



Co-ordinated by
ECMWF



CoC02

Prototype system for a
Copernicus CO₂ service

PROTOTYPOWY SYSTEM MONITORINGU I WERYFIKACJI ANTROPOGENICZNYCH EMISJI CO₂ OPARTY O USŁUGI SATELITARNE COPERNICUS.

Seminarium wydziałowe
WFiIS

Mirosław Zimnoch, Michał Gałkowski
ZFS WFiIS AGH
12.03.2021

Osoby zaangażowane w prace AGH:

Jakub Bartyzel, Łukasz Chmura, Jarosław Necki, Michał Kud,
Zbigniew Groczyca, Michał Marzec, Piotr Sekuła, Paweł Jagoda,
Mikita Maslouski

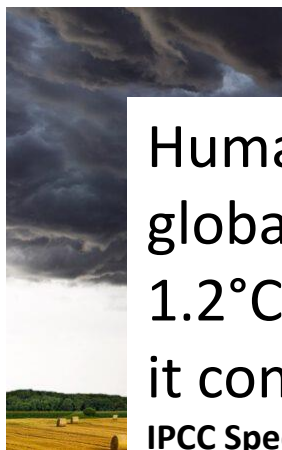
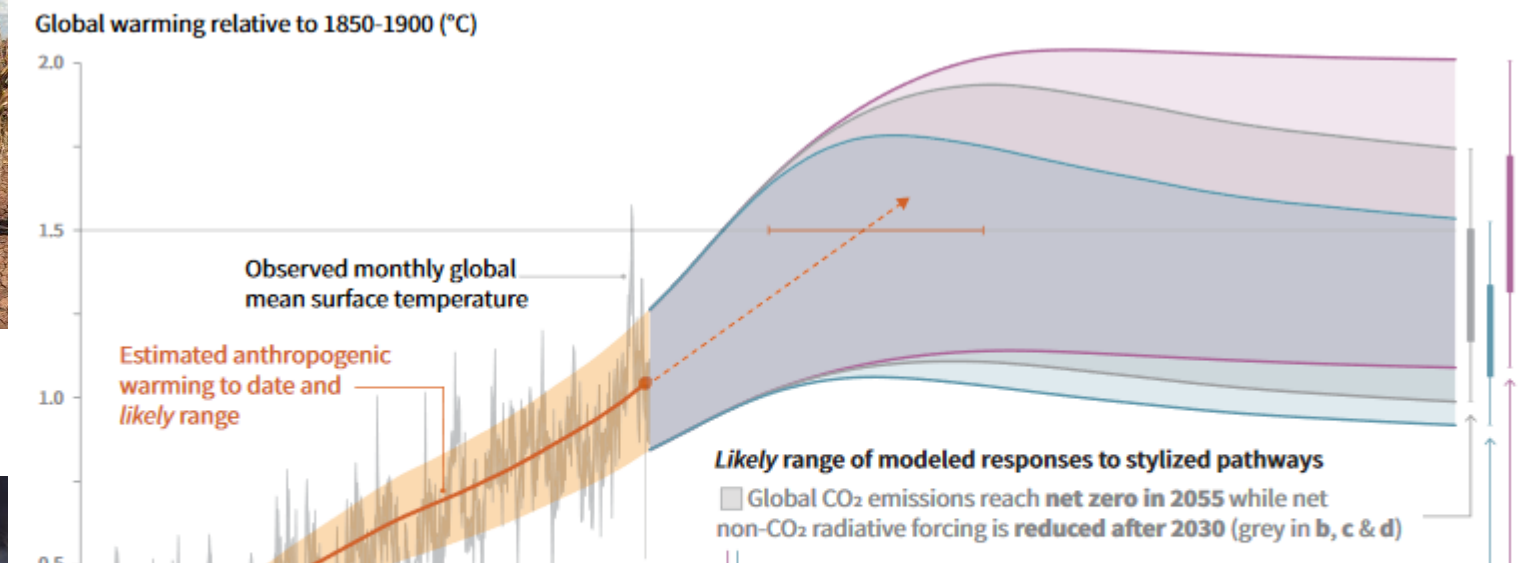
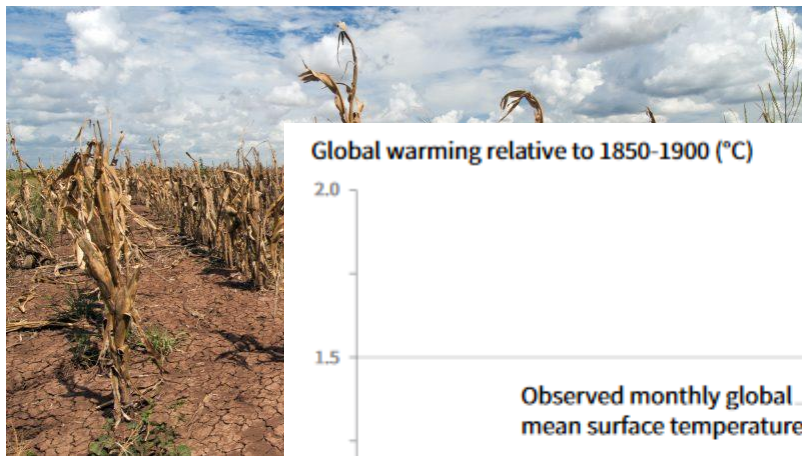


Plan referatu

- Kontekst projektu
- Cel projektu
- Informacje o projekcie CoCO2
- Budowa systemu monitoringu i weryfikacji emisji
- Zadania zespołu AGH
 - Dane obserwacyjne
 - Modelowanie inwersyjne



