

# Principnotat: En NNV/CO<sub>2</sub>-model til prioritering af klimainvesteringer i forsyningssektoren

12. september.2025

Af: Anders Hertz Ørsted, cand. Polit, Lead Business Developer, Cerius-Radius, Søren Larsen, cand.merc, Fagchef for asset management, Aarhus Vand og Christian Schmidt Berthelsen, cand.Oecon, Asset Management specialist & CEO, Utilco.<sup>1</sup>

*Hvordan bør forsyningselskaber prioritere investeringer, der både reducerer CO<sub>2</sub> og overholder økonomiske og regulatoriske krav? Dette principnotat introducerer en praktisk metode til at balancere klimaambition og driftsøkonomi gennem en enkel, men robust analysemodel. Ved at kombinere netto nutidsværdi (NNV) med CO<sub>2</sub>-reduktion skabes et gennemsigtigt beslutningsgrundlag, som kan understøtte både strategiske og tekniske vurderinger af klimaprojekter.*



## Baggrund og formål

Danske forsyningsvirksomheder skal på én gang leve op til regulatoriske krav om effektivitet og lave priser og samtidig bidrage markant til den grønne omstilling. Denne dobbeltrolle skaber et strukturelt spændingsfelt, hvor traditionelle investeringsmodeller ikke formår at favne værdien af langsigtede klimaeffekter. Diskonteringsmodeller med høj rente og et

---

<sup>1</sup> Der skal rettes en tak til Klimarådets sekretariat for faglig sparring ifm. udarbejdelse af notatet. Notatets indhold er dog alene forfatterens ansvar. Desuden skal det nævnes at notatet er udarbejdet med støtte af AI Deep Research.

fokus på kortsigtet økonomi medfører, at klimaprojekter systematisk undervurderes, hvilket kan føre til suboptimale beslutninger<sup>2</sup>.

Dette notat præsenterer en metode til at imødegå denne skævhed: En model der gør det muligt at vurdere og prioritere klimainvesteringer ud fra både økonomiske og klimamæssige hensyn - og i overensstemmelse med gældende regulatoriske rammer. Til sidst i notatet er angivet illustrative eksempler på prioritering af forskellige klimaprojekter.

Metoden er tænkt som et praktisk beslutningsværktøj, der kan forankres hos både økonomiafdelinger, asset management og strategisk ledelse – så klimaeffekter bliver en integreret del af alle investeringsbeslutninger frem for et sideløbende hensyn.

Formålet er altså ikke alene at beskrive en teknisk beregningsmetode, men at tilbyde forsyningssektoren et styringsredskab, der systematisk kan integreres i beslutningsprocesserne og dermed sikre, at investeringer understøtter både klimaambitioner og økonomiske realiteter. Notatet er udarbejdet som et principielt og praktisk beslutningsværktøj til forsyningssektoren, men metoden kan også inspirere andre aktører med høje klimaambitioner. Valg af benchmark-pris er illustrativt; virksomheder kan selv fastlægge et ambitionsniveau, der passer til deres strategi.

## Udfordringer ved traditionelle investeringsmodeller

Traditionelle modeller til investeringsvurdering har væsentlige begrænsninger, når de anvendes på klimainvesteringer i forsyningssektoren. Disse begrænsninger omfatter:

