

Beregningsforudsætninger for vurdering af Danmarks klimamål- sætninger i forhold til Parisaftalen

Baggrundsnotat til Klimarådets analyse *Rammer for dansk klimapolitik*

Dette notat beskriver antagelserne bag de beregninger, der er præsenteret i kapitel 1 i Klimarådets analyse *Rammer for dansk klimapolitik*, hvor det vurderes, om Danmarks klimamålsætninger er i overensstemmelse med Parisaftalens temperaturmålsætning.

De væsentligste beregningsforudsætninger, som gennemgås i notatet, er følgende:

- Temperaturmålsætning
- Sandsynlighed for at overholde temperaturmålet
- Målemetode for temperaturstigning
- Fordelingsprincip for globalt CO₂-budget
- Udregning af Danmarks CO₂-udledninger frem mod 2050

Temperaturmålsætning

Paris aftalen indeholder en målsætning om at begrænse temperaturstigningen ”et godt stykke under 2 grader med sigte på at holde temperaturstigningen under 1,5 grader”. Eftersom temperaturen allerede er steget med næsten 1 grader, så er der meget stor forskel på det resterende CO₂-budget for henholdsvis 1,5 grader og 2 grader. 2-graders budgettet er over dobbelt så stort som det tilsvarende budget for 1,5-grader, jf. tabel 1.

		TCRE percentil		
		33 pct.	50 pct.	66 pct.
		Gt CO ₂		
1,5°C	Lav historisk temperaturstigning	840	580	420
	Høj historisk temperaturstigning	1.080	770	570
2,0°C	Lav historisk temperaturstigning	2.030	1.500	1.170
	Høj historisk temperaturstigning	2.270	1.690	1.320

Tabel 1: Globalt CO₂-budget under forskellige antagelser

Anm. 1: Budgettet vedrører udledninger fra 1. januar 2018.

Kilde: IPCC, Special Report: Global Warming of 1,5°C (2018), tabel 2.2.

I Klimarådets vurdering er der taget udgangspunkt i 1,5 grader, som værende den målsætning, der sigtes efter. Det skyldes flere forhold:

- Den nylige SDG-rapport¹ og 1,5-graders rapporten² gjorde begge opmærksom på, at 1,5 grader er en markant bedre verden at leve i end 2 grader. Der er tipping points, som kan risikere at ligge mellem 1,5 og 2 graders opvarmning, som skal undgås for at holde konsekvenser af klimaforandringerne til et minimum.
- Den politiske opmærksomhed omkring nødvendigheden af en tidlig indsats er skærpet efter 1,5-graders rapporten. Politikere i Danmark og internationalt understreger vigtigheden af at sigte mod 1,5-grader. Fx refererer energiaftalen i 2018 (indgået mellem samtlige partier i Folketinget) til, at nettonuludledninger senest i 2050 er nødvendigt for at overholde Parisaftalen, hvilket relaterer sig til 1,5-graders målsætningen.

¹ The Future is Now: Science for Achieving Sustainable Development (2019)

² IPCC, Special Report: Global Warming of 1,5°C (2018)

Sandsynlighed for at overholde temperaturmålet

IPCC-rapporterne opererer med tre forskellige tal for, hvor meget opvarmningseffekt CO₂ har. IPCC fremhæver 33., 50. og 66. percentil for opvarmningseffekten af CO₂ (også kaldet TCRE, som står for Transient Climate Response to cumulative emissions of carbon). IPCC beskriver dette som sandsynligheden for, at temperaturstigningen holder sig under et givent niveau, når der udledes en givet mængde CO₂. Der er dog ud over denne sandsynlighed også en række andre usikkerhedsfaktorer, som kan påvirke budgettet.

Klimarådet tager udgangspunkt i 66. percentil for opvarmningen af CO₂. Derved tages udgangspunkt i, at det skal være mere sandsynligt, at temperaturen holdes under målsætningen, end at den overstiger den. Ved denne sandsynlighed vurderer IPCC, at der er en "likely" sandsynlighed for at temperaturen holdes under 1,5-grader. En beregning med udgangspunkt i et forsigtighedsprincip taler for, at man bruger 66 pct. sandsynlighed.

Målemetode for temperaturstigning

I IPCC-rapporten fremgår der to forskellige tal for, hvor meget temperaturen er steget indtil nu. Disse baserer sig på to forskellige målemetoder. Det lave estimat for temperaturstigningen er 0,87°C, mens det høje er 0,97°C. Disse to estimater giver anledning til forskellige CO₂-budgetter: Budgettet er højere for det lave estimat og omvendt. I IPCC-rapporten benyttes begge tal.