Kontekst



Human activities are estimated to have caused approximately 1.0°C of global warming above pre-industrial levels, with a likely range of 0.8°C to 1.2°C. Global warming is likely to reach 1.5°C between 2030 and 2052 if it continues to increase at the current rate. (high confidence)

IPCC Special Report: Global Warming of 1.5 °C: Summary for Policymakers



6 najważniejszych postulatów paryskiego porozumienia:

1. Ambicje

Porozumienie stawia sobie za cel „wstrzymanie” wzrostu średniej temperatury Ziemi „zdecydowanie poniżej 2°C” w porównaniu z epoką przedprzemysłową. Dodaje, iż należy kontynuować wszelkie możliwe działania mające na celu ograniczenie wzrostu do 1,5°C, ponieważ zrozumiano, iż ryzyko oraz skutki zmian klimatycznych zostałyby wówczas radykalnie ograniczone.

2. Ograniczanie

Emisje gazów cieplarnianych powinny zostać jak najszybciej ograniczone, aby zacząć spadać w sposób prowadzący do równowagi między źródłami emisji oraz ich absorbowaniem poprzez pochłaniacze w czasie drugiej połowy wieku.

3. Zobowiązania

Państwa mają aktualizować swoje zobowiązania co pięć lat. Zobowiązania te powinny odpowiadać najwyższym możliwym poziomom, respektując zasadę wspólnej odpowiedzialności, jednak biorąc pod uwagę możliwości każdego z państw.

4. Pomoc finansowa

Gospodarki rozwinięte mają wyasygnować środki finansowe, mające na celu ograniczanie skutków zmian klimatycznych krajów biedniejszych.

5. Adaptacja

Adaptacja do zmian klimatu jest światowym problemem, dotyczącym nas wszystkich, zawierającym wymiary lokalne, transgraniczne, narodowe, regionalne i międzynarodowe, niezależnie od zaangażowania poszczególnych Państw w ograniczanie emisji.

6. Szkody i straty

Porozumienie wzywa do unikania i maksymalnego ograniczania nieodwracalnych strat wynikających z ekstremalnych zjawisk klimatycznych lub powolnej ewolucji klimatu. Należy rozwijać odpowiednie strategie, jednak porozumienie nie gwarantuje ani nie daje podstawy do odpowiedzialności lub wypłacania odszkodowań.



Założenia systemu monitoringu i weryfikacji emisji CO₂

Grupa zadaniowa ds. emisji CO₂ przy Komisji Europejskiej zleciła grupie ekspertów ocenę potrzeby budowy systemu, opracowanie założeń i wymagań oraz określenie jego architektury.

W efekcie powstały trzy raporty publikowane w odstępach 2 lat:

2015 - Towards a European Operational Observing System to Monitor FossilCO₂ emissions
October 2015 - Final Report from the expert group

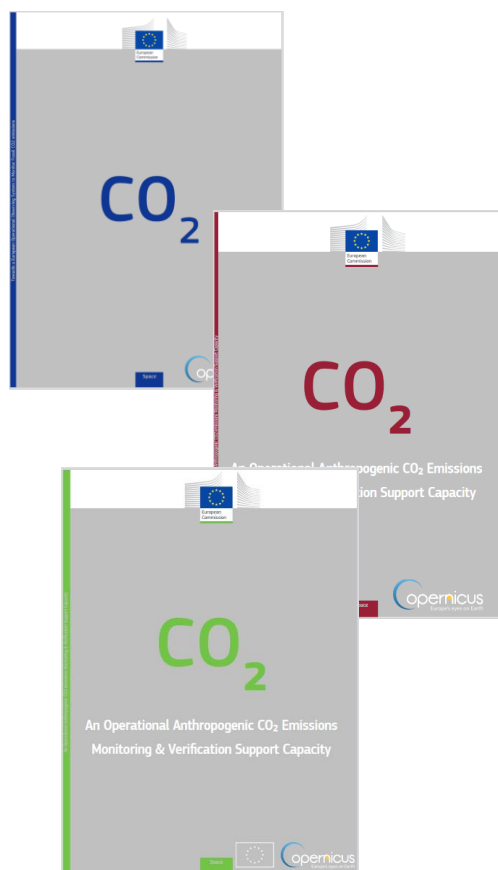
The overarching objective of this report is to assess the need and opportunity for an independent European space-borne observation capacity for CO₂ to monitor and to verify the compliance of parties to international climate agreements.

2017 - Baseline Requirements, Model Components and Functional Architecture
November 2017 - Report from the CO₂ Monitoring Task Force - sub-task B

The present report provides a first step in advancing the definition and development of the envisaged system. Providing insight into the underpinning requirements and foundational building blocks required.

2019 - Needs and High Level Requirements for in situ Measurements
June 2019 - Report from the CO₂ Monitoring Task Force

This report describes the needs and high level requirements of in situ measurements to help establish an operational Monitoring & Verification Support (MVS) capacity to quantify anthropo-genic CO₂ emissions.





Cel projektu

- To support EU countries in assessing their progress for reaching their targets agreed in the Paris Agreement, the European Commission has clearly stated that a way to monitor anthropogenic CO₂ emissions is needed.
- Such a capacity would deliver consistent and reliable information to support policy- and decision-making processes.
- To maintain Europe's independence in this domain, it is imperative that the EU establishes an observation-based operational anthropogenic CO₂ emissions Monitoring and Verification Support (MVS) capacity as part of its Copernicus programme.





