

# Karbonpriser til bruk i nyttekostnadsanalyser

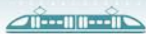
TØI rapport 1912/2022 • Forfattere: Paal Brevik Wangsness, Knut Einar Rosendahl • Oslo, 2022 • 94 sider

Målet med denne rapporten er å gjennomgå litteraturen om karbonprisbaner i samsvar med målet om å begrense den globale gjennomsnittstemperaturen til 1,5 °C, og gi veiledning om i) målkonsistent *nivå og prisbane* for karbonkostnadene, tolket som marginal tiltakskostnad for å nå et netto nullutslippsmål i Europa innen 2050, og ii) om anvendelse av karbonpriser i samfunnsøkonomiske analyser (SØA). Ved å trekke ut resultater fra et stort utvalg av scenarier fra ulike modeller (Integrated Assessment Models - IAMer) som har blitt brukt i IPPC sin spesialrapport om global oppvarming på 1,5 °C, anbefaler vi å bruke en karbonpris på 166 Euro per tonn CO<sub>2</sub> ekvivalenter i 2025, stigende til 1014 Euro per tonn i 2050. Vi anbefaler at denne karbonprisen brukes i SØA-er i hele økonomien, det vil si uavhengig av om prosjektets utslipp er regulert av EUs kvotesystem eller ikke.

Ved gjennomføring av samfunnsøkonomiske analyser (SØAer) av prosjekter med konsekvenser for CO<sub>2</sub>-utslipp (eller andre klimagassutslipp), skal disse utslippene verdsettes. Denne verdien blir ofte referert til som karbonprisen. Målet med denne rapporten er å undersøke litteraturen om karbonprisbaner i samsvar med målet om å begrense globale gjennomsnittstemperaturer til 1,5 °C, og gi veiledning om i) målkonsistent nivå og prisbane for karbonkostnadene, tolket som marginal tiltakskostnad for å nå et netto nullutslippsmål i Europa innen 2050, og ii) anvendelse av karbonverdier i SØAer.

I vår sammenheng er karbonprisen ikke knyttet til skadene fra klimaendringer, men til skyggeprisen knyttet til å nå klimamålet. En annen måte å tolke karbonkostnaden på er at hvis alle utslippskilder står overfor en karbonpris som tilsvarer tiltakskostnaden, og ingen annen støttende klimapolitikk implementeres, nås utslippsmålet nøyaktig til lavest mulig kostnad.

For å utlede et estimat for karbonprisen trenger man god forståelse av hvor kostbart det er å redusere karbonutslipp, ikke bare i dag, men langt inn i fremtiden. Til dette formål brukes vanligvis såkalte integrerte vurderingsmodeller (Integrated Assessment Models - IAM). Det finnes en rekke scenarier basert på slike modeller, mange av dem i



samsvar med 1,5 °C og netto nullutslippsmål. De fleste av dem er hentet fra databasen IAMC (Integrated Assessment Modeling Consortium) 1.5°C Scenario Explorer håndtert av IIASA (Huppmann, Kriegler, Krey, et al., 2018) og oppsummert i IPCC (2018). Dette representerer de samlede funnene fra verdens ledende forskningsinstitutter, med en spesielt sterk representasjon fra europeiske forskningsentre. I disse scenariene søker modellørene etter den (for det meste globale) karbonprisbanen som kreves for å nå målet. I denne rapporten oppsummerer vi funnene fra disse og andre scenarier, og diskuterer mulige årsaker til den store variasjonen i prisbaner. Vi forklarer at den store variasjonen kan skyldes forskjeller i modellstruktur samt ulike forutsetninger om fremtidig utvikling.

