

# CO<sub>2</sub>-utslepp i Norge

Basert på [CO<sub>2</sub>-utslipp i Norge – Ekte data \(uib.no\)](#).

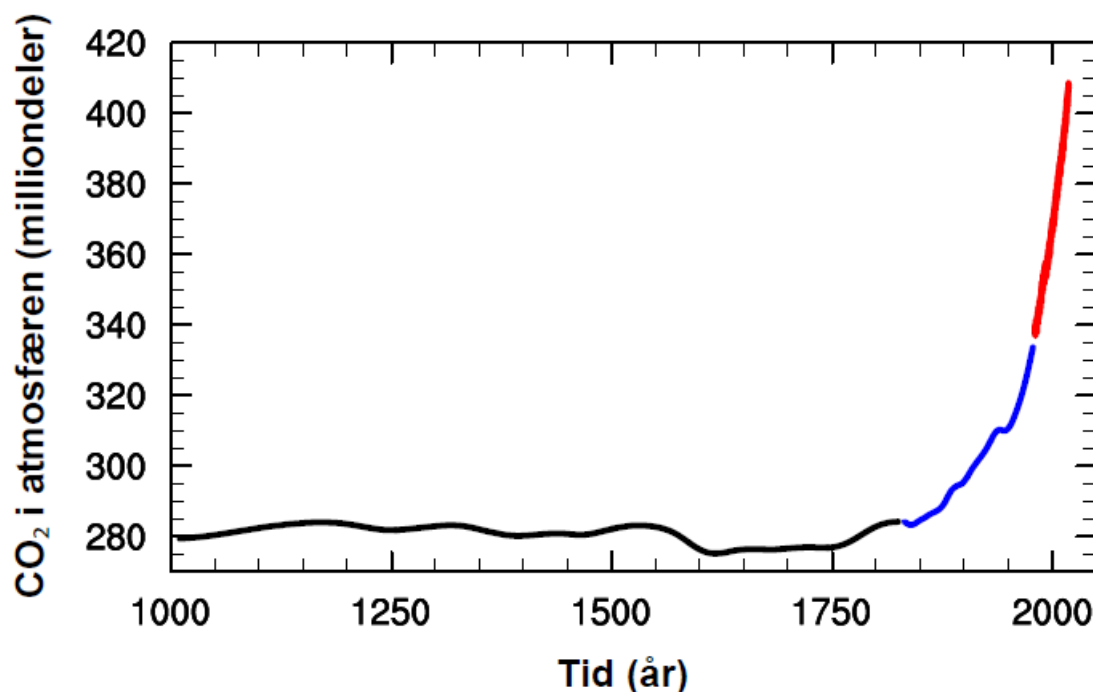
Oppdatert til LK20, og med nyare CO<sub>2</sub> - tal.

## Hvordan har Norges CO<sub>2</sub>-utslipp endret seg fra 1960 til i dag?



Mongstad oljeraffineri er en stor utslippskilde av CO<sub>2</sub> i Norge. Foto: [Tøssekaien \(Flickr\)](#).

Hovedårsaken til menneskeskapt klimaendring er vår utstrakte bruk av kull, olje og gass. Enhver forbrenning av disse fossile brenslene – uavhengig av sted på jorden, om det er på bakken, over hav eller høyt i atmosfæren – fører til at karbondioksid (CO<sub>2</sub>) frigjøres. Atmosfærens innhold av CO<sub>2</sub> har skutt i været siden industrialiseringen på 1800-tallet, se figur 1, og er i dag høyere enn de siste par millioner år.



**Figur 1.** Atmosfærens innhold av CO<sub>2</sub> i milliondeler av luftens komponenter (ppm, parts per million) mellom år 1000 og 2018. 400 ppm tilsvarer at atmosfæren inneholder 0,04 prosent CO<sub>2</sub>. Svart og blå kurve er rekonstruert CO<sub>2</sub>-innhold fra iskjerner i Antarktis<sup>2</sup>, mens rød kurve er global middelvei fra en rekke målestasjoner på jorden<sup>3</sup>. Merk den markante økningen siden midten av 1800-tallet, som