- The CoCO2 Coordination and Support Action is intended as a continuation of the CO₂ Human Emissions (CHE) project, led by ECMWF.
- The main objective of CoCO2 is to perform R&D activities identified as a need in the CHE project and strongly recommended by the European Commission's CO₂ monitoring Task Force. The activities shall sustain the development of a European capacity for monitoring anthropogenic CO₂ emissions.
- The activities will address all components of the system, such as atmospheric transport models, re-analysis, data assimilation techniques, bottom-up estimation, in-situ networks and ancillary measurements needed to address the attribution of CO₂ emissions.
- **The aim is to have prototype systems at the required spatial scales ready by the end of the project as input for the foreseen Copernicus CO₂ service element.**



Horizon 2020

Call: H2020-IBA-SPACE-CHE2-2019

(Copernicus evolution – Research activities in support of a European operational monitoring support capacity for fossil CO₂ emissions)

Topic: IBA-SPACE-CHE2-2019

Type of action: CSA

Proposal number: 958927

Proposal acronym: CoCO₂



Lista partnerów:



Okres realizacji: Styczeń 2021 – Grudzień 2023

Koordynator:



European Centre for Medium-Range Weather Forecasts

Organizacja międzynarodowa zajmująca się od 1979 prognozowaniem pogody, do której należy większość Państw Europejskich



CoCo2

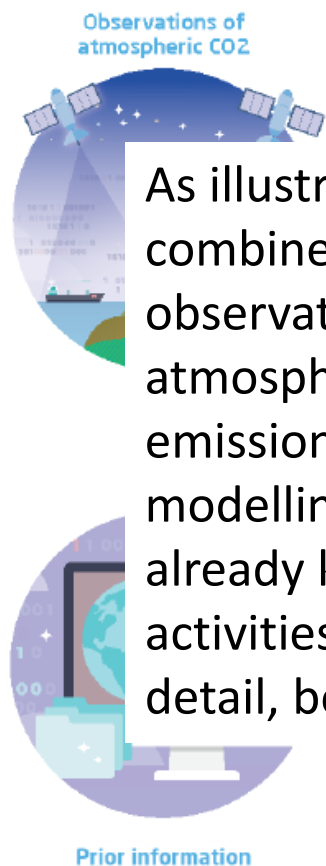
**Prototype system for a
Copernicus CO₂ service**

**Budżet projektu: 9M€,
Udział AGH: 175 k€**



Budowa systemu

ANTHROPOGENIC CO₂ EMISSION MONITORING CAPACITY



Supporting the Paris Agreement

Supporting green cities



Figure 1: Illustration of the components of the planned anthropogenic CO₂ emissions Monitoring and Verification Support (MVS) capacity



