

Omstillingshastighed for tekniske reduktionspotentialer frem mod 2030

Kontor/afdeling
SYS

Dato
29.09.2021

Indhold

Omstillingshastighed for tekniske reduktionspotentialer frem mod 2030	1
1. Indledning.....	2
Omstillingshastighed	2
Afgrænsning	3
Målopnåelse i 2030	3
2. Opgørelse af omstillingshastigheder	5
2.1. Gruppe 1 - Anlægsprojekter	7
2.2. Gruppe 2 - Løbende effekt	8
2.3. Gruppe 3 - Hurtig effekt	9
2.4. Gruppe 4 - Langsom effekt	10
2.5. Gruppe 5 - Umodne teknologier	10
3. Resultater	12
3.1. Gruppe 1 - Anlægsprojekter	12
3.2. Gruppe 2 - Løbende effekt	14
3.3. Gruppe 3 - Hurtig effekt	15
3.4. Gruppe 4 - Langsom effekt	17
3.5. Gruppe 5 - Umodne teknologier	17
4. Perspektiver for realisering af de tekniske reduktionspotentialer	19
4.1 Gruppe 1 - Anlægsprojekter	20
4.2. Gruppe 2 - Løbende effekt	20
4.3. Gruppe 3 - Hurtig effekt	20
4.4. Gruppe 4 - Langsom effekt	20
4.5. Gruppe 5 - Umodne teknologier	20

Energistyrelsen

Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

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

www.ens.dk

1. Indledning

Indeværende notat skitserer omstillingshastigheden for de tekniske reduktionspotentialer nævnt i baggrundsnotatet *Tekniske reduktionspotentialer frem mod 2030* til *Klimaprogram 2021* mhp. at vurdere, hvornår der senest skal træffes beslutning om at realisere de tekniske reduktionspotentialer for, at de kan bidrage til opnåelse af 70 pct.-målet i 2030.

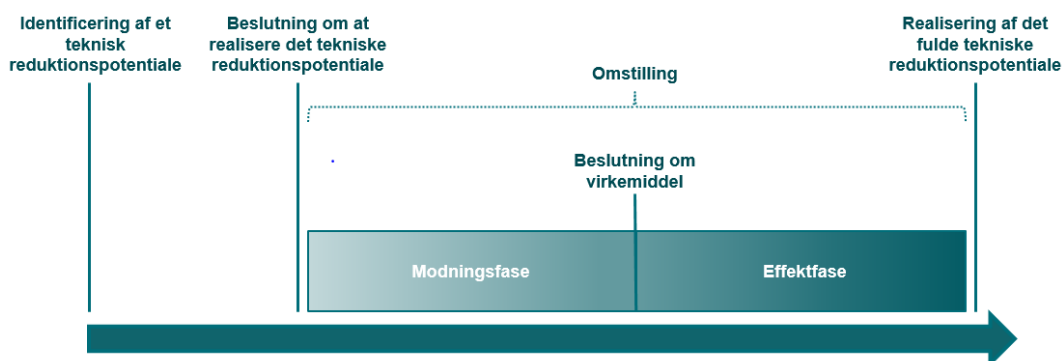
Omstillingshastighed

For en given teknologi¹, som har et teknisk reduktionspotentiale, svarer omstillingshastigheden til den tid, der går, fra beslutningen om at understøtte realisering af reduktionspotentialet finder sted, til potentialet er omstillet til en egentlig reduktion.

Omstillingshastighed er blot et af flere elementer, som har indflydelse på, i hvilken grad, de tekniske reduktionspotentialer kan realiseres frem mod 2030. Foruden omstillingshastighed spiller bl.a. tidspunktet for beslutning om at understøtte realisering af et teknisk reduktionspotentiale samt virkemidler en væsentlig rolle i forbindelse med målopfyldelse. For visse tekniske reduktionspotentialer vil der være en gradvis effekt, dvs. en stigende reduktion over tid. Dertil kommer, at et veludbygget vidensgrundlag potentielt kan bidrage til at forkorte den tid, det tager at realisere et reduktionspotentiale.

Omstillingen af et teknisk reduktionspotentiale kan, jf. Figur 1, inddeles i to faser: en "Modningsfase" og en "Effektphase".

Figur 1. Realisering af et teknisk reduktionspotentiale.



Modningsfasen starter ved en beslutning om at understøtte realisering af et teknisk reduktionspotentiale og kan indeholde en række elementer, herunder eksempelvis forskning og udvikling, som har til formål at muliggøre omstillingen af den givne teknologi. Vedtagelsen af et virkemiddel til implementering af en teknologi leder til Effektfasen, hvor det tekniske reduktionspotentiale får effekt og der indtræffer en reduktion. Flere redukti-

¹ Begrebet teknologi anvendes i indeværende notat som en samlebetegnelse for en række elementer, herunder eksempelvis CCS, Elektrificering i Nordsøen og Yderligere skovinitiativer.

onspotentialer giver anledning til en løbende reduktion, dvs. jo tidligere omstillingen indtræffer, jo større en reduktion kan der realiseres inden for en given tidsramme. Den fulde realisering af reduktionspotentialet opnås ved udgangen af effektfasen.

Afgrænsning

Det er værd at bemærke at det fulde tekniske reduktionspotential under normale omstændigheder ikke vil blive realiseret fuldt ud pga. barrierer (fx økonomiske). Når vi i dette notat omtaler "(fuld) realisering" menes derfor "teknisk set (fuld) realisering", da der reelt set ofte vil være en mindre reduktion der realiseres, end det opgjorte fulde tekniske reduktionspotential. Det er også vigtigt at understrege, at omstillingen af et teknisk reduktionspotential til en reduktion ikke sker af sig selv, men er noget, som kan kræve en indsats, herunder fx politisk handling.

Målopnåelse i 2030

De tekniske reduktionspotentialers omstillingshastighed beskrives med afsæt i perioden 2021-2030 mhp. at skitsere hvor lang tid det vil tage at realisere reduktionspotentialerne og bidrage til opnåelse af 70 pct.-målet i 2030.

Hvor lang tid det vil tage at realisere reduktionspotentialerne frem mod 2030, og dermed bidrage til målopnåelse afhænger af, hvordan Modningsfasen forløber, hvornår der træffes beslutning om et virkemiddel, og hvilket virkemiddel som vedtages.

Som en del af Modningsfasen kan der afsættes ressourcer til at tilvejebringe yderligere viden om, hvordan omstillingen af reduktionspotentialerne kan forventes at forløbe samt eventuelle udfordringer forbundet hermed. Således forventes grundlaget for at beslutte hvornår og hvilke konkrete virkemidler, som skal implementeres for at understøtte realisering af de enkelte teknologiers reduktionspotentialer, at kunne forbedres. Ny viden kan i bedste fald skabe grundlag for at implementere et virkemiddel, som kan foranledige en hurtigere teknologiomstilling end først antaget mulig. Dertil kommer, at jo tidligere en tilvejebringelse af ny viden påbegyndes, jo tidligere kan der potentielt træffes beslutning om et virkemiddel.

Jo tættere man kommer på 2030, før der træffes en beslutning om virkemiddel, jo kortere tid er der til at omstille teknologierne frem mod 2030. For nogle teknologier kan det betyde, at den andel af teknologiernes reduktionspotential, som kan realiseres inden 2030, mindskes. For andre teknologier vil reduktionspotentialet i 2030 helt bortfalde ved for sen handling.

Opgørelsen af de tekniske reduktionspotentialers omstillingshastighed er afgrænset til at se på tekniske forhold (som fx projektering og etablering af anlæg, samt tidsforbrug til design og operationalisering af virkemiddel), og der tages ikke højde for, *hvilket* virkemiddel der anvendes til at understøtte realisering af potentialerne. Når det er sagt, så har virkemidlet afgørende betydning for omstillingshastigheden. Af den årsag vil det være

formålstjenstligt, hvis Modningsfasen bl.a. anvendes til at tilvejebringe et velunderbygget grundlag til at træffe beslutning om, hvilke virkemidler der er mest hensigtsmæssige.