Å velge et riktig fordeling av karbonprisbaner basert på et utvalg av IAM-scenarier, med et sentralt estimat, reiser en rekke problemstillinger. I Huppmann, Rogelj, Kriegler, Krey, and Riahi (2018) gir forfatterne retningslinjer, og vi har gjort vårt beste for å gjøre vurderinger i tråd med disse. For det første plukker vi ikke et enkelt scenario og trekker ut en karbonprisbane, men utnytter heller et så stort utvalg av scenarier som mulig. For det andre formidler vi flere verdier; median, gjennomsnitt, interkvartilbredde og full spredning. Vårt mål er å utnytte og kommunisere så mye informasjon som mulig fra scenarier som er i samsvar med 1,5°C-målet, men som ikke har for mye kortsiktig overskridelse av temperaturmålet og heller ikke er for avhengige av høye nivåer av bioenergi med karbonfangst og lagring (BECCS) siden mye kritikk har blitt reist mot de enorme mengdene BECCS i mange scenarier og det stilles spørsmål om det er realistisk og bærekraftig, jf. delkapittel 2.2.6.

Scenarier som i stor grad er avhengige av øvrig politikk og regulering i tillegg til karbonprising gjør det vanskelig å fastslå riktig skyggepris på klimamålet, og brukes derfor ikke direkte. Disse blir fortsatt gjennomgått og kommentert. Eksempler på slike studier er Europakommisjonen (2018) og IEA (2019). En annen innflytelsesrik studie er fra High-Level Commission on Carbon Prices (Stiglitz et al., 2017), men der presenteres bare karbonpriser i samsvar med 2°C-målet.

Siden de fleste relevante scenariene finnes i IAMC-databasen, fokuserer vi spesielt på disse scenariene. I Tabell S 1 viser vi "eliminerasjonsprosessen" når vi går fra et utvalg av 84 IAMC-scenarier (første kolonne) til et mindre utvalg der vi ekskluderer scenarier med for høy overskridelse av temperaturmålet på kort sikt (andre kolonne), og deretter ekskluderer scenarier som er for avhengige av store nivåer av BECCS (tredje kolonne). Etter denne prosessen ender vi opp med karbonprisområdene for 2050 vist i Tabell S 1. Vi gir tilsvarende tabeller for hvert femte år fra 2020 til 2045 i vedlegg C.

Tabell S 1 illustrerer den store usikkerheten om karbonpriser i tråd med 1,5-gradersmålet. I denne rapporten belyser vi hvorfor denne spredningen er så stor. Viktige faktorer er type modell, forutsetninger om fremtiden f.eks. såkalte Shared Socioeconomic Pathways – SSP, og tilgang til og kostnader ved klimavennlige teknologier implementert i modellene. Vi kan ikke si med sikkerhet at noen modell eller noe scenario vi har lagt til i utvalget vårt er bedre enn en annen, og vi kan derfor ikke anbefale noe enkelt scenario eller modell.

Det vil imidlertid også være noen skjevheter i utvalget, siden det er underrepresentasjon av enkelte scenarier og modeller i IAMC-databasen. For noen fremtidsscenarier (SSPer) det ikke mulig å holde den globale oppvarmingen under 1,5°C i flere modeller.



Tabell S 1: Deskriptiv statistikk for utvalget av karbonprisbaner konsistent med halvannen-gradersmålet hentet fra IAMC databasen for året 2050, fra det originale utvalget til et anvendbart utvalg hvor upassende prisbaner er eliminert. Priser i 2016-Euro.

Priser i 2050	Originale utvalg	Eliminert studier med store overskridelser	Eliminert studier med ikke-bærekraftig bruk av BECCS
N	84	50	20
Min pris	112	125	125
25 <sup>th</sup> pctil pris	315	470	319
Median pris	480	832	806
75 <sup>th</sup> pctil pris	1038	1179	1174
Max pris	14236	14236	14236
Gjennomsnittlig pris	1096	1433	1677

Den mest relevante studien utover IAMC-scenariene er en studie for Frankrike (France Stratégie, 2019). De foreslåtte karbonprisene i rapporten er ganske nær medianen i de valgte IAMC-scenariene (dvs. tredje kolonne i Tabell S 1 for 2050). Studier som inkluderer øvrig klimapolitikk og reguleringer i tillegg til karbonpriser, som EU-kommisjonen (2018), har en tendens til å finne lavere karbonpriser enn IAMC-scenariene. Dette er ikke overraskende. Som nevnt ovenfor er det imidlertid vanskelig å utlede skyggeprisen for klimamålet fra disse studiene.