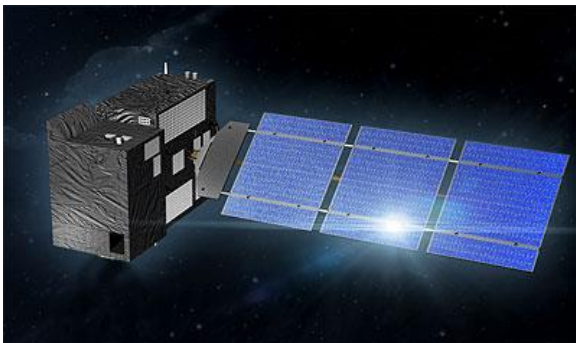
Obserwacje satelitarne



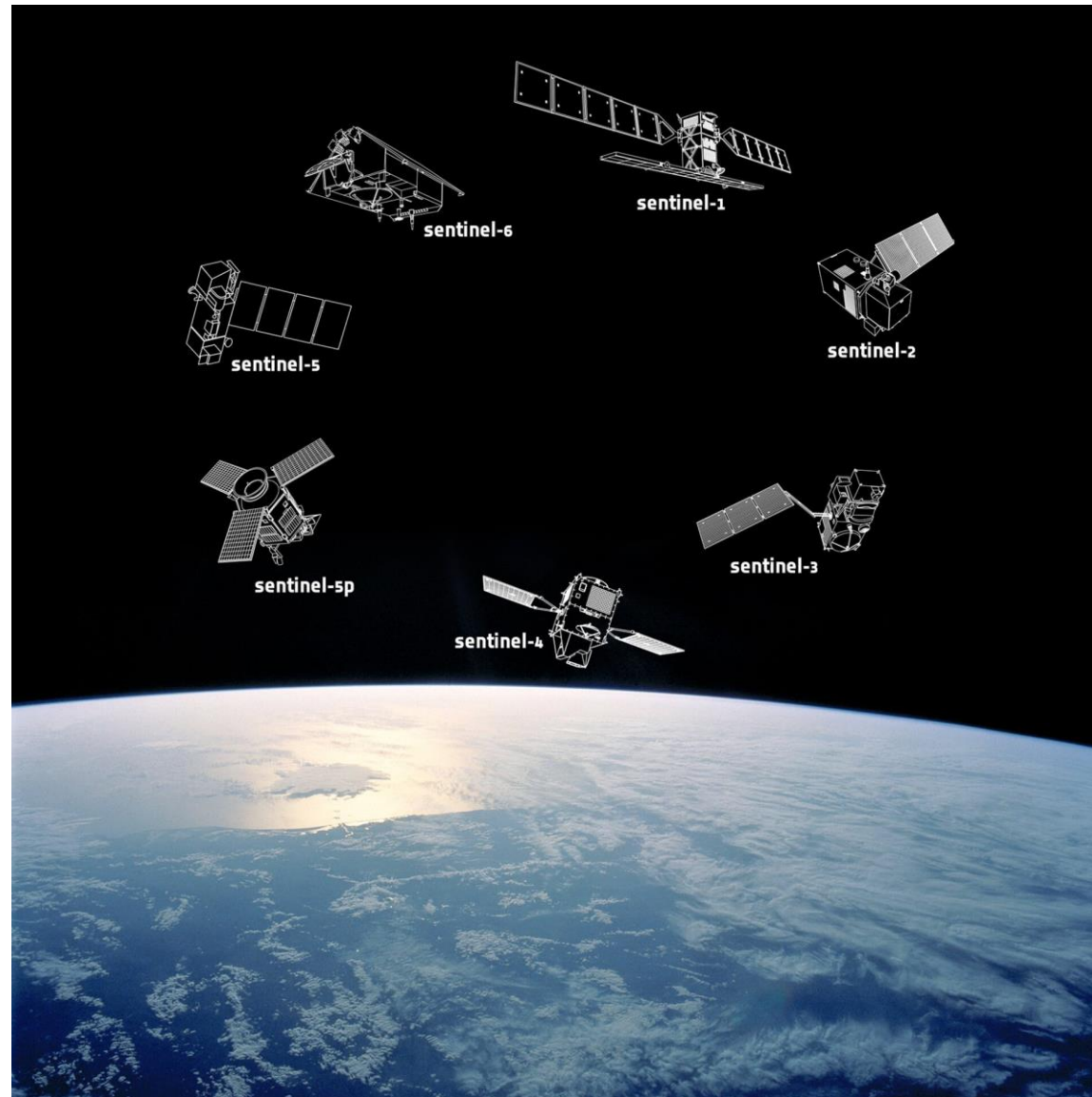


Obserwacje satelitarne

CO2M (Copernicus Anthropogenic Carbon Dioxide Monitoring) or **Sentinel 7** is an earth observation mission in the framework of ESA's Copernicus program.



The CO2M mission consists of two satellites and will carry a near-infrared and shortwave-infrared spectrometer to measure atmospheric carbon dioxide produced by human activity. These measurements would reduce current uncertainties in estimates of emissions of carbon dioxide from the combustion of fossil fuel at national and regional scales. This would provide the EU with a unique and independent source of information to assess the effectiveness of policy measures, and to track their impact towards decarbonising Europe and meeting national emission reduction targets.