Der er i opgørelsen af omstillingshastigheder ikke taget højde for, om EU-lovgivning for de enkelte reduktionspotentialer betyder, at de ikke kan gennemføres, eller om det vil kræve ændring af EU's regler på området.

2. Opgørelse af omstillingshastigheder

Det er komplekst at opgøre omstillingshastighed for tekniske reduktionspotentialer, da omstillingshastighed afhænger af mange forskellige faktorer. For det første kræves der i mange tilfælde data fra solide og endnu ikke igangsatte analyser, for at kunne udtale sig om omstillingshastighed på et detaljeret niveau. For det andet gælder det for flere teknologier, at de ikke tidligere er afprøvet eller udrullet i en skala, som er sammenlignelig med antagelserne i indeværende notat. Det giver en usikkerhed om omstillingshastigheden samt størrelsen af den afledte reduktion. Derudover har valget af et konkret virkemiddel til at understøtte realisering af teknologiernes tekniske reduktionspotentialer og hvordan aktørerne² reagerer på virkemidlet, betydning for omstillingshastigheden.

Til trods for kompleksiteten ved at opgøre omstillingshastigheden for de tekniske reduktionspotentialer, kan der siges noget om dem på et overordnet niveau. Det er gjort ved at opstille 5 grupper af teknologier med tekniske reduktionspotentialer, som har sammenlignelige omstillingshastigheder med hensyn til karakteren af både Modningsfasen og Effektfasen. Herudover er foretaget en individuel vurdering af muligheden for at opgøre en mere detaljeret omstillingshastighed for hvert teknisk reduktionspotentiale. Opgørelsen af de tekniske reduktionspotentialers omstillingshastighed kan aflæses i Tabel 1 nedenfor.

Det har for indeværende været muligt at foretage individuelle skøn af formodet omstillingshastighed for CCS, biogasomlægning, elektrificering i transporten og DAC, da der for disse teknologier findes et højere detaljeringsniveau i tilgængelig data knyttet til potentialet. Disse skøn fremgår af Tabel 1. For de øvrige tekniske reduktionspotentialer er angivet samme omstillingshastighed som på overordnet niveau, markeret med lys grå i tabellen.

² Med aktører menes de aktører der deltager i realiseringen af potentialerne, fx ejere af virksomheder der skal tage investeringsbeslutning om køb af materiel ifm. energieffektivisering.

Tabel 1. Omstillingshastigheder på gruppe- og til dels teknologiniveau.

¹ Den generelle vurdering af omstillingshastighed for Gruppe 1 er 5-7 år, men da CCS udgør op imod 90 pct. af reduk-

Teknologi	Gruppe 1 5-8 år ¹	Gruppe 2 7-9 år ²	Gruppe 3 1-2 år	Gruppe 4 8-9 år	Gruppe 5
CCS	5-8				
Energieffektivisering og brændselsskift på raffinaderier	5-7				
Elektrificering i Nordsøen	5-7				
Biogasomlægning fra kraftvarme til opgradering	3-5 ³				
Husholdninger: Individuelle olie-/gasfyr til varmepumpe /fjernvarme		7-9			
Serviceerhverv: Individuelle olie-/gasfyr til varmepumpe /fjernvarme		7-9			
Energieffektivisering, procesenergi og intern transport		7-9			
Elektrificering, procesenergi og intern transport		7-9			
Konvertering til gas/PtX i direkte fyrede processer		7-9			
Elektrificering (og brint) i transporten		9			
Genanvendelse og reduktion af plastaffald		7-9			
Implementeringsspor i regeringsoplæg til Grøn omstilling af landbruget		7-9			
Udvidet lavbundspotentiale		7-9			
Konvertering til VE-brændsler i intern transport i bygge & anlæg, landbrug og fremstilling			1-2 ⁴		
VE-brændstoffer (inkl. bio- og PtX-brændstoffer) i transporten			1-2 ⁴		
Fordobling af det økologiske areal		7-9			
Yderligere skovinitiativer				8-9	
Fodertilsætningsstoffer					3-9 ⁶
Håndtering af gylle og gødning					4-9 ⁷
Brun bioraffinering som for eksempel pyrolyse					4-9 ⁸
DAC (Direct Air Capture)					4-7 ⁵

tionspotentialer er den omstillingshastighed der kendetegner gruppen, sat lig omstillingshastigheden for CCS (der er vurderet individuelt).

² Det skønnes, at det vil tage 7-9 år at realisere det fulde tekniske reduktionspotentiale. En del af det fulde potentiale vil dog kunne realiseres på kortere tid. Det antages, at potentialet aftager lineært frem mod 2030, således at det vil tage 4-5 år at realisere halvdelen af det fulde tekniske reduktionspotentiale. For elektrificering i transporten aftager potentialet lidt hurtigere i starten end i slutningen af perioden, da der er en underliggende forventning om en accelererende elektrificering af transporten i *Klimastatus og –fremskrivning 2021*.

³ Biogasomlægning har et lille reduktionspotentiale og afviger således fra den generelle omstillingshastighed på 5-8 år for Gruppe 1.

⁴ Den korte tid fra beslutning om realisering af et teknisk reduktionspotentiale til reduktion gælder for iblanding af bio-brændsler. Skal reduktionspotentialet i stort omfang realiseres med PtX, skønnes det at kræve beslutninger 6-8 år før, potentialet ønskes realiseret. Jo tidligere der tages beslutning om PtX, jo større skala kan opnås og med beslutning efter 2025-26 vil det være beskedent, hvad der kan opnås.

⁵ En kort omstilling (på få år) levner ingen eller kortere tid til modning hvilket forventes at give højere omkostninger og dertil større usikkerhed om, hvorvidt det fulde potentiale kan nås. Det modsatte gør sig gældende for en lang omstilling.

⁶ I det omfang det lykkes at kommercialisere visse fodertilsætningsstoffer tidligere vurderes effektiviteten, fra virkemidlet er vedtaget, til det kan levere konkrete reduktioner at udgøre 1-2 år. Kilde: FVM og MiM.

⁷ I det omfang det lykkes at kommercialisere visse gylletilsætningsstoffer tidligere, og implementering ikke kræver installation af fx nye iblandingsanlæg i staldene, vurderes effektiviteten, fra virkemidlet er vedtaget, til det kan levere konkrete reduktioner at udgøre 1-2 år. Såfremt implementering kræver nye anlægsinstallationer e.l., forventes effektiviteten at være længere og medføre betydelige omkostninger. Vurderingen er behæftet med stor usikkerhed, da der er tale om umoden teknologi. Kilde: FVM og MiM.

⁸ Perioden fra virkemidlet er vedtaget, til der er etableret produktionsklare anlæg forventes at kunne holdes på ca. 3-5 år. Kilde: FVM.

De 5 grupper af teknologier med tekniske reduktionspotentialer beskrives nedenfor.

2.1. Gruppe 1 - Anlægsprojekter

Teknologierne i denne gruppe er kendetegnet ved, at de berører relativt få aktører og tager lang tid at implementere. Når teknologierne først er implementeret, kan de tekniske reduktionspotentialer realiseres relativt hurtigt.

Energieffektivisering og brændselsskift på to raffinaderier³

Det er vanskeligt at sige noget konkret om teknologiens reduktionspotentialer, hvilket således også gælder omstillingshastigheden⁴. Da der forventes at være tale om større ombygninger/anlægsprojekter, vurderes teknologien at falde inden for rammerne af Gruppe 1 – Anlægsprojekter.

Elektrificering i Nordsøen⁵

Da analyse af dette område pågår (jf. *Aftale om fremtiden for olie- og gasindvinding i Nordsøen* af 3. december 2020), foreligger der ikke på nuværende tidspunkt et solidt grundlag for at vurdere omstillingshastigheden nærmere. Omstillingshastigheden bestemmes dog i høj grad af projekthorisonten for anlæg af søkabler, da ændringer af platforme vurderes at kunne gennemføres hurtigere. Da der er tale om større anlægsprojekter, der ud over konstruktionsfasen kræver fx beslutning om investeringer og miljøundersøgelser, vurderes denne teknologi at være inden for rammerne af Gruppe 1 – Anlægsprojekter.