1. **Manglende integration af regulatoriske effekter:** Standardmodeller medtager sjældent de særlige regulatoriske rammer, som forsyningsselskaber opererer under. Ramevilkår, tilskudsordninger og andre regulatoriske justeringer kan have betydelig indflydelse på projektøkonomien, men inkluderes typisk ikke systematisk i klassiske investeringsvurderinger.
2. **Ingen kobling mellem økonomi og klimaeffekt:** Traditionelle modeller vurderer økonomiske parametre isoleret fra klimaeffekter, hvilket gør det vanskeligt at sammenligne projekter på tværs af deres klimabidrag. Der mangler en metrik, der direkte sammenholder investeringsens økonomiske værdi med dens klimaeffekt.
3. **Svag håndtering af langsigtede klimaeffekter:** Selvom diskontering er nødvendig for økonomisk sammenligning, er det problematisk at samme diskonteringsfaktor anvendes på klimaeffekter, som har langsigtet samfundsværdi. Vores model adresserer dette delvist ved at sætte den diskonterede NNV i forhold til den udiskonterede sum af CO<sub>2</sub>-reduktioner og sammenligne med en samfundsøkonomisk benchmark-pris. I dette notat er CO<sub>2</sub>-reduktioner ikke diskonteret for at afspejle deres langsigtede klimaværdi. Vi anerkender, at dette afviger fra gængs miljøøkonomisk praksis og anbefaler, at selskaber supplerer analysen med følsomhedsbetragtninger, hvor CO<sub>2</sub> også diskonteres.

---

<sup>2</sup> Eksempelvis vil en høj diskonteringsrente skærer hovedparten af værdien af CO<sub>2</sub>-gevinster, der først realiseres om 10-30 år, mens anlægsudgiften tæller fuldt i dag. Samtidig favoriserer krav om korte tilbagebetalingstider projekter med hurtige besparelser.

4. **Inkompatibilitet med strategiske klimamål:** Eksisterende modeller er ofte designet til kortsigtet afkastoptimering frem for langsigtet strategisk klimaomstilling, hvilket skaber et misforhold mellem investeringsanalyser og forsyningssektorens klimaambitioner.

Disse udfordringer nødvendiggør en ny tilgang, der bedre kan balancere økonomiske realiteter med klimahensyn inden for forsyningssektorens særlige regulatoriske kontekst.

## Et nyt værktøj baseret på MACC<sup>3</sup>

For at imødegå de metodiske og regulatoriske udfordringer ved traditionelle investeringsvurderinger foreslår vi, at man anvender en model, der bygger på logikken bag såkaldte Marginal Abatement Cost Curves (MACC), men tilpasset den virkelighed, som forsyningsvirksomheder opererer i. Modellen tager udgangspunkt i en enkel, men robust kvantitativ indikator: en ratio mellem nettonutidsværdien (NNV) af en investering og den samlede CO<sub>2e</sub>-reduktion, som projektet forventes at levere over dets levetid.

Vi foreslår at beregne denne ratio både med og uden regulatoriske effekter for at give et mere nuanceret beslutningsgrundlag:

$$C_{øko} = \frac{NNV_{øko}}{\sum_{t=1}^T \Delta CO_{2e,t}}$$

$$C_{reg} = \frac{NNV_{reg}}{\sum_{t=1}^T \Delta CO_{2e,t}}$$

*Ligning 1: Henholdsvis økonomiske og regulatoriske CO<sub>2</sub>-enhedsomkostning*

Formålet med disse ratioer er at udtrykke den reelle omkostning per ton reduceret CO<sub>2e</sub>, både fra et rent økonomisk perspektiv og under hensyntagen til regulatoriske rammer.

I modellen har vi valgt udelukkende at diskontere de økonomiske pengestrømme – ikke CO<sub>2</sub>-reduktionerne. Baggrunden for dette valg er, at der ikke findes en entydig og relevant driftsøkonomisk diskonteringsfaktor for CO<sub>2e</sub>-reduktioner. Samtidig vurderes det, at Finansministeriets anbefalede diskonteringsrente for klimaeffekter i realiteten er udtryk for en samfundsøkonomisk tilgang, som ikke nødvendigvis er anvendelig i en driftsøkonomisk analyse.

Denne tilgang indebærer dog en metodisk svaghed, særligt når der foretages sammenligninger mellem projekter med forskellig tidshorisont. Da CO<sub>2e</sub>-reduktionerne ikke diskonteres, vil projekter med reduktioner langt ude i fremtiden kunne fremstå relativt mere attraktive, end de reelt er. Det kan risikere at skævvride beslutningsgrundlaget, hvis man ikke er opmærksom på denne skævhed.

