

CO2M-satellittene,
bakkemålinger og data-produkt

CO2M-satellittene

- CO₂ Monitoring (CO2M) misjonen vil bestå av to (tre) satellitter og planlegges operasjonell fra 2026 med en levetid på minimum 12 år for å dekke minst to CO₂ globale oversikter (gjøres hvert 5. år fra 2023 i henhold til Paris-avtalen).
- CO2M-satellittene vil levere data til den tekniske kapasiteten CO2 Monitoring and Verification Support (CO2MVS). CO2MVS vil bruke CO2M satellitt-målinger sammen med utslippsinventar-data og invers atmosfære-modellering til:
 - Deteksjon av store lokaliserte utslippskilder som mega-byer eller kraftverk.
 - Overvåkning av store utslippskilder for å vurdere betydning av tiltak for å redusere utslipp.
 - Vurdering av endringer i utslipp mot lokale utslippsmål for å se effekt av nasjonale tiltak (Nationally Determined Contributions, NDC).
 - Vurdering av nasjonale utslipp og endringer over fem års perioder i forbindelse med globale oversikter.

CO2M - instrument

CO₂ og NO₂ Imaging spektrometer (CO2IS/NO2IS)

- Måling av CO₂, CH₄ og NO₂

Multi-angle polarimeter (MAP)

- Korrigering for spredt stråling fra skyer og aerosoler

Cloud Imager (CLIM)

- Deteksjon av skyer for å flagge piksler påvirket av skyer.

Dataprodukt

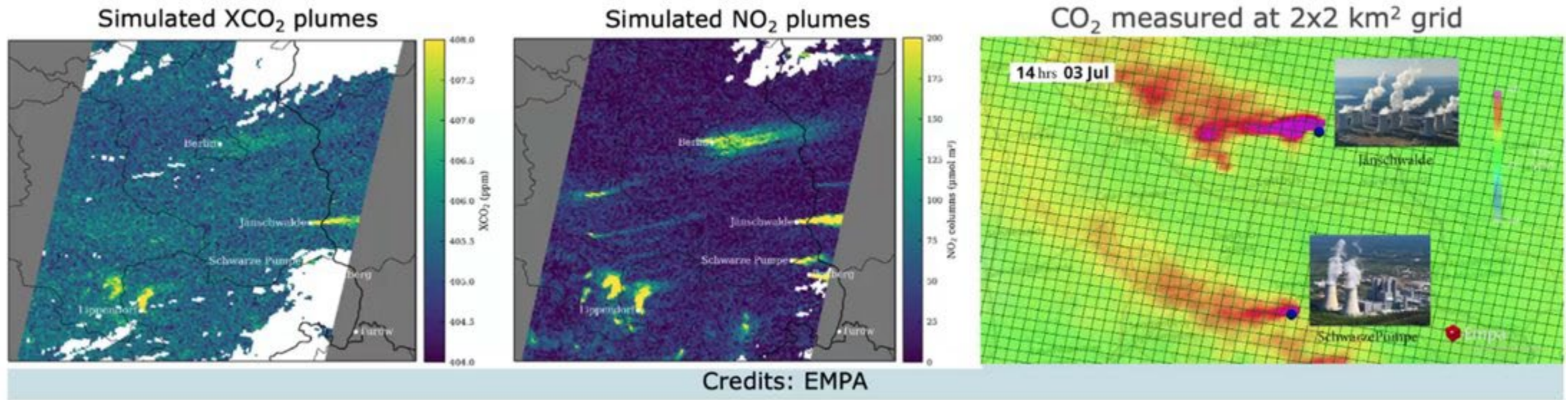
Parameter	Formål
XCO2	Vertikalkolonnen av CO ₂ , primært produkt
XCH4	Viktig drivhusgass, proxy for XCO2.
NO2	Menneskeskapt proxy for XCO2. Brukes til identifisering av XCO2 kilder, retning og vindhastighet til lokal sporgassky.
Solindusert fluorescens fra vegetasjon	Skille ut bidrag til XCO2 fra grønne områder i og rundt byområder.
Aerosol optisk tykkelse	Korreksjon for aerosoler
Aerosol laghøyde	Korreksjon for aerosoler
Vanndamp-kolonne	Korreksjon for vanndamp
Sky topphøyde	Korreksjon for skyer, skyfiltrering
Sky optisk tykkelse	Korreksjon for skyer, skyfiltrering
Bakke-lufttrykk	Korreksjon for luftmengde

L2-data fra EUMETSAT.