Biogasomlægning fra kraftvarme til opgradering⁶

Etableringen af opgraderingsanlæg og ledningsnet kan rent teknisk gøres på 3-5 år, hvorfor omstillingshastigheden for denne teknologi adskiller sig fra Gruppe 1's generelle omstillingshastighed.

CCS⁷

Hele værdikæden *fangst-transport-lagring* skal etableres, og det forudsættes, at etablering af de enkelte elementer i værdikæden sker sideløbende for at realisere omstillingshastigheden. Der foregår allerede nu modning af lagerkapaciteter i Danmarks nærområde og i den danske del af Nordsøen, men da det er usikkert, om den planlagte kapacitet er tilstrækkelig i forhold til efterspørgslen⁸, kan især lagerkapaciteten få betydning for, hvor hurtigt omstillingen bliver.

³ Store investeringer, fx etablering af nye kedler og turbiner eller helt nye raffineringsskolonner i forbindelse med skifte hen mod produktion af nye produkter.

⁴ Reduktionsmulighederne undersøges i *Grøn industrianalyse*, men på nuværende tidspunkt foreligger der fra denne analyse ikke yderligere viden, der kan inddrages i nærværende arbejde. Omstillingshastigheden er skønnet med afsæt i bl.a. vurderinger foretaget af Klimarådet.

⁵ Anlæg af søkabler ud til platforme i Nordsøen samt evt. ombygning af anlæg på platformene.

⁶ Etablering af anlæg til opgradering af biogas og evt. etablering af ledningsnet for at afsætte den opgraderede biogas på gasnettet.

⁷ Etablering af anlæg til fangst af CO₂ og forberedelse af lagringsfaciliteter samt etablering af infrastruktur til transport (fx rør- og skibstransport) mellem fangstkilde(r) og lagring.

⁸ Frem mod 2025 er der to muligheder for lagring af den CO₂, der fanges i Danmark. Enten kan CO₂-en lagres i et udtjent olie- eller gasfelt i Nordsøen, eller den kan lagres i udlandet, fx i Norge. En dansk lagringsfacilitet med en årlig kapacitet

2.2. Gruppe 2 - Løbende effekt

Teknologierne i denne gruppe er kendetegnet ved, at de implementeres over tid i takt med, at det bliver mere og mere attraktivt for aktører at bidrage hertil⁹. Reduktionen knyttet til de tekniske reduktionspotentialer sker således løbende. Den gradvise effekt af reduktionspotentialerne betyder, at selv, hvis der tages beslutning efter seneste tidspunkt for fuld teknisk reduktionseffekt, så vil der fortsat være en, omend reduceret, reduktions-effekt i 2030. Gruppen indeholder 10 teknologier, som er samlet i 6 punkter nedenfor.

Ift. at opnå den fulde reduktionseffekt for en teknologi vil det være nødvendigt at tage beslutning med det samme, da der er tale om en løbende effekt. Når der i ovenstående tabel alligevel er angivet 7-9 år, så illustrerer det, at der er væsentlig usikkerhed om omstillingshastigheden, fx vil udformningen af virkemidlet til realisering af potentialet også kunne påvirke omstillingshastigheden for en given teknologi. Det antages, at potentialet aftager lineært frem mod 2030, således at det vil tage 4-5 år at realisere halvdelen af det fulde tekniske reduktionspotentiale. For elektrificering i transporten aftager potentialet lidt hurtigere i starten end i slutningen af perioden, da der er en underliggende forventning om en accelererende elektrificering af transporten i *Klimastatus og –fremskrivning 2021*.

Olie-/gasfyr udskiftes med varmepumper/fjernvarme i husholdninger og erhverv

Reduktionspotentialet er fastlagt ved, at der ikke sker installation af nye olie- og gasfyr, og da udskiftningen af disse teknologier forekommer løbende, fx efter endt levetid, vil reduktionseffekten også være løbende. Levetiden for olie-/gasfyr er typisk 15-20 år, dog findes også fyr med længere levetid. Det enkelte skift af teknologi i en husholdning/virksomhed tager ikke lang tid, men opnåelse af det fulde reduktionspotentiale på tværs af mange husholdninger/virksomheder forventes at ske over længere tid og helt frem til 2030. Der vil pågå en større indsats ift. tilskudsmidler i årene frem mod 2025, hvorfor mængden af skift, som kan opnås med yderligere initiativer, nok vil være begrænset.

Energieffektivisering og elektrificering af procesenergi og intern transport

Disse potentialer er relevante i mange virksomheder, der i forbindelse med, at det bliver attraktivt i den enkelte virksomhed (fx i forbindelse med udvidelse af produktionen), vil effektivisere eller omstille, hvilket giver en løbende realisering af effekten. Det enkelte skift af teknologi i en virksomhed tager ikke lang tid, men teknisk opnåelse af det fulde reduktionspotentiale på tværs af virksomheder forventes at ske over længere tid og helt frem til 2030. Der vil pågå en større indsats ift. tilskudsmidler i de kommende år.

på 0,5-1 mio. ton CO₂ forventes at kunne være klar i 2025, mens yderligere dansk lagringskapacitet formentlig først kan være klar om 6-7 år. Lageret i Norge forventes driftsklart i 2024 med en forventet kapacitet på 1,5-3 mio. ton CO₂/år. Muligheder og priser for lagring i Norge vil afhænge af forhandlinger med de konkrete CO₂-fangstanlæg.

⁹ Fx når virkemidlet er på plads samtidig med at teknologien alligevel står for udskiftning.

Konvertering til gas/PtX i direkte fyrede processer

Potentialet vil realiseres løbende i takt med, at det bliver attraktivt for de forskellige aktører at etablere gastilførsel og ombygge deres anlæg. Således tager det enkelte skift af teknologi i en virksomhed ikke lang tid, men opnåelse af det fulde reduktionspotentiale på tværs af virksomheder forventes at ske over længere tid og helt frem til 2030.

Elektrificering (og brint) i transporten

Potentialet realiseres løbende i forbindelse med at andelen af elbiler m.v. stiger, når der købes nye køretøjer. Det enkelte skift af transportteknologi i fx en husholdning tager ikke lang tid, men teknisk opnåelse af det fulde reduktionspotentiale på tværs af alle aktører forventes at ske over længere tid og helt frem til 2030. Omstillingshastigheden er dog usikker, da nye køretøjer mv. ikke altid erstatter gamle fossile køretøjer og da der sideløbende er en stor eksport/import af brugte biler. Dertil kommer, at de enkelte aktører kan have forbehold over for teknologien pba. fx privatøkonomi, rækkevidde, adgang til opladning m.v., således at fx skrappe krav vil medføre, at gamle biler i stedet levetidsforlænges. Med en teknisk levetid for personbiler på over 15 år i gennemsnit, kan en fuld omstilling af personbil flåden tage over 20 år.

Genanvendelse og reduktion af plastaffald

Implementering af bl.a. øget kildesortering i husholdningerne forventes først at blive effektiv over tid. Reduktionspotentialet antages derfor at bliveeffektueret løbende som et forholdsmæssigt supplement til den nuværende indsats for udsortering af plast, der antages at ske lineært fra 2021 frem til 2030¹⁰.

Implementeringsspor i regeringsoplæg til Grøn omstilling af landbruget, Udvidet lavbunds-potentiale og Fordobling af det økologiske areal i landbruget

Indpasning af ny teknologi i landbruget (fx hyppigere udslusning af gylle) såvel som udtagning af lavbundsjord forventes indfaset over tid, hvorfor reduktionerne løbende vil øges indtil det fulde potentiale er nået.

2.3. Gruppe 3 – Hurtig effekt

Fra en teknologi i denne gruppe er implementeret, til den nationale del af det fulde reduktionspotentiale er realiseret, går der kort tid. Der indgår to teknologier i denne gruppe.