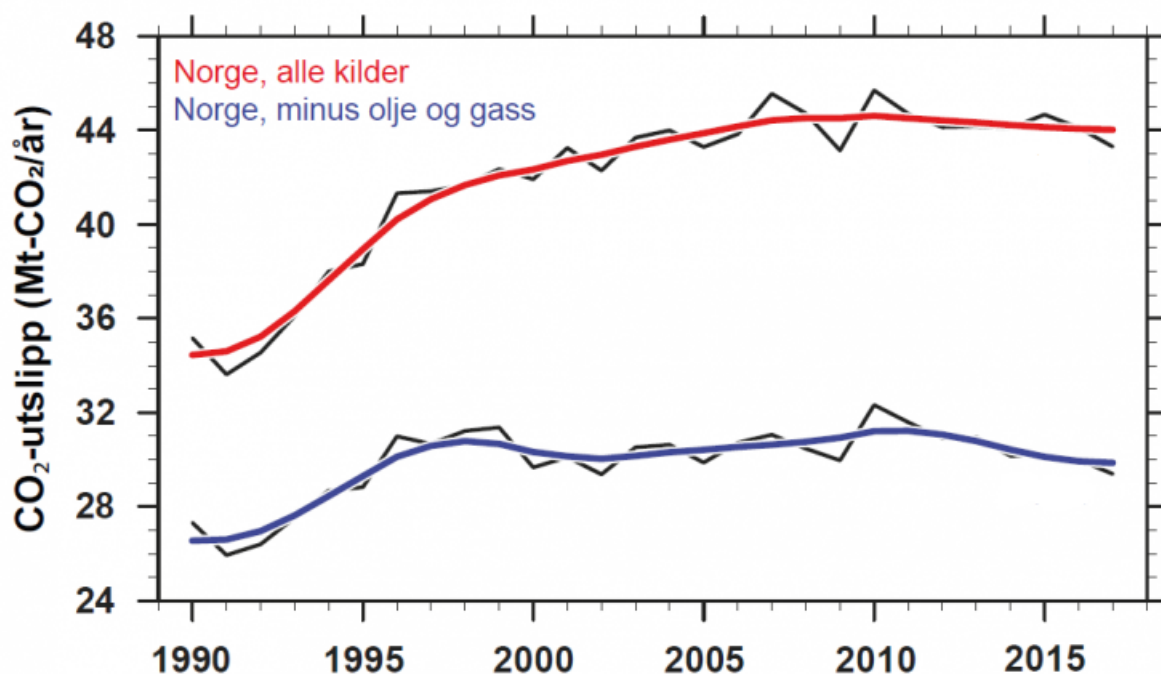
sammenfaller med storstilt industrialisering på jorden. Til sammenligning har atmosfærens  $CO_2$ -innhold i stor grad variert mellom 280–300 ppm de siste to til tre millioner år. Kilde: Helge Drange/Norsk Klimastiftelse

Det globale karbonatlas ([www.globalcarbonatlas.org](http://www.globalcarbonatlas.org)) gir oss en oversikt over utslipp av  $CO_2$  for all land i verden. Tall for Norges  $CO_2$ -utslipp dekker perioden mellom 1960 og 2019.  $CO_2$ -utslipp oppgis som regel i millioner tonn  $CO_2$  per år.

**a)** Gå først inn på nettsiden <http://www.globalcarbonatlas.org/en/CO2-emissions> og velg unit «MtCO<sub>2</sub>». Hvor stort var Norges totale  $CO_2$  utslipp i 2019? Hvilke 3 land har de største  $CO_2$ -utslippene i verden og hvilken rangering har Norge i total  $CO_2$  utslipp?

**b)** På samme websiden som i oppgave a) velg å unit «tCO<sub>2</sub>/person». Dette viser hvor stort  $CO_2$ -utslipp de forskjellige landene har per person. Hvilke land har nå de høyeste utslippene? Forklar hvorfor dene rangeringen er så annerledes enn i oppgave a). Forklar også hvordan Norge sin rangering har endret seg. Hvordan er Norge sine  $CO_2$  utslipp sammenlignet med det globale gjennomsnittet?

**c)** Figur 2 viser  $CO_2$ -utslipp i Norge fra alle innenlandskilder fra 1990 til 2017. Les av grafen for å finne de totale utslippene i år 1990 og i år 2017. Hvor stor er i økningen og hva tilsvarer dette i prosentvis økning?



**Figur 2.**  $CO_2$ -utslipp i Norge mellom 1990 og 2017 fra alle innenlands kilder (rød linje), og de samlede utslippene minus utslipp fra sektoren olje- og gassutvinning (blå linje), uttrykt i millioner tonn  $CO_2$  per år. Kilde: Helge Drange/Norsk Klimastiftelse

**d)** Bruk det vedlagte datasettet med årlig  $CO_2$  utslipp i Norge fra 1960–2019: `CO2-norge`. Last inn datamaterialet i Python ved hjelp av `Pandas` ([sjå video](#)). Plott grafen og fiks på plottet så du får en figur med aksnavn, rutenett, tittel osv.

Forklar utviklingen av  $CO_2$ -utslipp med egne ord. Hva ser du? Kan du se noen spesielle endringer eller mønstre? Er det noen tidsperioder som skiller seg ut?

**e)** Vi ønsker nå å finne en enkel modell som beskriver datapunktene våre. Bruk regresjonsverktøyet `polyfit` i `NumPy` (Python, [sjå video](#)) til finne både en lineær funksjon og en andregradsfunksjon som passer bra til  $CO_2$ -verdiene. Hva er uttrykkene til funksjonene og hvilken synes du er mest realistisk? Forklar.

**f)** Hvordan tror du funksjonsuttrykkene i oppgave e) passer utenfor vårt definisjonsområde, altså før 1960 og etter 2019?