L3-data (utslipp) fra ECMWF

L4-data (beholdning) ?

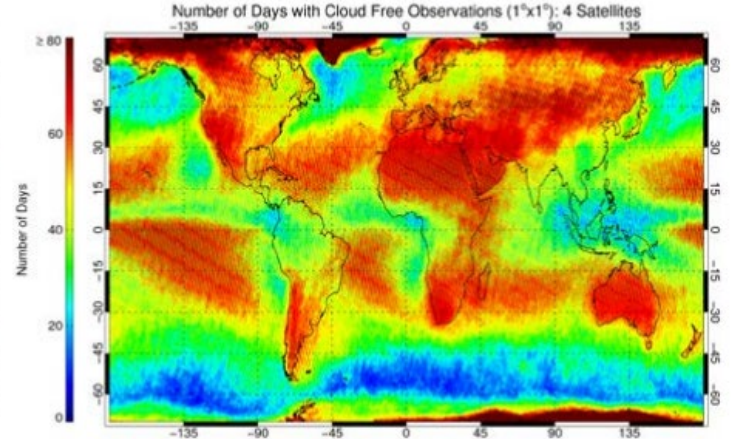
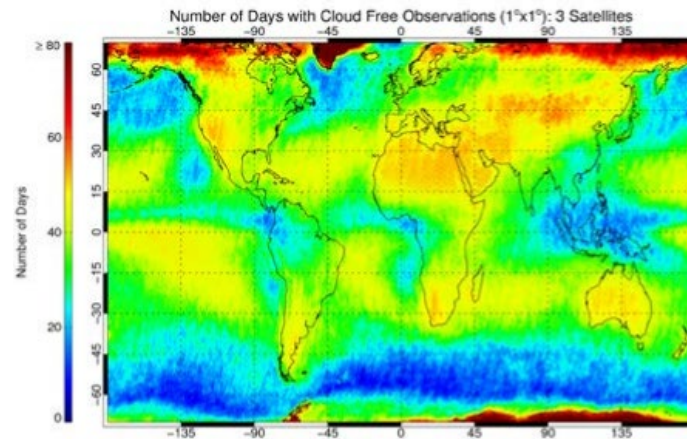
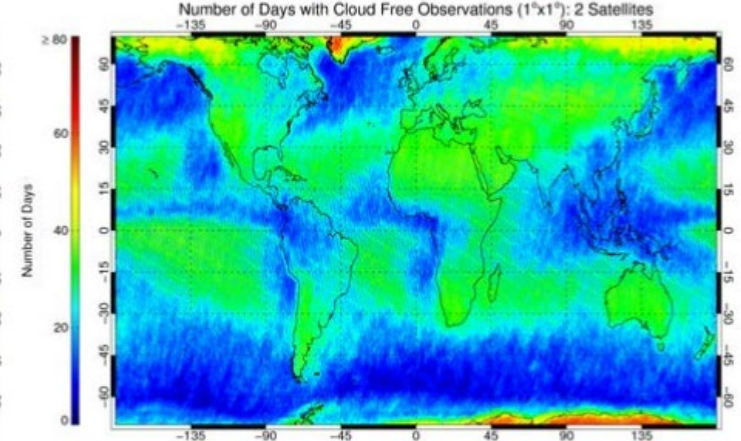
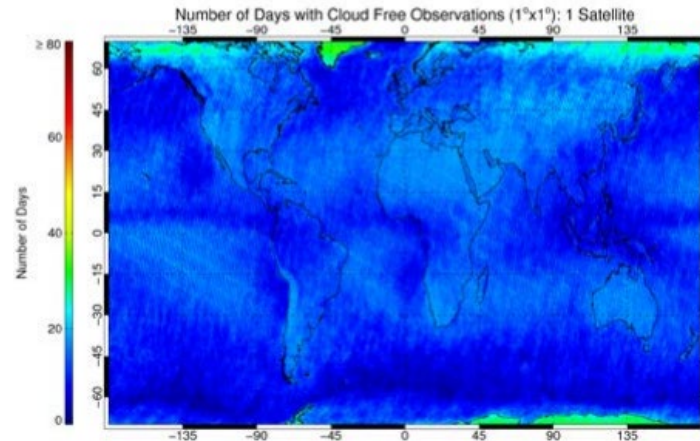
Dataprodukt