Konvertering til biofuels/PtX-brændstoffer i intern transport

I det omfang der er tale om iblanding eller substitution af brændsler, vurderes det muligt relativt hurtigt fra centralt hold at gennemføre en iblanding, og effekten vil slå igennem med det samme, når der tankes eller sælges brændstof. Det vurderes dog, at nationalt såvel som internationalt produceret PtX vil kræve udvidelse af produktionskapaciteten, og etableringen af nye produktionsanlæg vil forlænge tiden fra beslutning til effekt (hvorfor det ikke længere vil være et "hurtigt" potentiale at realisere). Den korte omstillingshastighed på 1-2 år nævnt i ovenstående tabel er således ved importeret brændstof og

¹⁰ jf. Klimastatus og fremskrivning 2021 forudsætningsnotat 4A, figur 2.

omfatter implementering af lovgivning samt eventuelt godkendelse af brændstofstandarder, mens nationalt produceret PtX-brændstof vil kræve længere tid fra beslutning til effekt, da produktionskapaciteten først skal etableres. Vurderingen af, at det vil tage 1-2 år er baseret på tidligere erfaringer.

Transport - VE-brændstoffer (inkl. biobrændstoffer og PtX-brændstoffer)

Der gælder her de samme forhold som ved intern transport (se forrige punkt).

2.4. Gruppe 4 - Langsom effekt

Denne gruppe indeholder 1 teknologi (Yderligere skovinitiativer) kendetegnet ved, at realiseringen af det fulde reduktionspotentiale forventes at tage en rum tid¹¹. Efterfølgende vil realisering af teknologiens tekniske reduktionspotentiale ske i et let stigende tempo. Reduktionseffekten vil fortsætte med at stige også efter 2030 (og dermed overstige det fulde reduktionspotentiale), således har teknologien effekt over en lang periode. Teknologien beskrives kort nedenfor.

Skovrejsning kan foregå relativt hurtigt, men eftersom optaget af CO₂ i små træer er relativt lille, er der tale om et potentiale med en meget langsom effekt. Optaget af CO₂ vil afhænge både af typen af træer¹² samt jordbunden, de plantes på. Teknologien rækker ud over 2030, da optaget kan vedblive og øges mange årtier frem, idet optaget for mange træarter først rigtig tager fat efter 20 år.

2.5. Gruppe 5 - Umodne teknologier

Behovet for teknologiudvikling, demonstration samt opskalering betyder, at der går tid før teknologierne i denne gruppe kan implementeres, og de tilknyttede tekniske reduktionspotentialer kan realiseres. Det er desuden usikkert, hvor lang tid det tager at realisere teknologiernes fulde reduktionspotentiale, ligesom det er usikkert, hvor stor den afledte reduktion vil blive. Det skyldes, at teknologierne ikke tidligere er afprøvet eller udrullet i en skala, som er sammenlignelig med antagelserne i indeværende notat. Der er 4 teknologier i gruppen, som er samlet i 3 punkter nedenfor.

Fodertilsætningsstoffer og Håndtering af gylle og gødning

Foder- og gylletilsætningsstoffer er teknologier, som ikke tidligere er afprøvet i stor skala, og for hvilke fortsat udvikling er nødvendig. Det har indflydelse på længden af teknologiernes modningsfase, som igen påvirker teknologiernes omstillingshastighed. Sandsynligheden for at teknologiernes fulde reduktionspotentiale kan realiseres i 2030, falder jo senere modningsfasen igangsættes og jo længere tid modningsfasen varer, dvs. hvor lang tid der går til at færdigudviklede produkter er tilgængelige på markedet. Selve effektfasen vurderes at kunne være relativt kort (1-2 år) medmindre anvendelse i praksis kræver nye

¹¹ Der går formentlig ca. 2 år fra, der bevilges midler til skovrejsning til der foretages skovrejsning for de afsatte midler.

¹² Hurtigt voksende træer, som fx nåletræer og poppel, optager i de første 10 år væsentligt mere CO₂ end langsomt voksende træer, som fx eg og bøg.

anlægsinstallationer, eksempelvis til iblanding af stoffet i gyllen. Samlet set vurderes teknologiernes omstillingshastighed med stor usikkerhed at udgøre 3 til 9 år for fodertilsætningsstoffer og 4 til 9 år for gylletilsætningsstoffer og nitrifikationshæmmere ¹³.

Brun bioraffinering som for eksempel pyrolyse:

Mulighederne for opskalering af pyrolyseanlæg med tilfredsstillende drift er usikre, ligesom nedpløjning af biokul i stor skala er uafprøvet i Danmark, og dertil skal miljøaspekter ved nedpløjning afklares. Hvis det forudsættes, at et fuldskala pyrolyseanlæg på ca. 20 MW kan producere biokul svarende til en kulstoflagring på 23,000 – 36.000 ton CO₂ årligt vil det kræve etablering af ca. 1000 til 1800 MW (omkring 50-90 20 MW anlæg) *senest* inden 2029, for at nå det tekniske reduktionspotentiale på 2 mio. ton fra pyrolyse og biokul i 2030. Der er stor usikkerhed forbundet med dette estimat, da der p.t. kun er begrænset viden om, hvor meget fuldskala pyrolyseanlæg i praksis vil kunne producere årligt. Samtidig er der kun etableret meget små forsøgsanlæg i Danmark p.t., hvorfor det kan være en udfordring at udrulle pyrolyseanlæg så bredt, at det fulde tekniske potentiale indfris. Perioden fra, der er truffet beslutning om virkemidlet, til, der er etableret produktionsklare anlæg, forventes at kunne holdes på ca. 3-5 år. Samlet set vurderes omstillingshastigheden at udgøre 4-9 år¹⁴.

DAC (Direct Air Capture):

DAC er endnu en umoden teknologi, hvorfor realisering af potentialet vurderes at have stor gavn af etablering af pilotanlæg og efterfølgende udvikling af fuldskalaanlæg. Sammen med infrastruktur og faciliteter til transport og lagring af CO₂ gør dette tidshorisont og effekt usikker.

¹³ Omstillingshastigheder for foder- og gylletilsætningsstoffer bygger på oplysninger fra FVM og MIM.

¹⁴ Omstillingshastigheder for pyrolyse og biokul bygger på oplysninger fra FVM.

3. Resultater

I de nedenstående afsnit skitseres hvor lang tid frem mod 2030 det vil tage at realisere de tekniske reduktionspotentialer i perioden 2021-2030 tilknyttet de fem grupper af teknologier. Resultaterne præsenteres i intervaller for at rumme de forskellige reduktionspotentialer knyttet til teknologierne i hver gruppe.

Figurerne illustrerer, hvilken betydning tidspunktet for beslutning om at understøtte realisering af de tekniske reduktionspotentialer har for muligheden for at realisere potentialerne helt eller delvist i tidsperioden. Det er søgt illustreret, hvornår der senest skal tages beslutning om at understøtte realisering af teknologiernes reduktionspotentialer, hvis teknologiernes fulde tekniske reduktionspotentialer skal nå at blive indfriet i 2030. For nogle grupper af teknologier (fx Gruppe 4) er beslutningstidspunktet for at opnå *nogen* reduktionseffekt i 2030 nært forestående. Det bemærkes, at der er væsentlig usikkerhed forbundet med tidspunktet for beslutningstagning om at understøtte realisering af de enkelte tekniske reduktionspotentialer. Tidsintervallerne skal betragtes som skøn.

Det bør bemærkes, at der er tale om principskitser, der skal tegne et billede af, hvordan realisering af de tekniske reduktionspotentialer kan forløbe. Der er grundet de store usikkerheder forbundet med mere nøjagtig fastlæggelse af omstillingshastigheder (pga. usikkerhed om fx virkemidler, implementering, teknologiudvikling, aktøradfærd m.v.) antaget forsimplede lineære og eksponentielle reduktionseffekter med bl.a. skarpe knæk.

Størrelsen på det realiserede tekniske reduktionspotentiale kan aflæses på y-aksen, mens x-aksen angiver tidsperioden. Det tidsmæssige spænd for beslutningen om at understøtte realisering af det tekniske reduktionspotentiale er vist med grøn-gul-rød graderet stiplede linje. Inden for hver gruppe kan der forekomme forskellige tidsspænd, der illustrerer, at beslutning om at understøtte realisering af de tekniske reduktionspotentialer i gruppen kan tages på forskellige tidspunkter. Figurerne skal ikke læses som en sum af alle tekniske reduktionspotentialer i den pågældende gruppe, men som en skitsering der i vidt omfang kendetegner og passer på de enkelte tekniske reduktionspotentialer, der indgår i gruppen.