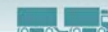
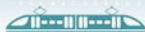
I tillegg til underrepresentasjonen av visse scenarier og modeller, er det også andre problemer å vurdere. IAMC-scenariene vurderer 1.5 °C-målet, som krever netto null karbonutslipp globalt rundt 2050, men ikke netto null klimagassutslipp globalt før rundt 2070. Det er også et spørsmål om karbonprisene bør være høyere i Europa og andre rike land enn i fattige land, og i hvilken grad det bør tas hensyn til risikoaversjon.

Følgelig er det vanskelig å presentere en klar anbefaling for karbonprisbaner til SØAer. Dette skyldes delvis at spredningen er enorm (f.eks. i 2050 er 75. persentilprisen nesten fire ganger høyere enn 25. persentil i tredje kolonne i Tabell S 1) og delvis på grunn av de ulike problemene diskutert ovenfor. Med utgangspunkt i IAMC-resultatene og oppsummering av alle utfordringene, synes den generelle skjevheten å gå i retning av å undervurdere kostnadene for karbon i europeisk sammenheng. Det er scenarier som "mangler" siden modellene fant dem umulige, og det er overrepresentasjon av modeller der økonomien er svært responsiv overfor karbonpriser i forhold til modeller som er mindre responsive.

Basert på denne vurderingen presenterer vi to alternativer for anbefalte karbonprisbaner.

#### Alternativ 1: Følg medianen

Det første og enkleste alternativet er å bare bruke medianen fra det endelige utvalget av IAMC-scenariene (dvs. tredje kolonne Tabell S 1 for 2050) som hovedbane for den karbonprisen, med lave og høye prisbaner basert på persentilene 25 og 75 prosentiler som skal brukes til sensitivitetsanalyse. Dette betyr en karbonpris på 141 Euro per tonn CO<sub>2</sub>ekvivalenter (tCO<sub>2</sub>e) i 2025, stigende til 806 Euro per tonn i 2050. Som det fremgår Figur S 1.1, er medianprisbanen ganske humpete når du bruker alle modellårsprisene (stiplet linje). Av praktiske hensyn jevner vi derfor ut prisbanen ved å bruke prisene i 2025 og 2050 som ankere og benytte samme årlige vekstrate i årene mellom. Denne