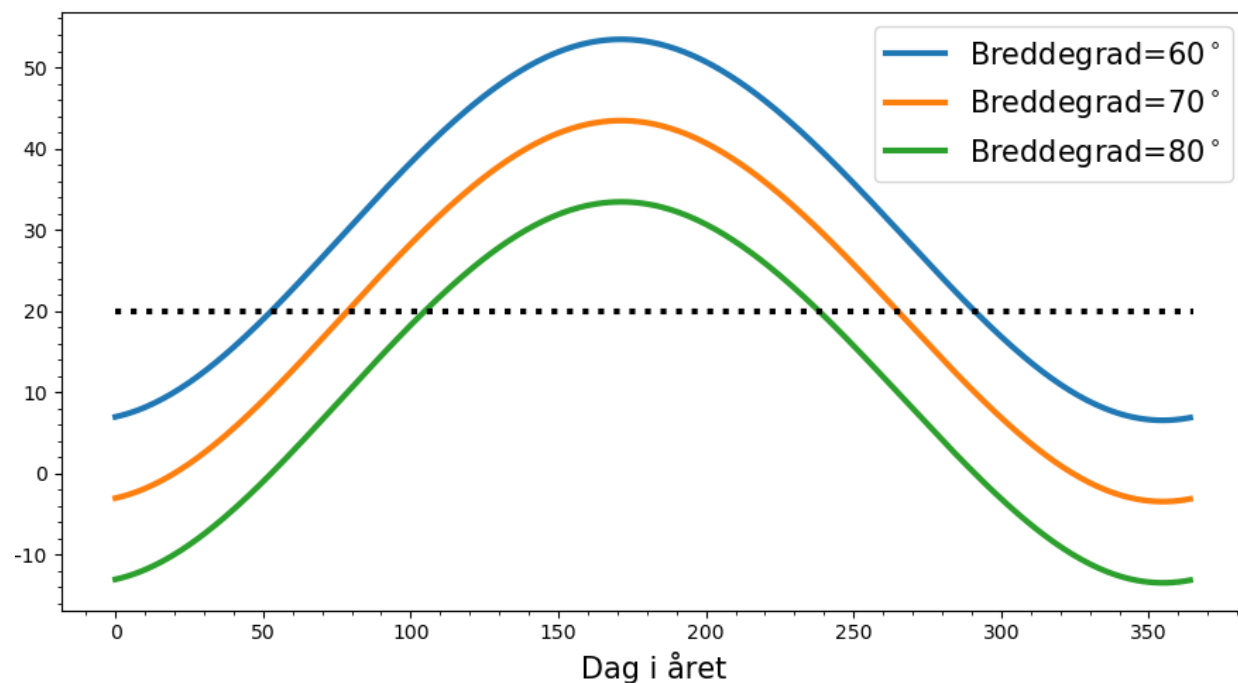
- CO2M satellitten vil måle langs et 250 km bredt sveip med en pikselstørrelse på 2x2 km²
- Presisjonen til XCO₂ og XCH₄ skal være bedre enn 0,7 ppm og 10 ppb, hhv. (vegetasjon, SZA 50°)
- NO₂ presisjon bedre enn $1.5 \cdot 10^{15}$ molec/cm⁻²

Dekning over norske interesseområder

Antall mulige måledager per år for en $1^\circ \times 1^\circ$ grid for 1 (topp venstre), 2 (topp høyre), 3 (bunn venstre) og 4 (bunn høyre) satellitter. Antall skyfrie dager er utledet fra MODIS data. Fra ESA (2019).