3.1. Gruppe 1 - Anlægsprojekter

Realisering af de tekniske reduktionspotentialer i denne gruppe kræver snarlig beslutningstagen. Det skyldes, at anlægsprojekterne gennemgår flere faser, inden effekten indtræffer, såsom forundersøgelser, etablering, test, idriftsættelse m.v. Det formodes, at reduktionseffekten for det enkelte anlæg kan realiseres på én gang ved idriftsættelsen, men at flere anlæg med lidt forskellige indfasningsprofiler forventes at betyde, at der for det samlede reduktionspotentiale vil være en lidt mere gradvis effektrealisering.

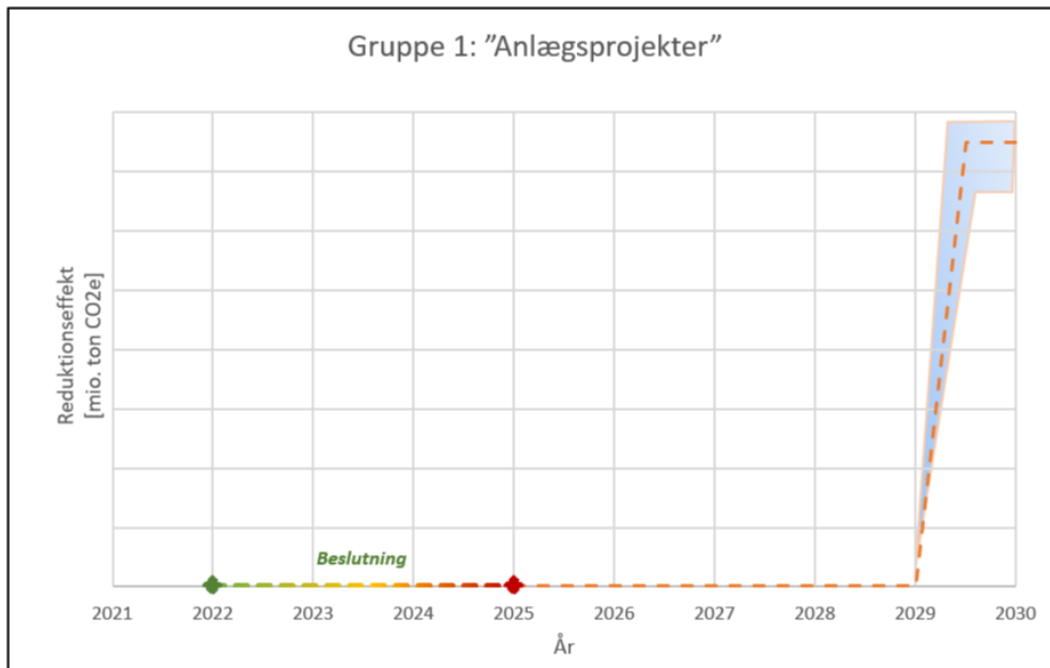
Tiden fra beslutning om at understøtte realisering af det tekniske reduktionspotentiale til realisering af det fulde potentiale er skønnet til 5-7 år, men da omstillingshastigheden for CCS, der udgør op imod 90 pct. af reduktionspotentialet for denne gruppe, er vurderet til

5-8 år, er det 5-8 år der samlet kendetegner denne gruppe. For biogas skønnes omstillingshastigheden at være kortere og er skønnet til 3-5 år. Omstillingshastigheden er illustreret i Figur 2.

For at realisere det samlede fulde reduktionspotentiale for Gruppe 1 vil det være nødvendigt at træffe beslutning senest i 2023. En beslutning efter 2025 vil betyde, at *ingen* reduktionspotentiale i 2030 fra denne gruppe realiseres, grundet den stejle indfasningsprofil. I tiden frem mod beslutning om at understøtte realisering af potentialet kan der med fordel tilvejebringes yderligere viden for at undersøge og kvalificere omstillingshastigheden for det tekniske reduktionspotentiale knyttet til hvert enkel teknologi i gruppen.

For CCS, der er placeret i denne gruppe, og som udgør langt den største del af gruppens samlede reduktionspotentiale, kan det tilføjes, at især etablering af tilstrækkelige lagringsfaciliteter og -kapacitet til at understøtte det fulde reduktionspotentiale, kan indebære en tidshorisont på op til 8 år (fra beslutning af virkemiddel til realisering af fuldt reduktionspotentiale). Øvrig teknologi for såvel CCS som andre reduktionspotentiale i Gruppe 1 kræver op til 7 år til realisering af potentialet (dvs. 2023 for seneste beslutningstagen). Det vil således være nødvendigt med beslutning om realisering af reduktionspotentialet for CCS allerede inden for 1-4 år, og jo længere man venter med at foretage en beslutning, jo mere usikkert vil det være, om det fulde reduktionspotentiale kan indfries.

Figur 2. Illustration af omstillingshastighed for Gruppe 1 – "Anlægsprojekter".



Figur 2 illustrerer udviklingen i indfrielse af reduktionspotentialerne karakteristisk for Gruppe 1 frem mod 2030. Der vurderes at være et bredt spænd på intervallet for beslutningstidspunktet for virkemidlet, en

lang fase forud for effektiviseringen af potentialet samt en stejl indfasningsprofil. Et beslutningstidspunkt senere end 2025 vil resultere i, at *ingen* reduktionspotentialer i 2030 fra denne gruppe realiseres.

3.2. Gruppe 2 - Løbende effekt

En vigtig karakteristika for teknologierne i Gruppe 2 er, at der er tale om en løbende reduktion, hvor andelen af teknologiernes tekniske reduktionspotentialer, som kan indfries i 2030, falder i takt med tiden, der går, før det besluttes at realisere potentialerne.

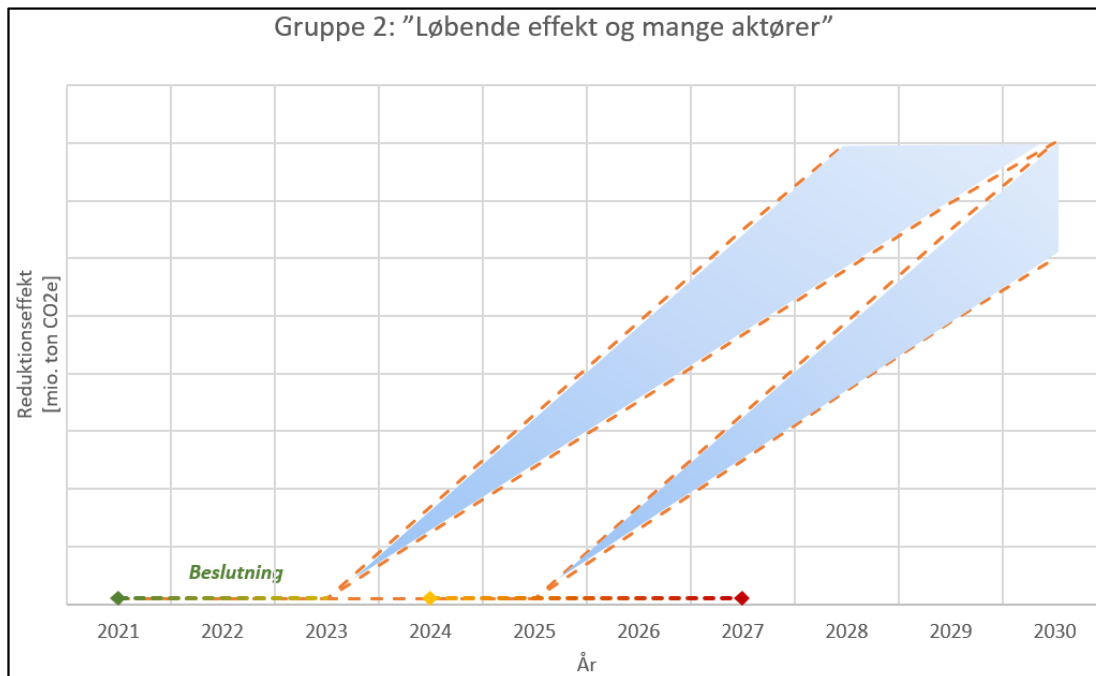
Den løbende effektrealisering skyldes i høj grad de mange aktører som teknologien er fordelt på (fx bilejere eller virksomheder med procesenergi), og som først over tid forventes at indlade sig på den nye teknologi.