<sup>3</sup> En Marginal Abatement Cost Curve (ofte forkortet MAC-kurve) er et simpelt, grafisk beslutningsværktøj, der rangerer konkrete klimainitiativer efter deres **marginale omkostning pr. undgået ton CO<sub>2e</sub>**. Det giver et hurtigt overblik over hvilke tiltag, der reducerer udledninger billigst – og hvor stort abatement-potentialet er samlet set. Metoden blev især populariseret af McKinsey & Company i 2007 og er siden indarbejdet i mange IPCC-rapporter og nationale klimahandlingsplaner.

Det er derfor afgørende, at projekter, som sammenlignes, har en nogenlunde ensartet tidshorisont. Hvis tidshorisonten varierer væsentligt mellem projekterne, bør resultaterne tolkes med forsigtighed, og der bør suppleres med en kvalitativ vurdering af de tidsmæssige forskelle i effekter.

Den økonomiske NNV ( $NNV_{(øko)}$ ) beregnes med udgangspunkt i følgende elementer:

$$NNV_{øko} = \sum_{t=0}^T \frac{-CapEx_t + \Delta OpEx_t + \Delta Rev_t}{(1+r)^t}$$

$CapEx_t$  = investering i år  $t$ ,  $\Delta OpEx_t$  = ændring i drift/vedligehold i år  $t$  hvor en positiv ændring svarer til en økonomisk besparelse,  $\Delta Rev_t$  = ændring i indtægter (fx fra salg af el, varme eller andre produkter) i år  $t$ ,  $r$  = selskabets tilbagediskonteringsfaktor.

Ligning 2 Økonomisk netto nutidsværdi

Den regulatoriske NNV ( $NNV_{(reg)}$ ) inkluderer yderligere de regulatoriske justeringer:

$$NNV_{reg} = \sum_{t=0}^T \frac{-CapEx_t + \Delta OpEx_t + \Delta Rev_t + \Delta Adj_t}{(1+r)^t}$$

$\Delta Adj_t$  = regulatoriske justeringer (fx ændringer i indtægtsrammen, tilskud, bonus eller sanktioner) i år  $t$

Ligning 3 Regulatorisk nettonutidsværdi

#### Boks 1: Håndtering af projekter med økonomisk nettogevinst

Et metodisk problem opstår, når projekter har en positiv NNV (økonomisk nettogevinst) samtidig med en CO<sub>2e</sub>-reduktion. I disse tilfælde bliver ratioen negativ, hvilket gør den vanskelig at fortolke og rangordne i forhold til andre projekter.

##### Løsningsforslag:

1. **Separat kategori:** Projekter med positiv NNV og CO<sub>2e</sub>-reduktion placeres i en særskilt "no-brainer" kategori, der som udgangspunkt altid bør gennemføres.
2. **Alternativ metrik:** For disse projekter kan man i stedet beregne "NNV pr. investeret krone" eller "CO<sub>2e</sub>-reduktion pr. investeret krone" som supplerende beslutningskriterier.
3. **Omvendt ratio:** Anvend CO<sub>2e</sub>/NNV-ratioen for projekter med positiv NNV, hvilket giver et positivt tal, der kan tolkes som "ton CO<sub>2e</sub>-reduktion pr. investeret krone".

I praksis anbefaler vi at anvende løsning 1 og 3 i kombination.

Når ratioen er beregnet, fungerer den som en måleenhed for klimaeffektivitet på et økonomisk og regulatorisk grundlag. Modellen muliggør, at projekter kan sammenlignes direkte og prioriteres ud fra, hvor meget CO<sub>2e</sub>-reduktion man opnår for hver investeret krone. For at vurdere, hvorvidt en investering er attraktiv, sammenlignes den beregnede omkostning pr. ton CO<sub>2e</sub> med en ekstern benchmark-pris. Denne pris kan være baseret på samfundsøkonomiske anbefalinger, politiske målsætninger eller interne klimamål. Et eksempel er Klimarådets CO<sub>2e</sub>-skyggepris for 2030, der anslås til ca. 1.500 kroner pr. ton CO<sub>2e</sub><sup>4</sup>. Denne værdi afspejler den pris, samfundet reelt bør være villigt til at betale for at reducere ét ton drivhusgas, for at opnå det nationale 2030-klimamål.