I Klimarådets vurdering tages der ikke stilling til, om budgettet skal udregnes ud fra det lave eller høje estimat for den historiske opvarmning. Det giver derfor anledning til et spænd for det globale karbonbudget på 420-570 Gt CO₂.

Fordelingsprincip for globalt CO₂-budget

I analysen *Rammer for dansk klimapolitik* præsenteres en række mulige fordelingsprincipper, når man skal oversætte et globalt CO₂-budget til et dansk CO₂-budget. Klimarådet har valgt at tage udgangspunkt i et lighedsprincip. Det vil sige, at alle mennesker i verden tildeles lige meget af CO₂-budgettet, og et lands CO₂-budget afhænger dermed kun af indbyggertallet. Begrundelsen herfor er uddybet i analysen. Der er imidlertid andre måder at opgøre et lands drivhusgasbudget på. Nogle af disse er forklaret i IPCC's rapport, og eksemplificeret i blandt andet du Pont (2016).

Der er forskellige tilgange til at omsætte et lighedsprincip på. Klimarådet har i analysen valgt en tilgang, hvor budgettet, gældende fra 1. januar 2018, fordeles ligeligt ud til alle mennesker i 2020.

Danmark har i 2020 godt 5,8 mio. indbyggere ifølge Danmarks statistik. Til sammenligning er den globale befolkning ca. 7,8 mia. mennesker i 2020 ifølge FN's befolkningsfremskrivning. Dette giver Danmark en andel af verdens befolkning på 0,075 pct. Der er dermed ikke taget højde for forskelle i befolkningsvækst efter 2020 på tværs af lande.

De ovenstående valg giver anledning til et spænd for Danmarks CO₂-budget på ca. 325-425 mio. ton CO₂, jf. tabel 2.

		TCRE percentil		
		33 pct.	50 pct.	66 pct.
		----- Mio. ton CO ₂ -----		
1,5°C	Lav historisk temperaturstigning	625	425	325
	Høj historisk temperaturstigning	800	575	425
2,0°C	Lav historisk temperaturstigning	1.525	1.125	875
	Høj historisk temperaturstigning	1.700	1.275	975

Tabel 2: Danmarks andel af globalt CO₂-budget under forskellige antagelser

Anm. 1: Tabellens tal fås ved at gange tabel 1 med 0,075 pct., hvorefter tallene er afrundet til nærmeste 25.

Kilde: IPCC, Special Report: Global Warming of 1,5°C (2018), tabel 2.2, og egne beregninger.

Udregning af Danmarks CO₂-udledninger frem til 2050

De fire ovenstående beregningsforudsætninger har betydning for, hvor stort Danmarks CO₂-budget med rimelighed kan siges at være – givet videnskaben og anvendelse af et lighedsprincip.

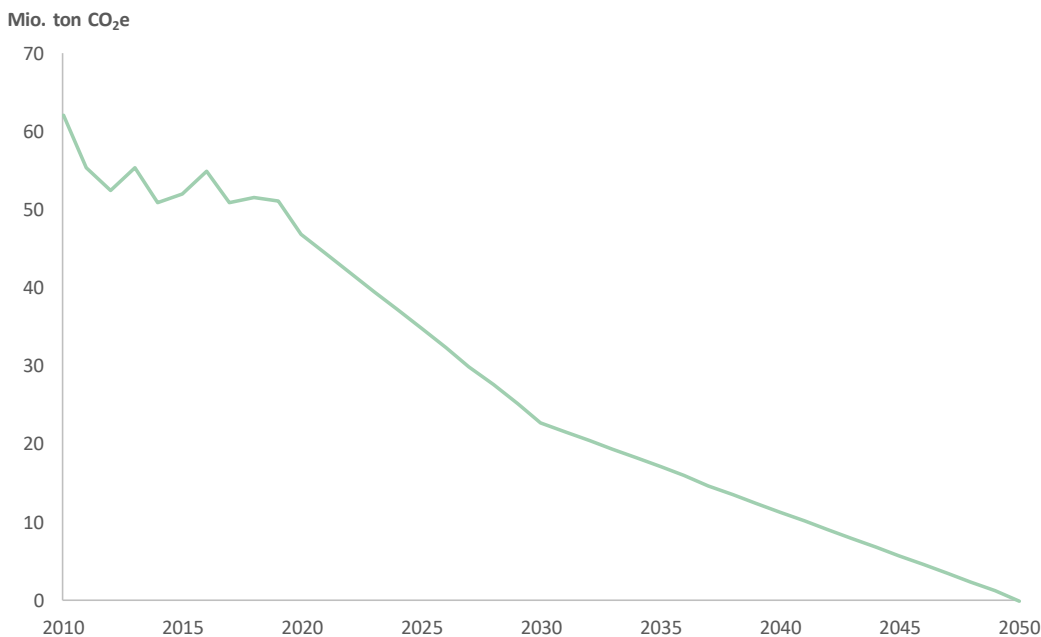
Hvor store Danmarks CO₂-udledninger bliver ved dansk målopfyldelse, vil være afgørende for, om Danmarks mål kan siges at være i overensstemmelse med Parisaftalen og 1,5 graders målet. Når man skal vurdere, om Danmark overholder et givent CO₂-budget, er det derfor vigtigt at skelne mellem CO₂-udledninger og de samlede drivhusgasudledninger. Budgetterne fra IPCC omfatter udelukkende CO₂-udledninger, mens Danmarks klimamål omfatter udledninger af alle drivhusgasser. Der er derfor ikke én bestemt måde at vurdere, om Danmarks klimamål er i overensstemmelse med CO₂-budgetterne fra IPCC. Det afhænger af, i hvilken grad målene opfyldes ved at reducere CO₂-udledningerne henholdsvis non-CO₂-udledningerne, og hvad den mere præcise reduktionssti er.