Realisering af de tekniske reduktionspotentialer i denne gruppe kræver snarlig beslutningstagen, da tiden fra beslutning om realisering af de tekniske reduktionspotentiale til indfrielse af de fulde reduktionspotentialer er skønnet til 7-9 år. Omstillingshastigheden er illustreret i Figur 3.

I tiden frem til beslutningstagen kan omstillingshastigheden for de enkelte reduktionspotentialer med fordel undersøges nærmere, ligesom det konkrete virkemiddel med fordel kan overvejes nøje. Fx gælder for bilejere, at et forbud mod nye benzin- og dieselmotorer forventeligt vil nedsætte udskiftningstakten, mens der ved tilskud fortsat vil være borgere, der af forskellige årsager ikke ønsker en elbil.

Inden for elektrificering i transporten er det vurderet, at for elbiler ligger tidspunktet for beslutning (hvis fuld realisering af reduktionspotentialet skal opnås) i den tidlige del af beslutningsspændet. Jo længere man venter med beslutning om virkemiddel, jo mindre bliver effekten.

Figur 3. Illustration af omstillingshastighed for Gruppe 2 – "Løbende effekt".



Figur 3 illustrerer udviklingen i indfrielse af reduktionspotentialerne karakteristisk for Gruppe 2 frem mod 2030. Der vurderes at være et bredt spænd på beslutningstidspunktet for virkemidlet, en relativt kort fase forud for effektiviseringen af potentialet, samt en løbende indfasningsprofil. Et beslutningstidspunkt senere end 2023 vil resultere i en *delvis* indfrielse af reduktionspotentialet (illustreret med den gule diamant og graf yderst til højre) i 2030. Figuren angiver til illustration at en beslutning truffet i 2027 ikke vil lede til en reduktionseffekt i 2030, dog findes der mulighed for at en beslutning truffet senere vil have en vis effekt.

3.3. Gruppe 3 - Hurtig effekt

Omstillingshastighederne for de tekniske reduktionspotentialer knyttet til teknologierne i Gruppe 3 er skønnet til 1-2 år. Det er således ikke strengt nødvendigt at foretage en beslutning om at realisere de tekniske reduktionspotentialer snarligt for, at de fulde reduktionspotentialer kan indfries i 2030.

Den korte tid fra beslutning til effekt skyldes, at VE-brændslerne kan indkøbes, og af distributørerne iblandes relativt hurtigt og således vil de fartøjer, der anvender de pågældende brændsler, have reduceret deres CO₂-udledning. Omstillingshastigheden er illustreret i Figur 4.

Tiden frem mod implementering af initiativerne i gruppen kan anvendes til at undersøge hvilke fossile og VE-brændsler der skal i spil samt til at undersøge de globale klimaeffekter af fx biobrændsler. Hvis man vil sikre sig mod en evt. negativ effekt ved anvendelse af udenlandsk producerede biobrændsler på reduktion af de nationale udledninger, kan man overveje at anvende såkaldte elektro-fuels. Der eksisterer ikke et marked for PtX-brændstoffer, og en anvendelse af elektro-fuels vil derfor kræve, at der etableres ny produktionskapacitet, formentlig i Danmark. Nedenstående tabel viser, at produktion af PtX-

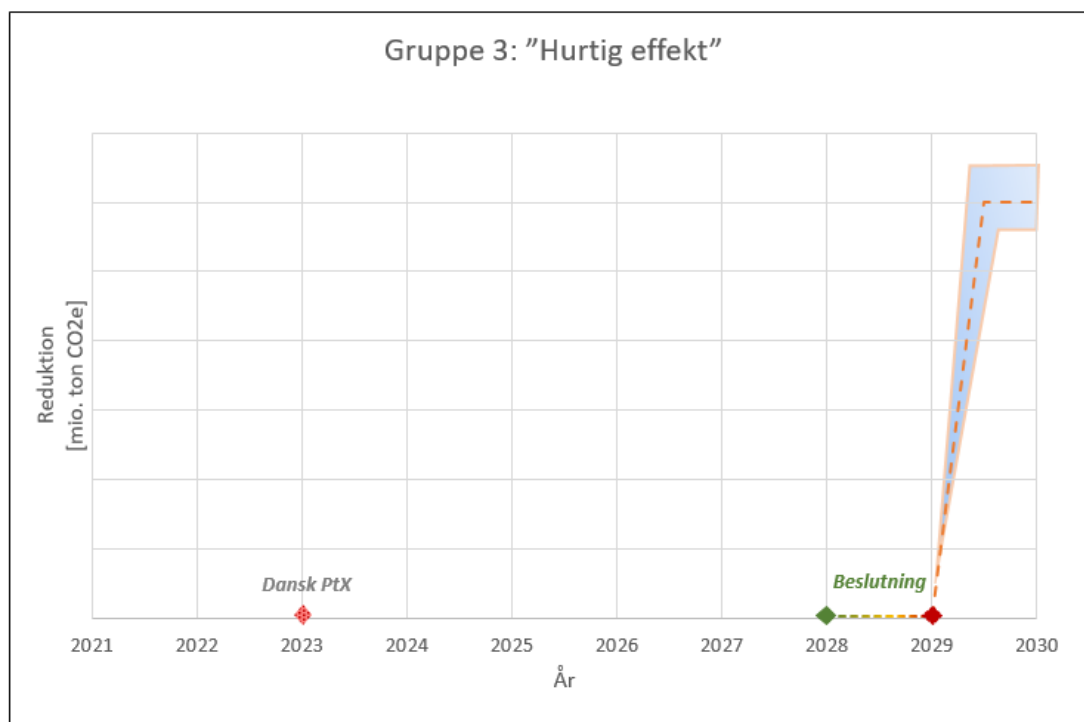
brændstoffer ikke i sig selv giver reduktion i Danmark, medmindre PtX-brændstofferne anvendes til iblanding nationalt, hvilket kræver regulering af efterspørgslen, men at produktion af PtX-brændstoffer til gengæld kan have en positiv effekt globalt set.

Tabel 2. Effekt af PtX-produktion og iblanding af VE-brændsler på nationalt og globalt plan.

	Nationalt perspektiv	Globalt perspektiv
National produktion af PtX	Ingen sikker reduktion	Giver reduktion
Iblanding af VE-brændsler	Giver reduktion	Ingen sikker/mindre reduktion
Begge dele	Giver reduktion	Giver reduktion

Det er vigtigt at bemærke, at såfremt det ønskes, at PtX skal spille en væsentlig rolle i realiseringen af det tekniske potentiale, er der behov for etablering af ny produktionskapacitet. Beslutning om at understøtte realisering af det tekniske reduktionspotentiale med PtX-brændstoffer skal derfor tages langt tidligere end beslutningen om iblanding, da der er tale om anlægsprojekter med relativt lange planlægningshorisonter (markeret med en lyserød diamant i figuren nedenfor). Det betyder, at hvis man for sent beslutter sig for at anvende PtX-produktion til at dække behovet for iblanding, afskriver man sig muligheden for, at PtX kan dække en væsentlig del af reduktionspotentialet.

Figur 4. Illustration af omstillingshastighed for Gruppe 3 – "Hurtig effekt".