Budowa systemu

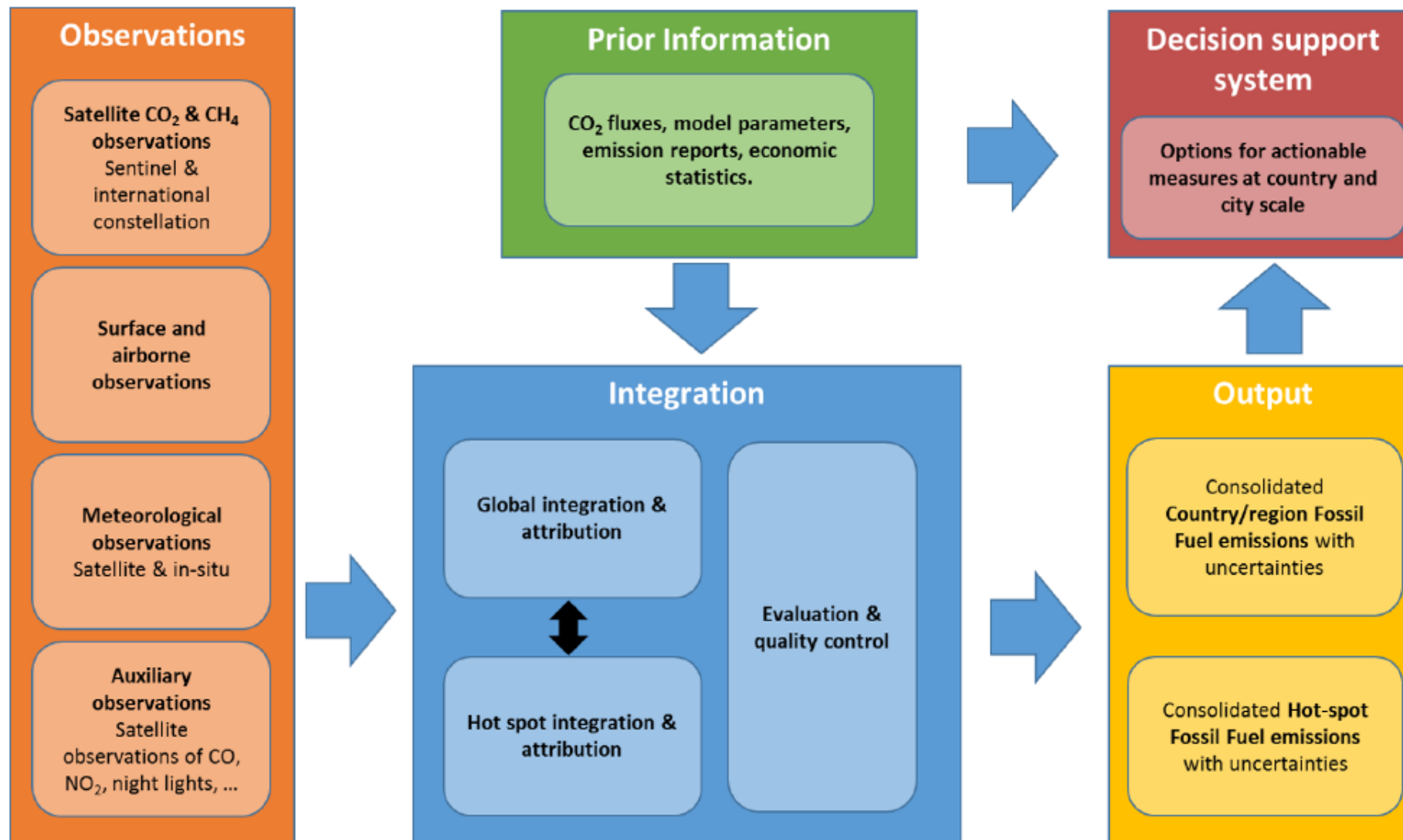


Figure 2: High-level data flow of the CO2MVS

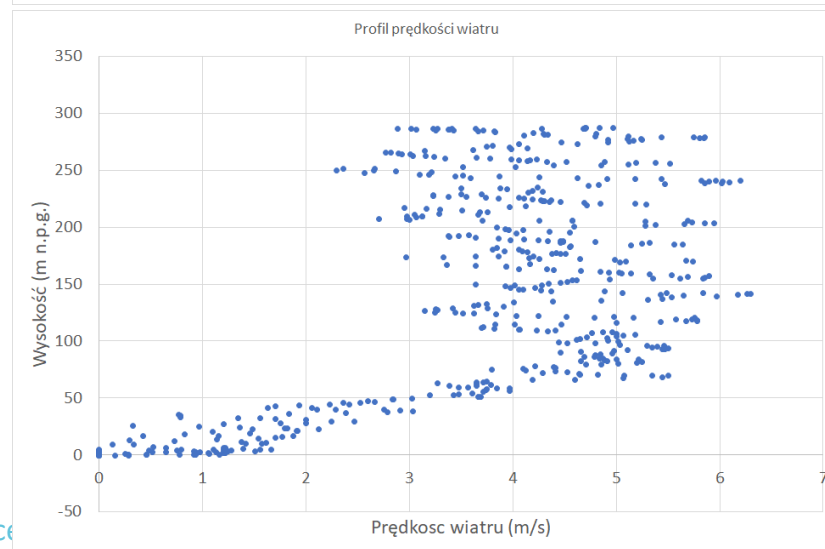
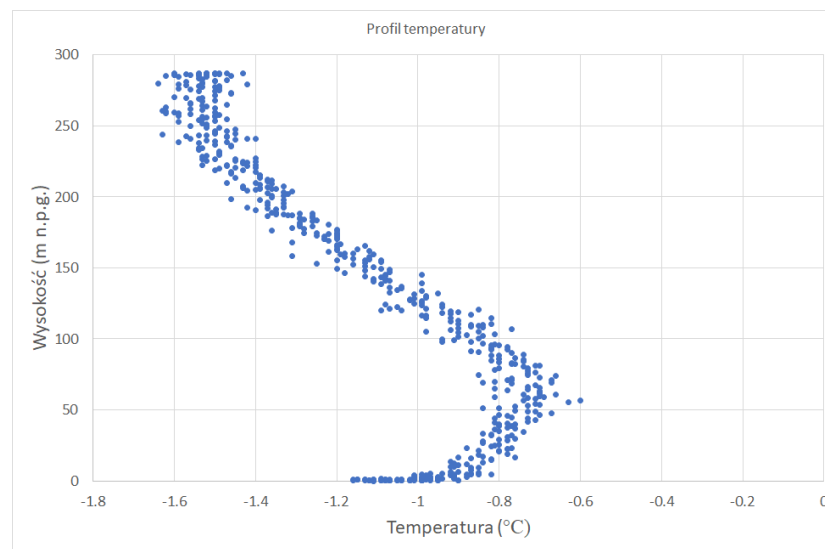