**g)** Vi kan bruke derivasjon til å lære noe om en graf og hvordan den endrer seg. Bruk CAS til å derivere funksjonen og tegn grafen til den derivate. Når begynner  $CO_2$  utslippene å avta i følge funksjonen din?

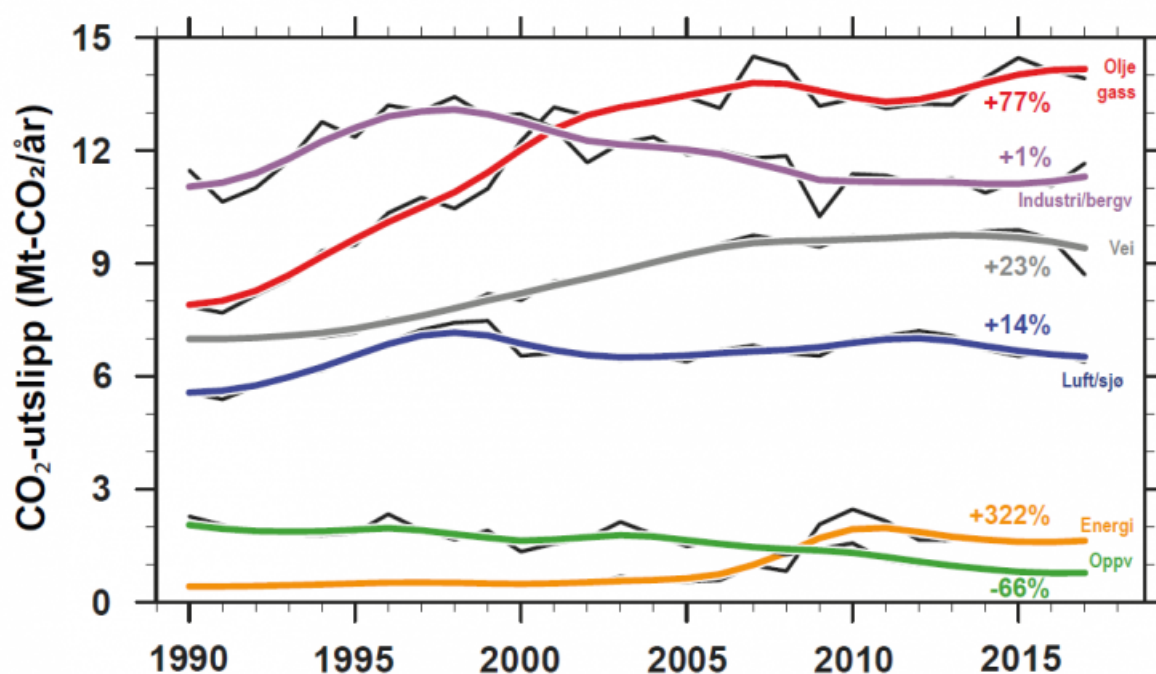
**h)** Bruk den derivate til å regne ut stigningen til grafen (den momentane vekstfarten) i årene 1970, 1990 og 2010. Hva er den fysiske forklaringen og enheten til stigningstallet? Beksriv hva stigningstallet forteller oss med egne ord.

**i)** Hvis du skulle beskrive utviklingen av  $CO_2$ -utslipp i Norge mellom 1960 og 1970 ved en lineær linje. Hva ville funksjonsuttrykket til denne rette linjen være? Og hva med perioden 2010-2019? Hva forteller disse funksjonsuttrykkene deg?

**j)** Vi vi bruke en enkel modell slik vi fant i oppgave e) til å si noe om hvordan utslipp av  $CO_2$  kan se ut i fremtiden. Tror du en slik tilnærming er realistisk? Hvorfor eller hvorfor ikke?

**k)** Hvis vi antar at utviklingen av utslipp følger mønsteret som er beskrevet av andreggradpolynomet du fant i oppgave e), når vil Norge sine utslipp av  $CO_2$  bli lik null? Tror du svaret ditt er realistisk?

**l)** Figur 3 viser hvordan hvordan utslippene i Norge er fordelt på ulike sektorer i samfunnet. Kan du tenke på tiltak som kan gjøres i Norge for å begrense og minske  $CO_2$  utslippene? Hvor må Norge gjøre størst grep om vi skal klare å snu trenden i  $CO_2$ -utslipp?



**Figur 3.**  $CO_2$ -utslipp fra de seks største utslippssektorene i Norge mellom 1990 og 2017 uttrykt i millioner tonn  $CO_2$  per år. Sektornavn og estimert, prosentvis endring mellom 1990 og 2017 basert på de glattede kurvene, er vist til høyre i figuren. Kilde: Helge Drange/Norsk Klimastiftelse

Du kan lese mer om Norge sine  $CO_2$ -utslipp her: <https://klimastiftelsen.no/publikasjoner/pa-kollisjonskurs-med-paris-avtalen/>

#### Datakilder:

For 1960 - 2019, GCP (Feb, 2022): [globalcarbonproject.org](https://globalcarbonproject.org)