Til beregningerne tages udgangspunkt i Danmarks samlede udledninger inklusiv udledninger fra arealanvendelse (LULUCF).³ Danmarks udledninger i 1990 beregnes som udledningerne i FN's basisår, som opgøres uden LULUCF plus udledningerne fra LULUCF-sektoren. Udledningerne i FN's basisår er på 70,8 mio. ton CO₂e, og udledningerne fra LULUCF-sektoren er ca. 4,9 mio. ton CO₂e.⁴ Til sammen er Danmarks samlede udledninger ca. 75,7 mio. ton i 1990.

Danmarks fremtidige samlede drivhusgasudledninger tager udgangspunkt i målsætninger om 70 pct. i 2030 og 100 pct. i 2050. Således sættes de samlede udledninger i 2030 til 22,7 mio. ton CO₂e. Der antages beregningsteknisk en lineær reduktionssti fra Basisfremskrivningens udledninger i 2020 frem til 70-pct. reduktionen i 2030, jf. figur 1. Ligeledes antages beregningsteknisk en lineær reduktionssti fra 2030 til nettonul i 2050.

³ Beregningerne forudsætter, at alle udledninger fra LULUCF-sektoren udgøres af CO₂-udledninger. CO₂-udledningerne udgør langt størstedelen af udledningerne fra denne sektor, men der er også en begrænset mængde non-CO₂-udledninger.

⁴ Energistyrelsen, Basisfremskrivning 2019, 2019



Figur 1 Reduktionssti for de samlede danske drivhusgasudledninger, inkl. LULUCF

Anm. 1: Reduktionsstien er ved en beregningsteknisk forudsat lineær sti mellem 2020-30 henholdsvis 2030-50.

Kilde: Energistyrelsen, Basisfremskrivningen 2019 og egne beregninger.

Ud fra denne forudsatte udvikling i de samlede drivhusgasser er der nedenfor opstillet forskellige fordelinger af henholdsvis CO₂-reduktioner og non-CO₂-reduktioner. Antagelserne om disse fordelinger giver forskellige bud på den samlede danske CO₂-udledning frem til 2050. De akkumulerede udledninger tælles fra 2018 til 2050.

Basisåret 1990: Danmarks udledninger i FN's basisår 1990 ligger fast, også selvom nye beregningsmetoder gør, at de formodede udledninger i 1990 regnes om. De officielle opgørelser for Danmarks udledninger ekskl. LULUCF afviger en smule fra FN's basisår og er på 70,3 mio. ton CO₂e. Derfor opjusteres de officielle CO₂-udledninger og non-CO₂-udledninger ekskl. LULUCF, således at de tilsammen giver 70,8 mio. ton CO₂e. Det giver "Basisårskorrigerede udledninger ekskl. LULUCF" på 55,1 mio. ton CO₂, og 15,7 mio. ton CO₂e for non-CO₂ i 1990. Hertil lægges CO₂-udledningerne fra LULUCF-sektoren.

2030 CO₂-målet: Reduktionen af CO₂ i 2030 i beregningerne afhænger af, hvad der samtidig antages af reduktion af non-CO₂, således at 70 pct. målet samlet set nås. Forventes der 70 pct. reduktion i non-CO₂, så skal CO₂ også reduceres med 70 pct. Forventes non-CO₂ kun at blive reduceret med fx 35 pct., så skal CO₂-udledningerne reduceres med ca. 80 pct.

2050 CO₂-målet: 2050 målet for CO₂ er lavet ligesom 2030-målet blot med et mål om, at de samlede drivhusgasser skal være i nettonul. Hvis non-CO₂ reduceres med mindre end 100 pct., så skal CO₂-udledningerne reduceres med mere end 100 pct.