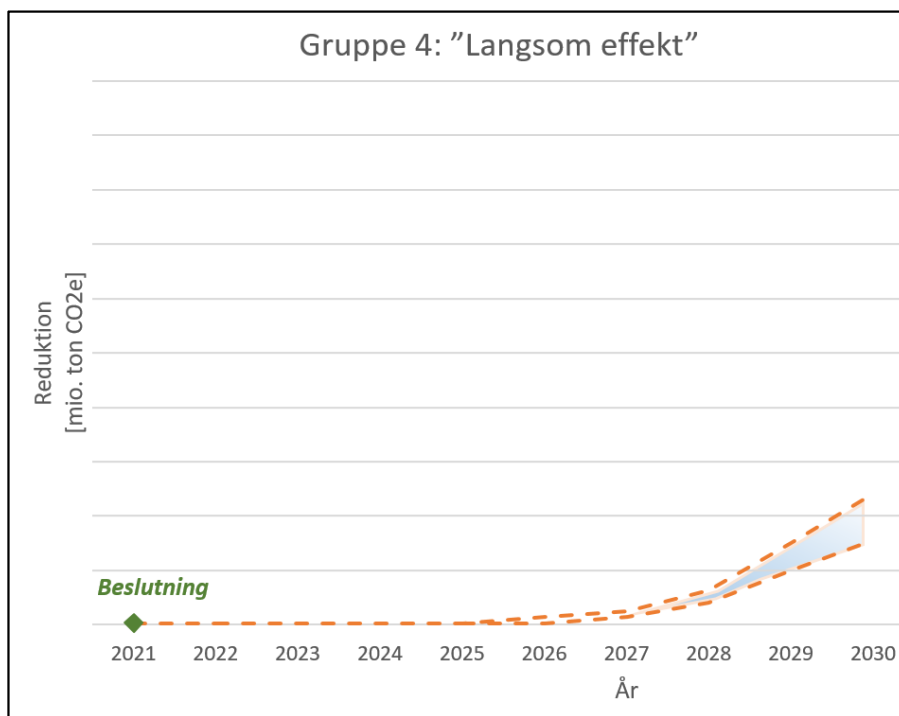
Figur 4 illustrerer udviklingen i indfrielse af reduktionspotentialerne karakteristisk for Gruppe 3 frem mod 2030. Der vurderes en kort tid fra beslutning til effekt, en kort fase forud for effektiviseringen af potentialet,

samt en stejl indfasningsprofil. Et beslutningstidspunkt senere end 2029 vil resultere i at *ingen* reduktionspotentialer i 2030 fra denne gruppe realiseres. Beslutning om at realisere det tekniske reduktionspotentialer knyttet til PtX-brændstoffer skal tages senest i 2022-2024, hvis en væsentlig del af potentialet skal realiseres.

3.4. Gruppe 4 - Langsom effekt

Denne gruppe består af blot én teknologi; Yderligere skovinitiativer. For at realisere teknologiens fulde tekniske reduktionspotentialer i 2030 skal beslutning om at understøtte realisering af potentialet tages i indeværende år. Tages beslutningen senere, vil effekten være markant lavere. Figur 5 illustrerer med en svagt eksponentielt stigende reduktions-effekt omstillingshastigheden for Gruppe 4. Dog skal det nævnes, at skovrejsning, der beslutes i de kommende år kun vil bidrage marginalt til 2030-målet, fordi væksten for mange trætyper først for alvor tager til efter 20 år. Skovrejsning som klimatiltag skal derfor primært ses i et længere perspektiv frem mod 2050.

Figur 5. Illustration af omstillingshastighed for Gruppe 4 – "Langsom effekt".



Figur 5 illustrerer udviklingen i indfrielse af reduktionspotentialerne karakteristisk for Gruppe 4 (Yderligere skovinitiativer) frem mod 2030. Det vurderes, at beslutning om virkemidlet skal ske hurtigst muligt da der er en lang fase forud for indfrielse af potentialet. Et beslutningstidspunkt senere end 2022 vil resultere i at tilnærmelsesvis *intet* reduktionspotentialer fra skovrejsning realiseres i 2030.

3.5. Gruppe 5 - Umodne teknologier

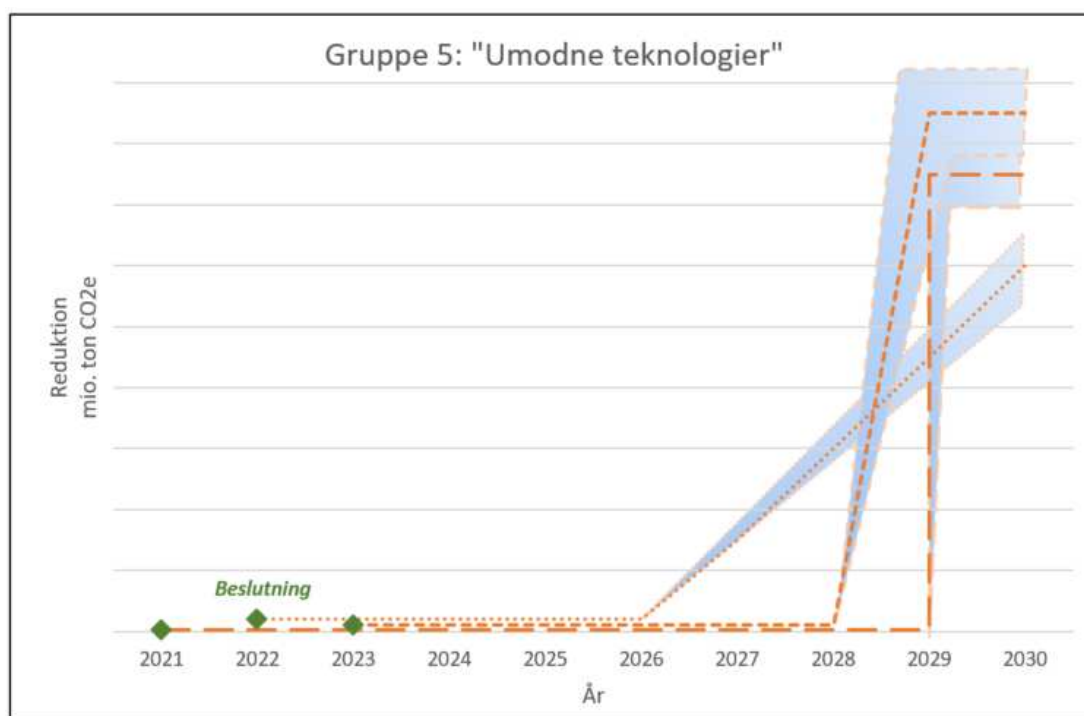
Eftersom de tekniske reduktionspotentialer knyttet til teknologierne i Gruppe 5 er kendetegnet ved en høj grad af usikkerhed ift. både tid og effekt, er det ikke muligt at fastlægge, hvornår der senest skal tages beslutning om at understøtte realisering af reduktionspotentialerne, hvis deres fulde effekt skal søges indfriet i 2030. Til gengæld vil det tidligt i forløbet frem mod 2030 være nødvendigt at sikre udvikling og demonstration for at skabe

det grundlag, hvorpå implementering af teknologi og potentialerealisering kan opnås. Da udvikling, demonstration og opskalering er behæftet med sikkerhed, vil tidlig start bidrage til at sikre, at det fulde reduktionspotentiale rent teknisk kan realiseres i 2030.

Specifikt for DAC kan omstillingshastigheden skønnes til at være 4-7 år. En kort omstilling (og dermed en omstillingshastighed på få år) giver ingen eller kortere tid til modning, hvilket forventeligt vil give højere omkostninger og dertil give større usikkerhed, om hvorvidt det fulde potentiale kan nås. Det modsatte gør sig gældende for en lang omstilling. Anlæg til enten at lagre eller anvende fx PtX ligger ud over nærværende vurderinger ligesom evt. anlæg af elproduktionskapacitet til at forsyne DAC-anlæg (fx havvindmøller) ikke indgår.

Figur 6 illustrerer forskellige effektrealiseringer (eks. direkte effekt, hurtig effekt og løbende omstilling) og understreger behovet for den teknologiafklaring, der kan ligge forud for implementering af teknologierne i gruppen.

Figur 6. Illustration af omstillingshastighed for Gruppe 5 – "Umodne teknologier".