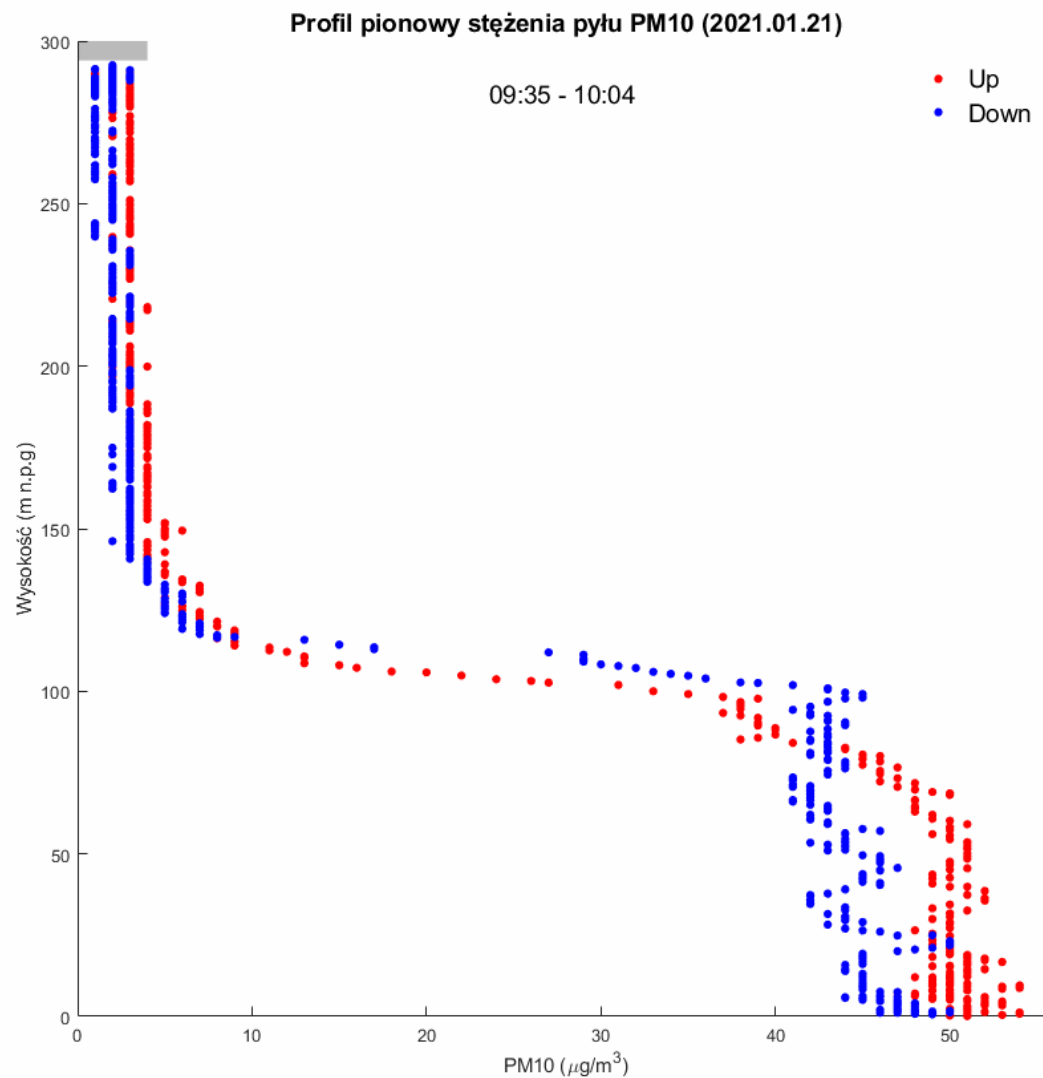
Work Plan

- WP2: (Offline) Prior and Ancillary Information
 - Deliver global high-resolution bottom-up anthropogenic fossil fuel emission estimates of CO₂
 - Provide a biogenic fluxes dataset (ocean, biosphere)
- WP3: Development of global modelling and data assimilation capacity in an MVS
 - Develop and evaluate different global modelling approaches for anthropogenic and biogenic CO₂
 - Develop fossil fuel emission and biogenic flux process modelling within a community model framework
- WP4: Local and regional modelling and data assimilation
 - This work package relies on the development and application of high-resolution atmospheric transport and inversion systems covering limited geographical areas and addressing scales from mesoscale weather phenomena to individual plumes as they are resolved by CO₂M.
- WP5: Connecting scales and uncertainties
 - The objective of this WP is to improve the representation of uncertainties in inversions like:
 - The uncertainty of boundary conditions
 - The quantification of uncertainty arising from sampling biases
 - Best practice on evaluating/benchmarking atmospheric transport models
- WP6: Integration, testing, application and initial validation of prototype systems
 - Extend the CO₂ and CH₄ syntheses of the H2020 VERIFY project to year 2021
 - Prepare the prototype systems and data flow for the first Global Stocktake
- WP7: Observations
 - Collect and document the in-situ observation and ancillary data requirements
 - Identify and contact providers of the required data streams
 - Develop new measurement techniques and instruments to fill current gaps
- WP8: User engagement
 - Identify User Community and User Needs to serve UNFCCC national submissions
 - Produce a synthesis of CO₂ (and CH₄) observation-based emission estimates
- WP9: Coordination, Dissemination, Exploitation and International Liaison



Obserwacje profili pionowych CO₂ w atmosferze miasta







Obserwacje



spot air
samples for
isotope analysis
every 4 hours



Automatic flask sampler

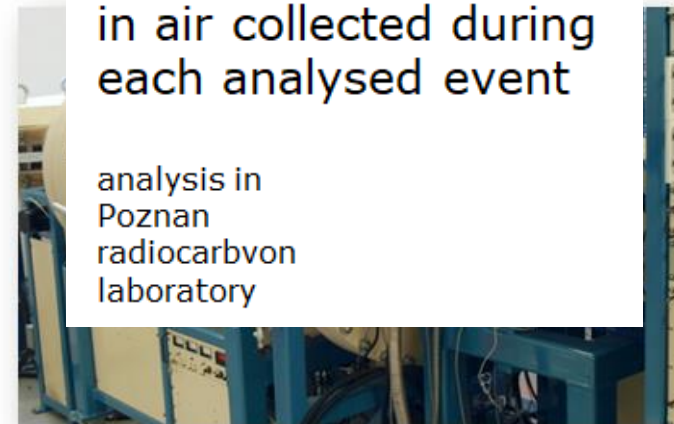
$\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ of CO_2
in air collected during
each analysed event



Mass spectrometry

$\Delta^{14}\text{C}$ of CO_2
in air collected during
each analysed event

analysis in
Poznan
radiocarbon
laboratory

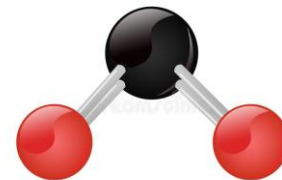


AMS



Obserwacje

Wyznaczanie udziału składowej antropogenicznej na podstawie analiz izotopowych



Naturalne izotopy węgla:

^{12}C (ok. 99%)

^{13}C (1 atom na 113 atomów ^{12}C)