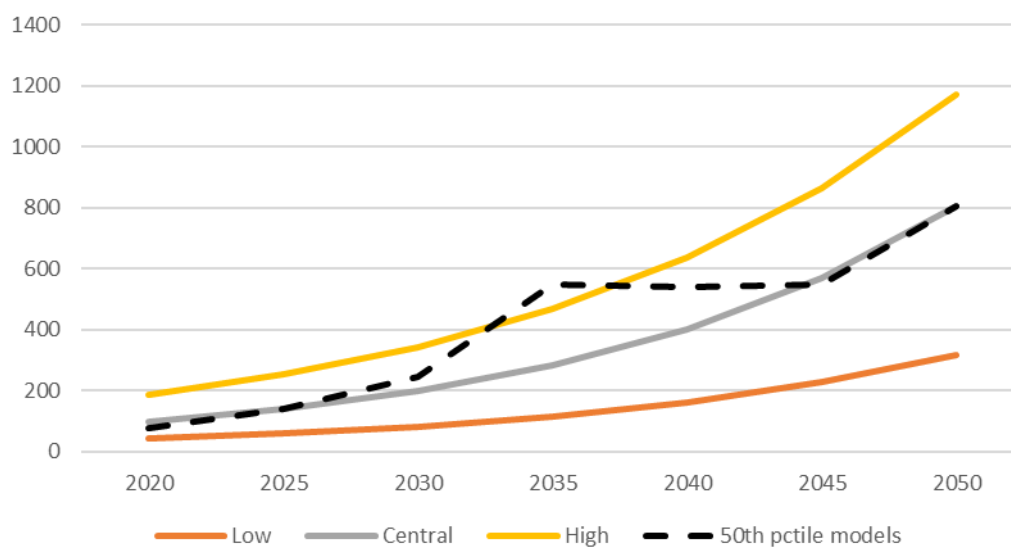


vekstraten er på 7.2%, som også gjelder for perioden 2020-2025. Vi lager også en lignende jevn karbonprisbane for prisbanene for følsomhetsanalyser, ved å bruke deres respektive estimater for 2025 og 2050 som ankerpunkter. Resultatene er vist i Figur S 1.1.

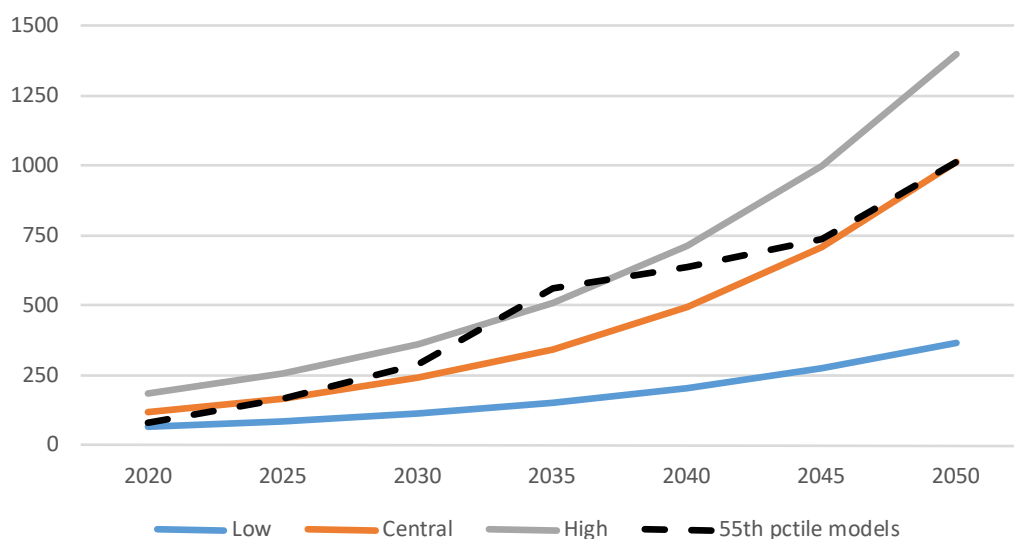
#### *Alternativ 2: Justering oppover*

Vår vurdering tyder på at prisbanene fra IAMC-scenariene i Alternativ 1 er en liten underestimerting av hva som bør være anbefalt karbonpris for SØAer i europeisk sammenheng. Det er imidlertid vanskelig å vurdere hvor mye. Noe vilkårlig (men ganske forsiktig), anbefaler vi å bruke det 55. persentilet i Alternativ 2, framfor det 50. persentilet i Alternativ 1, den sentrale karbonprisbanen. Dette betyr en karbonkostnad på 166 Euro per tonn CO<sub>2</sub>e i 2025, som stiger til 1014 Euro per tonn i 2050.

Som med median-karbonprisbanen, er banen til det 55. Persentilet også svært ujevn (se stiplet linje Figur S 1.2). Vi jevner derfor også ut prisbanen i Alternativ 2, med priser i 2025 og 2050 som ankere, med samme årlige vekstrate i årene mellom. Denne vekstraten på 7,5% gjelder også for perioden 2020-25. Vi justerer også den anbefalte prisbaner til følsomhetsanalyse ved å bruke persentilene 30. og 80. persentil i 2025 og 2050. Resultatene er vist i Figur S 1.2.