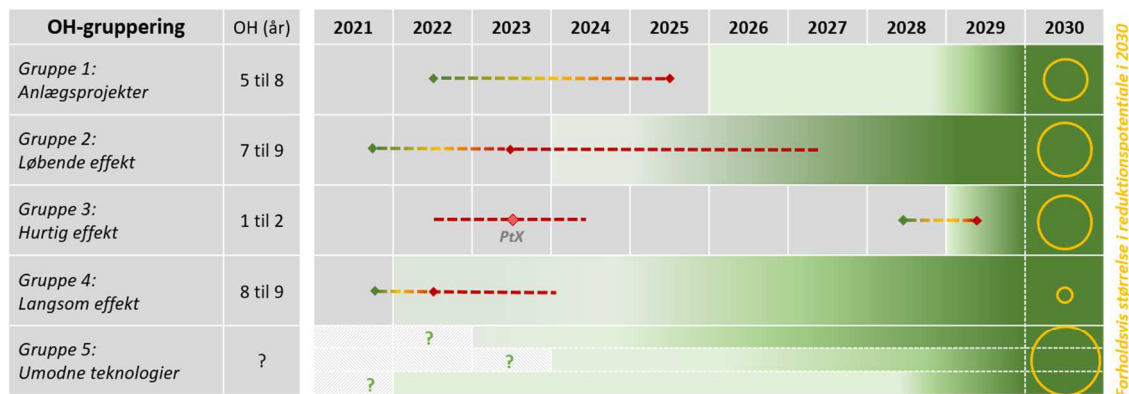


Figur 6 illustrerer udviklingen i indfrielse af reduktionspotentialerne karakteristisk for Gruppe 5 frem mod 2030. Det vurderes at beslutningen om virkemiddel skal træffes tidligst muligt, da der vil være en lang fase forud for effektuering af potentialet, samt en stejl indfasningsprofil.

4. Perspektiver for realisering af de tekniske reduktionspotentialer

Tidspunktet for beslutning om at realisere et tekniske reduktionspotentiale, er for flere af grupperne afgørende for, hvor stor en andel af reduktionspotentialet der kan nå at blive indfriet i 2030. Ved beslutning truffet tidligt (markeret med grøn diamant i figur 7) forventes det fulde reduktionspotentiale at kunne indfries. Den røde diamant afspejler absolut sidste udkald, hvis det fulde reduktionspotentiale skal indfries. Træffes beslutningen senere, forventes det for nogle teknologier stadig at være muligt at realisere en vis del af det fulde reduktionspotentiale frem mod 2030. Det understreges, at der er usikkerhed omkring skøn for beslutningstidspunkter både grundet mangel på data og analyser og fordi det for flere teknologier gælder, at de ikke tidligere er afprøvet eller udrullet i en skala, som er sammenlignelig med antagelserne i indeværende notat. Generelt gælder, at jo tidligere der tages beslutning om at realisere et teknisk reduktionspotentiale, jo mere sikkert er det, at reduktionspotentialet kan indfries, og modsat jo længere man venter, jo større bliver risikoen for en mindsket eller ingen reduktion.

Figur 7. Illustration af omstillingshastighed på gruppeniveau.



- Boblerne angiver størrelsen på gruppens reduktionspotentiale og har til formål at illustrere størrelsesforholdet mellem de enkelte gruppers reduktionspotentiale. Boblerne tager ikke højde for eventuelle overlap eller sammenhænge mellem gruppernes reduktionspotentiale.
- Farvegradueringen angiver hastigheden hvormed gruppens reduktionspotentiale kan indfries. En hurtig overgang fra lysegrøn til mørkegrøn illustrerer at gruppens reduktionspotentiale kan indfries hurtigt.
- ◆ Diamanterne angiver beslutningstidspunkt for et virkemiddel til at indfri gruppens reduktionspotentiale. Farven på den enkelte diamant er desuden af betydning.
- ◆ Grøn diamant angiver et beslutningstidspunkt, som forventes at muliggøre indfrielse af gruppens fulde reduktionspotentiale i 2030.
- ◆ Rød diamant angiver det beslutningstidspunkt, som forventes at være absolut sidste udkald, hvis der skal være en sandsynlighed for at realisere gruppens fulde reduktionspotentiale i 2030.
- ◆ Pink diamant fremgår ved Gruppe 3, hvor omstillingshastigheden for PtX adskiller sig fra omstillingshastigheden for de øvrige teknologier i gruppen. Pink diamant angiver det beslutningstidspunkt, som forventes at være sidste udkald for opnåelse af en væsentlig reduktionseffekt i 2030.
- Det skraverede område for Gruppe 5 angiver modningsfase (herunder demonstrations- og udviklingsfase).

For Gruppe 1 – Anlægsprojekter gælder, at biogas skønnes at have en omstillingshastighed på 3-5 år, hvilket afviger fra gruppens interval på 5-8 år.

Hvis der skal sikres en reduktion af drivhusgasudledninger, der som minimum er på størrelse med mankoen i 2030, kan nedenstående overordnede vurderinger tages i betragtning i forhold til, hvornår der skal tages politisk beslutning om at igangsætte implementering eller udvikling af reduktionspotentialerne.

4.1 Gruppe 1 - Anlægsprojekter

For denne gruppe er det afgørende at der ikke tages beslutning for sent, da det vil medføre en risiko for, at der ikke kan realiseres nogen effekt i 2030. Pga. de mange faser fra beslutning til reduktion forventes der ikke at være nogen effekt ved beslutning efter 2025. Det er vigtigt at bemærke, at langt det største reduktionsbidrag i denne gruppe kommer fra CCS (3,5-8 mio. ton CO₂ mod hhv. 0,4-1 for raffinaderier og Nordsøen samlet), og at der ikke er erfaring med storskalaudrulning af denne teknologi i Danmark.

4.2. Gruppe 2 - Løbende effekt

For teknologierne i denne gruppe kan beslutningen udskydes, men jo senere beslutningen tages, jo mindre andel af reduktionspotentialet vil blive realiseret. Afhængig af hvor meget reduktion det besluttet at søge opnået inden for Gruppe 1, kan reduktionspotentialerne i Gruppe 2 doseres således, at det ønskede bidrag til at reduktion af mankoen opnås. Dosering kan ske ved kun at udvælge nogle af teknologierne eller ved at træffe beslutning senere. Det skal bemærkes, at reduktionspotentialerne og omstillingshastigheden ikke inddrager økonomiske forhold, men at det må forventes, at en forceret omstilling (stærkere virkemidler) vil have højere omkostninger.

4.3. Gruppe 3 - Hurtig effekt

Da denne gruppe er kendetegnet ved kort tid fra beslutning til effekt kan den anvendes som et fleksibelt værktøj til sent i forløbet frem mod 2030 at realisere de sidste reduktioner for at nå 70 pct.-målet. Hvis reduktionerne i de andre grupper har vist sig at give større eller mindre/senere effekt end forventet, kan denne gruppe af tekniske reduktionspotentialer reserveres til beslutning relativt sent i perioden, således at det sikres, at målet nås. Det skal dog bemærkes, at der er overlap mellem reduktionspotentialet for elektrificering af transporten og en del af potentialet for iblanding af VE-brændsler. Dertil kommer, at såfremt der ønskes iblanding med PtX-brændstoffer, der globalt set antages at give større reduktion end biobrændstoffer, kræver det tidligere beslutning for at sikre dansk PtX-produktion (og dertilhørende el-produktion, fra fx havvind). Denne del af Gruppe 3 fungerer således ikke som "fleksibelt værktøj".

4.4. Gruppe 4 - Langsom effekt

Denne gruppe omfatter teknologien Yderligere skovinitiativer (skovrejsning) og er kendetegnet ved begrænset effekt i 2030, men til gengæld med en langsigtet effekt der vil få markant større betydning i fx 2050. Beslutning om opnåelse af reduktionspotentialet i denne gruppe skal derfor snarere bunde i hensynet til målet om klimaneutralitet i 2050 end i hensynet til 70 pct.-målsætningen i 2030.

4.5. Gruppe 5 - Umodne teknologier

Den store usikkerhed om størrelsen og tidshorisonten for effekten af de tekniske reduktionspotentialer i Gruppe 5 betyder, at der vil være stor risiko ved alene at bero på disse potentialer ift. målopnåelse i 2030. De teknologierne, der har et stort teknisk potentiale for reduktioner, kan med fordel kombineres med tekniske reduktionspotentialer fra andre grupper for at sikre effekt. I det omfang man beror på teknologier i Gruppe 5, bør beslutning om at modne teknologien komme tidligt for at sikre en vis afklaring.