Hvis et projekt har en NNV/CO<sub>2e</sub>-ratio, der ligger under benchmark-prisen, indikerer det, at investeringen er klima- og derved samfundsmæssigt omkostningseffektiv og bør prioriteres relativt højt af organisationer, der står over for at skulle træffe beslutninger omkring disse investeringer. Omvendt signalerer en ratio, der er højere end benchmarkprisen, at projektet er relativt dyrt i forhold til sin klima- og samfundsmæssige effekt. I sådanne tilfælde bør projektet ikke nødvendigvis afvises, men vurderes mere nuanceret i lyset af andre strategiske hensyn som forsyningssikkerhed, læringseffekter eller politiske forpligtelser.

Denne model gør det muligt at forene driftsøkonomisk ansvarlighed med klimaambitioner på en systematisk og kvantificerbar måde - og udgør dermed et brugbart redskab for både tekniske beslutningstagere, bæredygtighedsprofessionelle, ESG-professionelle, økonomiafdelinger og strategisk ledelse.

## Model i praksis og strategisk anvendelse

Modellen anvendes ved først at beregne den regulatorisk NNV og derefter CO<sub>2e</sub>-reduktionen. Disse kombineres i ratioen, som vurderes i forhold til benchmark-prisen.

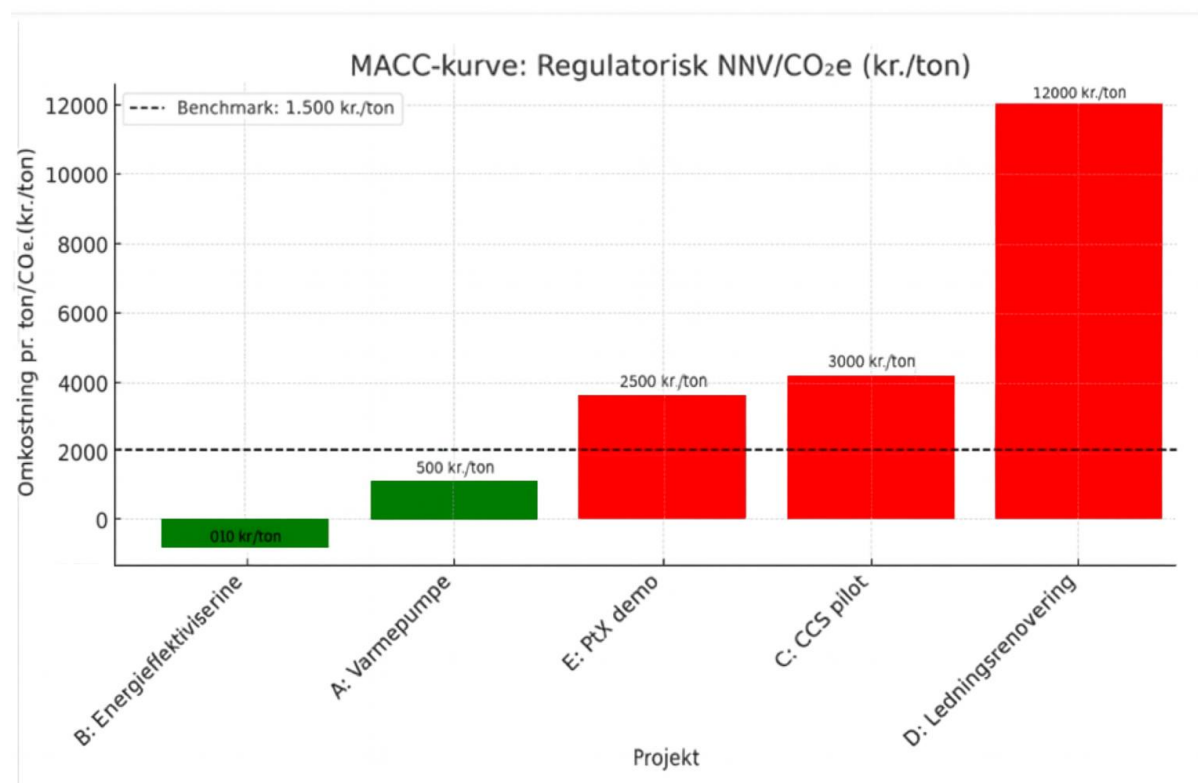
Nedenfor er en forenklet arbejdsgang, som kan indgå i selskabernes investeringsprocesser:

- Trin 1: Beregn økonomisk NNV.
- Trin 2: Justér med regulatoriske effekter → NNV<sub>reg</sub>.
- Trin 3: Analysér effect på CO<sub>2e</sub>-emissioner
- Trin 3: Divider NNV med CO<sub>2e</sub>-reduktion → ratio.
- Trin 4: Sammenlign med benchmark-prisen og vurder strategiske hensyn (forsyningssikkerhed, læring, teknologimodenhed).

Nedenfor ses en MAC-kurve for fem forskellige klimainvesteringer. Projekterne er sorteret efter omkostningseffektivitet, og benchmark-prisen på 1.500 kr./ton er markeret med en stiplet linje. Grønne søjler indikerer projekter, der reducerer CO<sub>2</sub> billigere end benchmark og dermed er særligt attraktive, mens røde søjler er dyrere og bør vurderes ud fra strategiske eller lovgivningsmæssige hensyn.

Ved vurdering og prioritering af klimaprojekter med udgangspunkt i en MACC-kurve er det vigtigt at være opmærksom på mulige *krydseffekter* mellem tiltag. Det kan fx forekomme,

når to projekter reducerer emissioner i samme proces eller område. Hvis det ene projekt implementeres først, kan det reducere potentialet (og dermed omkostningseffektiviteten) af det andet. Et eksempel kunne være, at en energieffektivisering af pumper (projekt B) reducerer elforbruget så meget, at en efterfølgende investering i en stor varmepumpe (projekt A) opnår lavere absolut CO<sub>2</sub>-reduktion, fordi elforbruget allerede er faldet. Sådanne effekter betyder, at summen af CO<sub>2</sub>-reduktionerne ikke nødvendigvis er additiv. Derfor bør MACC-analyser i praksis suppleres med en vurdering af projektinteraktioner, så man undgår at overvurdere den samlede klimaeffekt og investerer i de rigtige kombinationer.



Figur 1 MACC-kurve

Modellen fokuserer på effektiviteten af CO<sub>2</sub>e-reduktioner, men den bør suppleres med vurderinger af øvrige forhold – som fx forsyningssikkerhed, øvrige miljøpåvirkninger, strategisk potentiale, teknologirisici og stakeholder-accept. Især ved store projekter kan Multi-Criteria Decision Analysis anvendes til at vægte disse faktorer.

#### MCDA i praksis – supplement til NNV/CO<sub>2e</sub>-modellen

Multi-Criteria Decision Analysis giver en enkel, gennemsigtig ramme for at afveje klima-, økonomiske og strategiske hensyn, når projekter overstiger den rene CO<sub>2</sub>-effekt. Metoden kan gennemføres i fem hurtige trin:

1. Fastlæg alternativer og mål – list de konkrete projekter, og knyt dem til de overordnede strategiske mål (fx klima, forsyningssikkerhed, risikobegrænsning).
2. Vælg evalueringskriterier – kombinér kvantitative nøgletal (NNV/CO<sub>2e</sub>, CapEx, OpEx) med kvalitative forhold som teknologirisiko og stakeholder-accept.
3. Score hvert projekt – vurder projekternes performance på alle kriterier; NNV/CO<sub>2e</sub> indgår som ét centralt tal.
4. Vægt kriterierne – ledelsen tildeler vægte efter strategisk betydning, så eksempelvis forsyningssikkerhed kan tilskrives højere vægt end kortsigtet økonomi.
5. Beregn samlet score og rangordning – multiplicér score × vægt, summer, og præsenter resultatet i et simpelt scorecard for nem prioritering og dialog.