^{14}C (1 atom na 10^{12} atomów ^{12}C)

Podejście radiowęglowe:

Bilans izotopowo-masowy:

$$CO_{2_mes} = CO_{2_bg} + CO_{2_src}$$

+

$$CO_{2_mes} \cdot \delta^{13}C_{mes} = CO_{2_bg} \cdot \delta^{13}C_{bg} + CO_{2_src} \cdot \delta^{13}C_{src}$$

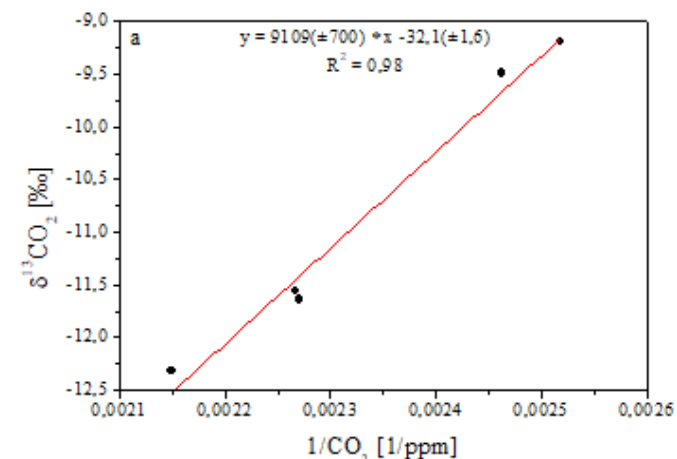
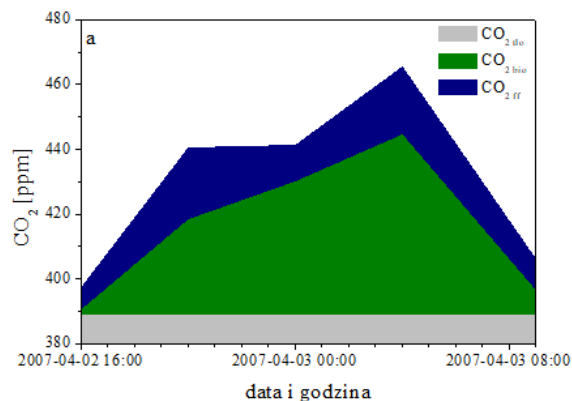
=

$$\delta^{13}C_{mes} = \frac{1}{CO_{2_mes}} \cdot [CO_{2_bg} \cdot (\delta^{13}C_{bg} - \delta^{13}C_{src})] + \delta^{13}C_{src}$$

Zakładając: $\Delta^{14}C_{bio} = \Delta^{14}C_{bg}$

$$CO_{2_ff} = CO_{2_mes} \cdot \frac{\Delta^{14}C_{bg} - \Delta^{14}C_{mes}}{\Delta^{14}C_{bg} + 1000}$$

$$CO_{2_bio} = CO_{2_mes} - CO_{2_bg} - CO_{2_ff}$$



THANK YOU

Druga część prezentacji
dotycząca części modelowej
projektu

Dr inż. Michał Gałkowski...

This presentation reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



coco2-project.eu



[@CoCO2_project](https://twitter.com/CoCO2_project)



CoC02

Prototype system for a
Copernicus CO₂ service

PROTOTYPOWY SYSTEM MONITORINGU I WERYFIKACJI ANTROPOGENICZNYCH EMISJI CO₂ OPARTY O USŁUGI SATELITARNE COPERNICUS

Część II – Modelowanie (WP4)

Mirosław Zimnoch, Michał Gałkowski
oraz Zespół Fizyki Środowiska AGH
12/03/2021



CoCO2 – Pakiet roboczy 4

“This work package relies on the **development and application of high-resolution atmospheric transport and inversion systems** covering limited geographical areas and addressing scales from mesoscale weather phenomena to individual plumes as they are resolved by CO2M.”

*/ Ten pakiet roboczy zależeć będzie **od rozwoju i wdrożenia wysokiej rozdzielczości modelowania transportu oraz systemów inwersyjnych** pokrywających ograniczone obszary geograficzne oraz badających zakres skal od mezoskalowych fenomenów pogodowych do indywidualnych smug możliwych do obserwacji za pomocą CO2M.*

“While addressing **local and national scales is critical** when monitoring emissions, there is still a need to improve such systems and their efficiency and robustness to ensure they can be applied operationally. The analysis and developments in this WP will rely on state-of-the-art transport models and inversion approaches.”

/ Choć badanie skal lokalnych i państwowych jest krytyczne w monitorowaniu emisji, nadal istnieje potrzeba rozwoju tych systemów, a w szczególności ich wydajności i sprawności, zanim będą mogły one być aplikowane w sposób operacyjny. Analiza postępów w tym Pakiecie Roboczym będzie wykorzystywała najnowocześniejsze modele transportu i systemy inwersyjne.