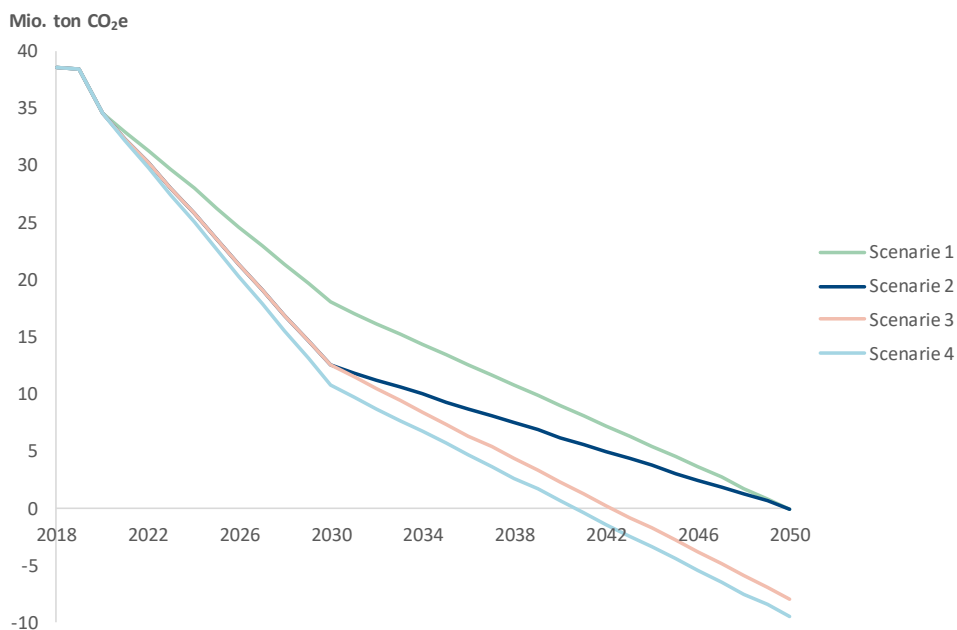
Der er lavet 4 illustrative scenarier, som alle har den samme reduktionssti for de samlede drivhusgasudledninger, som er illustreret i tabel 3 og figur 2. Scenarie 1 har lige stor reduktion af alle drivhusgasser. Scenarie 2 har mindre non-CO₂-reduktion i 2030 (35 pct.), men 100 pct. reduktion for alle drivhusgasser i 2050. Scenarie 3 har 35 pct. reduktion af non-CO₂ i 2030 og 50 pct. reduktion i 2050. Dermed forudsættes et nettooptag af CO₂ i 2050. Non-CO₂-udledningerne i scenarie 4 rammer Basisfremskrivningens udledninger i 2030

(svarende til 24 pct. reduktion ift. 1990), og kun 40 pct. reduktion af non-CO₂-udledningerne i 2050. Dette giver ligeledes anledning til nettooptag af CO₂ i 2050.

	Reduktion af CO ₂		Reduktion af non-CO ₂	
	2030	2050	2030	2050
	----- pct. -----			
Scenarie 1	70	100	70	100
Scenarie 2	79	100	35	100
Scenarie 3	79	113	35	50
Scenarie 4	82	116	24	40

Tabel 3: Reduktioner af CO₂- og non-CO₂-udledninger under forskellige scenarier

Kilde: Egne beregninger.



Figur 2 Reduktionsstier for CO₂-udledningerne i forskellige scenarier

Anm. 1: Reduktionsstien er ved en beregningsteknisk forudsat lineær reduktionssti mellem 2020-30 henholdsvis 2030-2050.

Kilde: Energistyrelsen, Basisfremskrivningen 2019 og egne beregninger.

Under disse fire scenarier vil Danmarks CO₂-udledninger være i spændet 325-525 mio. ton CO₂, jf. tabel 4. CO₂-udledningerne i scenarie 3 og 4 ligger begge inden for Danmarks budget i tabel 2 på ca. 325-425 mio. ton, jf. tabel 4. CO₂-udledningerne i scenarie 1 og 2 ligger derimod højere end Danmarks budget.

	2030	2040	2050	I alt 2018-50
	----- mio. ton CO ₂ -----			
Scenarie 1	18	9	0	525
Scenarie 2	13	6	0	450
Scenarie 3	13	2	-8	375
Scenarie 4	11	1	-9	325

Tabel 4: Danmarks CO₂-udledninger fra 2018-2050 under forskellige scenarier

Anm. 1: De akkumulerede tal er afrundet til nærmeste 25.

Kilde: Egne beregninger.