Ved at integrere NNV/CO<sub>2e</sub>-ratioen som et prioriteret kriterium i MCDA opnås et holistisk beslutningsgrundlag, der balancerer klimaeffekt, driftsøkonomi og strategiske hensyn – uden at gå på kompromis med den regulatoriske logik.

## Konklusion og anbefalinger

NNV/CO<sub>2e</sub>-modellen er et praktisk, driftsøkonomisk værktøj, der gør det muligt at navigere mellem regulatorisk realisme og klimaambition. Den skaber gennemsigtighed, fremmer systematisk prioritering og styrker beslutningsgrundlaget i en sektor, der spiller en afgørende rolle i den grønne omstilling. Ved at tænke klima og økonomi sammen i én analysemodel bliver det muligt at handle langsigtet - uden at gå uden om de økonomiske realiteter.

Det anbefales, at forsyningsvirksomheder og andre aktører/organisationer, der står for at skulle træffe omkostningstunge beslutninger, indfører NNV/CO<sub>2e</sub>-ratioen som standardværktøj i investeringsvurderinger og fastlægger en retvisende CO<sub>2e</sub>-benchmarkpris i overensstemmelse med deres klimaambitionsniveau. Der bør arbejdes med visualisering og prioritering af projekter på baggrund af denne metode, og datagrundlaget bør løbende styrkes. Ved komplekse investeringer anbefales det at inddrage supplerende analyseværktøjer som real optionsanalyse samt brug af Multi-Criteria Decision Analysis.

## Illustrativ case – sådan bruges Regulatorisk NNV / CO<sub>2</sub>e-ratioen til at rangordne fem klimainvesteringer

For at demonstrere, hvordan **Regulatorisk NNV / CO<sub>2</sub>e-ratioen** kan bruges til at rangordne klimainvesteringer, opstiller vi en fiktiv, men realistisk case fra en dansk forsyningsvirksomhed. Virksomheden står over for fem potentielle projekter -- fra energieffektivisering af pumper til etablering af et PtX-demoanlæg -- som alle konkurrerer om begrænsede investeringskroner. Casen viser trin-for-trin, hvordan de relevante data (CapEx, ændret OpEx, indtægter, støtteordninger og forventet CO<sub>2</sub>-reduktion) omsættes til en økonomisk og regulatorisk nutidsværdi pr. sparet ton CO<sub>2</sub>e. Resultatet er en klar prioriteringsliste, hvor projekter, der reducerer CO<sub>2</sub> billigere end benchmark-prisen, fremhæves som først-valgte, mens dyrere projekter vurderes ud fra strategiske eller lovgivningsmæssige hensyn. På den måde illustrerer casen både metode, beslutningslogik og de vigtigste læringspunkter i en sammenhæng, der let kan overføres til virksomhedens egne investeringsbeslutninger.

### 1. Forudsætninger

| Parameter                          | Valg i casen  | Begrundelse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Benchmark-pris for CO <sub>2</sub> | 1.500 kr./ton | Ambitionsniveau i Klimarådets anbefalinger (2030-mål)<br><br>Virksomheder kan fastlægge deres egen CO <sub>2</sub> -pris, afhængigt af strategi og klimamål.                                                                                                                                                                                               |
| Diskonteringsrente                 | 5,0 %         | Tager udgangspunkt i selskabets anvendte tilbagediskonteringsfaktor for nye projekter.<br><br>Til sammenligning anvender Finansministeriet en lavere samfundsøkonomisk rente (ca. 3 %). Valget af 5 % afspejler et driftsøkonomisk perspektiv, men det anbefales at supplere med følsomhedsberegning på FM's rente ved projekter med lange tidshorisonter. |
| Tidshorisont                       | 20 år         | Afspejler typisk levetid for største delen af investeringerne                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

