan tages flere slæt i en græsmark.

Teknologisk modenhed

Det er dokumenteret, at kvaliteten af raffineret græsprotein er fuldt på højde med den importerede soja til økologisk svineproduktion. I den konventionelle svineproduktion er soja i dag den eneste proteinkilde. Fodersammensætningsforsøg skal fortsat vise, om det kan være nødvendigt at kombinere græs-baseret protein med hestebønner og raps i den konventionelle svineproduktion.

De første kommercielle proteinproduktionsanlæg er etableret, men der er fortsat behov for at optimere på logistik samt anlægs- og driftsøkonomi. Teknologien vil være afhængig af tilskud en tid endnu.

Økonomi for investor

AU DCE har i 2020 udarbejdet en miljø- budget- og samfundsøkonomisk analyse af to scenarier for græs-baserede raffineringsanlæg til foderproduktion, som er integreret med produktionen af biogas. Det ene scenarie er raffineringsanlæg i lille skala baseret på et årligt græsinput på 20.000 ton tørstof. Det andet scenarie er et storskalaanlæg med årligt input på 150.000 tons tørstof. Målt ud fra dagens teknologi, priser og tilskudsordninger viser analysen et overskud for bioraffinaderierne af det lille anlæg og et underskud for ejerne af det store anlæg. [Link](#)
Den budget økonomiske analyse er baseret på nuværende viden og ikke på forventning om optimerede resultater.

Når teknologierne optimeres, bliver det sandsynligvis mere rentabelt og dermed attraktivt for både planteavls- og svinebedrifter at omlægge kornmarker til græs.

Det kan afhængigt af verdensmarkedspriserne på soja allerede i dag være attraktivt for økologiske landmænd at investere i anlæg til selvforsyning med foder.

Samfundsøkonomi

Bioraffinaderier, hvor produktionen er integreret med biogas giver indtil videre et samfundsøkonomisk underskud. Underskuddet skyldes det høje tilskudsniveau til biogasproduktion. Underskuddet er størst for anlæg i stor skala, hvor presseresten fødes ind i biogasanlægget frem for at blive anvendt som grovfoder til kvæg og mindst i det lille anlæg, hvor presseresten anvendes som kvægfoder. [Link](#)

Afledt erhvervsudviklingspotentiale

Der ligger et betydeligt lokalt erhvervspotentiale i at blive selvforsynende med proteinfoder og dermed fortrænge importen af soja. Der vil både kunne skabes job omkring høst og høstteknologi, samt jobs til kortuddannede i forhold til logistik. Der er jobpotentiale i selve raffineringsprocessen og i foderforsyningssektoren. Dertil kommer et potentiale i forhold til fødevareingredienser baseret på lokalt raffineret protein.

Dansk forskning er langt fremme mht. bioraffinering. Nyttiggørelsen af denne forskning samt muligheder for videre innovation og teknologiekspert udgør et yderligere potentiale for erhvervsudvikling.

Øvrige afledte effekter (miljø, socialt og økonomisk)

Der vil være en positiv effekt i forhold til fosforudvaskning. Dertil kommer at kløvermarker vil binde betydeligt mere kulstof i jorden end marker med korn, hvilket medvirker til at øge jordens frugtbarhed.

Selvforsyning med foder kan udgøre en sikkerhed for landbruget ved fluktuerende verdensmarkedspriser. Samtidig kan selvforsyning med protein gøre det lettere for dyrehold at omstille til økologi. Planteavlere vil evt. også få lettere ved at omstille til økologi, hvis der er langt større afsætning på græs og kløvergræs.

Risikovurdering og barrierer

Bioraffinaderier, hvor produktionen er integreret med biogas er fortsat afhængig af et højt tilskudsniveau til biogasproduktion eller andre typer af tilskudsordninger. Der er fortsat behov for at optimere på både anlægs- og driftsøkonomi. Økonomien i raffineringsanlæggene er endvidere betinget af markedsprisen på soja, hvilket betyder at økologisk selvforsyning med protein aktuelt er mere rentabel end konventionel

Sammenfattende vurdering

	God	Middel	Ringe
Reduktion af klimagasser	X*		
Teknologisk modenhed		X	
Økonomi for investor		X	
Samfundsøkonomi			X
Afledt erhvervsudviklingspotentiale	X		
Øvrige afledte effekter		X	
Risikovurdering		X	

*Set i forhold til udledningen på verdensplan