*Figur S 1.1: Anbefalte karbonprisbaner (EUR<sub>2016</sub>/tCO<sub>2</sub>e) for perioden 2020-2050. Høy og lav bane er anbefalt til følsomhetsanalyser. Alternativ 1.*



Figur S 1.2: Anbefalte karbonprisbaner (EUR<sub>2016</sub>/tCO<sub>2e</sub>) for perioden 2020-2050. Høy og lav bane er anbefalt til følsomhetsanalyser. Alternativ 2.

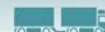
De anbefalte karbonprisene for SØA er betydelig høyere enn eksisterende karbonpriser i Europa og andre steder. Dette gjenspeiler at det å overholde 1,5°C-målet og nå netto null klimagassutslipp innen 2050 er et svært ambisiøst mål, som ifølge de fleste tilgjengelige studier vil være svært utfordrende å nå og med svært høye marginale reduksjonskostnader. Hvor kostbart dette blir er imidlertid høyst usikkert, og dette avhenger helt av hvordan kostnadene ved nullutslippsteknologier utvikler seg de neste tiårene.

Med fokus på anvendelsen av karbonpriser i SØAer i Europa, diskuterer vi først, basert på eksisterende SØA-litteratur, generelle prinsipper for hvordan man inkluderer karbonverdier i CBA. Her skiller vi spesielt mellom prosjektutslipp regulert av et kvotesystem (ETS) og prosjektutslipp regulert av en avgift (eller uregulert). Vi argumenterer for at bruk av "bruttoprinsippet" i SØA er god praksis, da det skiller klart mellom overføringer og reelle kostnader. For å lette diskusjonen viser vi flere eksempler.

Basert på gjennomgangen i de siste kapitlene kommer vi med følgende anbefalinger til praktisk anvendelse i SØA :

- De anbefalte karbonprisbanene (enten Alternativ 1 eller Alternativ 2) burde brukes i alle sektorer av økonomien, uavhengig om utslippene er regulert av EUs kvotemarked eller ikke.
- For et EU/EØS land kan det på kort sikt (fram til 2030) vurderes å bruke en høyere karbonprisbane i sektorer som ikke dekkes av EUs kvotemarked, dersom klimamålet for disse sektorene er såpass strenge at den korresponderende skyggeprisen overstiger de anbefalte karbonprisbanene.
- De anbefalte karbonprisbanene (enten Alternativ 1 eller Alternativ 2) bør også anvendes dersom europeiske land finansierer prosjekter utenfor Europa, med mulige unntak for Minst Utviklede Land (MUL) av normative hensyn.

En stor fordel med den første anbefalingen er at samme karbonpris brukes på tvers av prosjekter og sektorer, i det minste for innenlandske utslipp. Denne karbonprisen vil da alltid være i samsvar med det beste estimatet for å nå halvannengradersmålet til



minst kostnad, og oppmuntrer til konsistens, enkelhet og transparens i SØAer. Det finnes argumenter for å legge til grunn en annen karbonpris for utslipp som reguleres av EUs kvotesystem (for eksempel ved å bruke kvoteprisen i stedet), men styrken i disse argumentene svekkes ved at utslippstaket etter vårt syn ikke kan behandles som fast på lang sikt, men vil bli påvirket av faktiske utslipp.

Overenstemmelse med forpliktelsen til halvannengradersmålet vil kreve en drastisk oppjustering av karbonprisene som brukes i SØA, sammenlignet med dagens praksis i de fleste land. Denne konklusjonen deles av France Stratégie (2019). France Stratégie (2019) sier også at denne oppdateringen i karbonpriser bør få følge av andre oppdateringer i metodikk, spesielt når man vurderer avkarboniseringsprosjekter. Spesielt bør retningslinjene oppdateres for å gi god metodikk for 1) valg av referansescenario og hensyntagen til de involverte risikoene, 2) hvordan man skal ta hensyn til langsiktige virkninger av avkarboniseringsprosjektene (f.eks. karbonpriser etter 2050), og 3) ta hensyn til utslipp under hele prosjektets levetid inkludert byggefasen. Vi mener at disse anbefalingene også er relevante for oppdatering av SØA-retningslinjer i andre land.