### 2. De fem alternative projekter

| # | Projekt-type                            | Kort beskrivelse                                                |
|---|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| A | Stor varmepumpe (fjernvarme)            | 25 MW el-drevet varmepumpe der udnytter havvand                 |
| B | Energieffektivisering i driftsprocesser | Udskiftning af pumper og processtyring i vandværk               |
| C | CCS-pilot på affaldsforbrænding         | 40 kt CO <sub>2</sub> pr. år – første fase af fuldskala løsning |
| D | Ledningsrenovering (vand)               | Udskiftning af kritiske hovedledninger (reducerer vandtab)      |
| E | PtX-demo (elektrolyse + metanisering)   | 5 MW anlæg til grøn metan til tung transport                    |

### 3. Beregning af regulatorisk NNV og CO<sub>2</sub>-reduktion

(alle beløb i mio. kr. målt i nutidsværdi; CO<sub>2</sub> i 1.000 ton over 20 år)

| Projekt | CapEx | Netto ΔOpEx | ΔRev | Net. ramme-justeringer | Økonomisk NNV | Regulatorisk NNV | CO <sub>2</sub> -reduktion | NNV_øko/CO <sub>2e</sub> (kr./ton) | NNV_reg/CO <sub>2e</sub> (kr./ton) |
|---------|-------|-------------|------|------------------------|---------------|------------------|----------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| A       | -120  | +35         | +20  | +5                     | -65           | -60              | 120                        | 542                                | 500                                |
| B       | -15   | +20         | +5   | 0                      | +10           | +10              | 12                         | -833                               | -833                               |
| C       | -300  | +30         | +10  | +50 (statslig støtte)  | -260          | -210             | 70                         | 3.714                              | 3.000                              |
| D       | -40   | +22         | 0    | 0                      | -18           | -18              | 1,5                        | 12.000                             | 12.000                             |
| E       | -220  | +25         | +20  | +20                    | -175          | -155             | 62                         | 2.823                              | 2.500                              |

Forklaring af kolonner

- **Økonomisk NNV:** Summen af pengestrømme (CapEx + ΔOpEx + ΔRev) diskonteret med 5%.
- **Regulatorisk NNV:** Økonomisk NNV + ramme-justeringer diskonteret med 5%.
- **CO<sub>2</sub>-reduktion:** Akkumuleret reduktion over 20 år (ton CO<sub>2e</sub>).
- **NNV\_øko/CO<sub>2e</sub> og NNV\_reg/CO<sub>2e</sub>:** Økonomisk og regulatorisk omkostning pr. sparet ton (*negativ værdi = nettogevinst*).

### 4. Sammenligning med benchmark-prisen

| Rang | Projekt | NNV_reg/CO <sub>2e</sub> (kr./ton) | Ift. 1.500 kr./ton | Foreløbig prioritet                    |
|------|---------|------------------------------------|--------------------|----------------------------------------|
| 1    | B       | -833                               | lavere             | Meget høj ("no-brainer")               |
| 2    | A       | 500                                | lavere             | Høj                                    |
| 3    | C       | 3 000                              | højere             | Mellem (strategisk / lovkrav?)         |
| 4    | E       | 2 500                              | højere             | Mellem                                 |
| 5    | D       | 12 000                             | meget højere       | Lav (primært pga. forsyningssikkerhed) |

#### Fortolkning

- Projekterne **B** og **A** leverer CO<sub>2</sub>-reduktion billigere end benchmark-prisen; de bør derfor indgå som **første prioritet** i porteføljen.
- **C** og **E** er dyrere pr. ton end benchmark, men kan fortsat være relevante af strategiske årsager (teknologimodenhed, langsigtet læring, lovkrav om CCS).
- **D** scorer svagt på klimaøkonomi; hvis projektet gennemføres bør det begrundes med andre kriterier (fx forsyningssikkerhed, regulatorisk pålæg).