Dekning over norske interesseområder



- På grunn av Norges beliggenhet langt mot nord, vil ikke CO2M-målinger være mulig i vintermånedene. Det vil si perioden november-februar for syd-Norge og om lag oktober-mars for nord-Norge.

- Norges beliggenhet gjør også at polare satellitter vil oftere måle samme område over Norge enn over ekvator. For breddegrad 60° vil det ta 5-6 dager mellom hver overflyvning med en satellitt. For to og tre satellitter er tallene henholdsvis 3 og 2 dager. Av disse overflyvningene vil i overkant av 50% være påvirket av skyer og dataene vil ikke kunne analyseres for CO₂. Videre vil Norges komplekse topografi redusere mengden data ytterligere med mindre CO2M analyse-algoritmene tar hensyn til dette.



Bakkemålinger

- Målinger med instrument på bakken kan gi informasjon om både totalkolonnen og in situ-verdier av sporgasser.
- Bakkemålinger av totalkolonnen av en sporgass er nødvendige for kalibrering og validering av tilsvarende satellittmålinger.
- Bakkemålinger gir data på tidspunkt når satellittene ikke er over punktet og dermed informasjon om døgnvariasjoner.
- Bakkemålinger vil også kunne brukes i atmosfærisk inversjon sammen med satellittdataene.

TCCON (Total Carbon Column Observing Network)



TCCON-stasjoner er kalibrert mot WMO standarder for drivhusgasser. De fleste TCCON stasjonene er representative for bakgrunns luftmasser og dekker geografisk Nord-Amerika, Europa, Øst-Asia og Australia, mens målinger for Sør-Amerika, Afrika, Sentral-Asia og India mangler

COCCON og ICOS

- TCCON-stasjoner er relativt store installasjoner. Nettverket COCCON ([COllaborative Carbon Column Observing Network](#)) består av mindre instrument og er kalibrert mot TCCON. Det er dermed egnet til kampanjer og for studier hvor man ønsker flere instrument innenfor et begrenset område, for eksempel i og rundt et (mega-) byområde.
- Totalkolonne-målinger av XCO₂ og XCH₄ er krevende og forutsetter skyfrie forhold. In situ målinger har den fordel at de kan gjøres under alle værforhold og dermed gi data når totalkolonne-målinger ikke er mulig. For Vest-Europa gjøres in situ-målinger av en rekke sporgasser inkludert CO₂ og CH₄, i regi av ICOS (Integrated Carbon Observation System, <https://www.icos-ri.eu>).
- ICOS-Norway, den Norske komponenten av ICOS, inkluderer tårn for luftmålinger på Birkenes i Sør-Norge og på Zeppelinfjellet på Svalbard, skogsstasjon i Hurdal (Sørøst-Norge), og bruk av to forskningsskip og to kommersielle skip i Nord-Atlanteren, Nordsjøen og områder rundt Svalbard.

Data-assimileringstjeneste

Verken bakke- eller rombaserte målinger kan alene gi informasjon med tilstrekkelig oppløsning i rom og tid og presisjon og nøyaktighet til å identifisere store utslipp fra småskala kilder. Til dette trengs et system som innpasser slike observasjoner med annen informasjon innenfor et modell-rammeverk som inkludere informasjon om jordsystemet og menneskeaktiviteter.

CO2 Monitoring and Verification Support (CO2MVS)