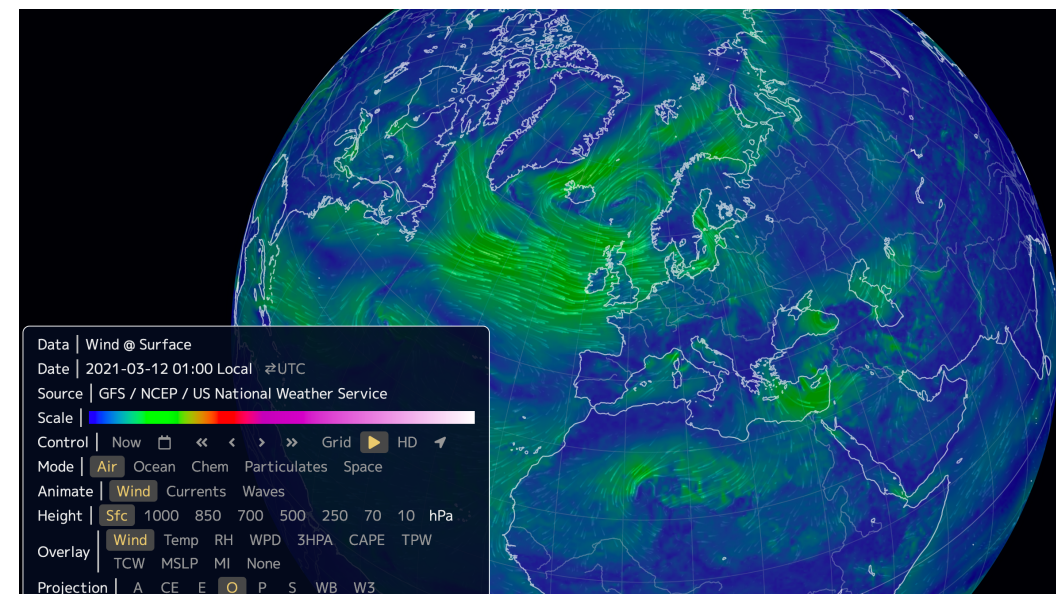
“WP4 is led by **Dominik Brunner (EMPA)** and **Gregoire Broquet (CEA-LSCE)**.”

/ Pakiet roboczy nr 4 prowadzą prof. Dominik Brunner (EMPA, Zurych) oraz Gregoire Broquet (CEA-LSCE, Paryż)



Krótki wstęp – modelowanie atmosfery i gazów cieplarnianych

- Symulacje zanieczyszczeń (np. PM10) oraz gazów cieplarnianych często używają TYCH SAMYCH modeli pogodowych, które wykorzystujemy do prognoz pogody (lub rozwoju metod modelowania – WRF-ARW)
- Powód: prozaiczny - potrzebujemy pól wiatru do obliczenia transportu zanieczyszczeń
 - Przykłady: WRF, IFS, COSMO, ICON...
- Dygresja: nawet jeżeli ich nie używają, to używają pól meteorologicznych z tychże
- W przypadku modeli pogodowych i modeli zanieczyszczeń najczęściej głównym zadaniem jest stworzenie dobrej PROGNOZY (na 3 dni, 5 dni, 10 dni...)



<https://earth.nullschool.net> (inspiracja dla windy.com)



Krótki wstęp – modelowanie atmosfery i gazów cieplarnianych

- W przypadku gazów cieplarnianych same prognozy mają ograniczoną użyteczność
- Te na 10 (a nawet 30 dni) są mało interesujące – znaczenia nabierają dopiero prognozy na 50-100 lat. Ale do takich używa się modeli klimatycznych (inna skala czasowa i pytania badawcze!)
- Modeli transportu używa się przede wszystkim do modelowania inwersyjnego
- Modelowanie inwersyjne to nic innego jak inferencja Bayesowska w układzie

$$\textit{emisje} \leftarrow \textit{atmosfera} \leftarrow \textit{pomiary}$$

- Dokładne oszacowanie emisji to w praktyce Święty Graal fizyków atmosfery zajmujących się gazami cieplarnianymi
- Ze strony matematycznej model atmosferyczny stanowi część operatora obserwacji (operator transportu) zdefiniowanego formalnie jako

$$H: x \rightarrow y = Hx$$

- Powszechnie używa się notacji macierzowej, gdzie:
 x stanowi wektor emisji (ew. współczynników skalujących emisje),
 y to wektor obserwacji (satelitarnych, naziemnych, lotniczych, balonowych)



Krótki wstęp – modelowanie atmosfery i gazów cieplarnianych

$$H: x \rightarrow y = Hx$$

x stanowi wektor emisji (ew. współczynników skalujących emisje), pożądana przez niewiadoma
 y to wektor obserwacji (satelitarnych, naziemnych, lotniczych, balonowych)

- Ze względu na niedoskonałości modelu (w mniejszym stopniu niedoskonałe obserwacje), w praktyce

$$y_{\text{pomiar}} \neq Hx$$

- Formalne użycie statystyki bayesowskiej pozwala nam optymalizować wartości wektora x przy użyciu obserwacji w procesie *inwersji*. Do tego potrzebna jest jeszcze wartość *a-priori* wektora emisji (x_a) – pierwsze przybliżenie naszych badanych strumieni [mogą to być np. statystyki rządowe, unijne] - takie że:

$$H(x - x_a) \approx y - Hx_a$$

lub w uproszczeniu:

$$H\tilde{x} \approx \tilde{y}$$

- Wówczas uzyskuje się zoptymalizowane wartości emisji poprzez minimalizację funkcji kosztu (celu). W przypadku systemu analitycznego (istnieją inne) zdefiniowana jest ona jako:

$$J = (M\tilde{x} - \tilde{y})^T \text{diag}(\sigma_0^{-2})(M\tilde{x} - \tilde{y}) + \tilde{x}^T \text{diag}(\sigma_x^{-2})\tilde{x}$$



Krótki wstęp – modelowanie atmosfery i gazów cieplarnianych

- Praca w podejściu bayesowskim daje możliwości oszacowania nie tylko zoptymalizowanych wartości strumieni (emisji) antropogenicznych
- Pozwala również na poparte metodami matematycznymi oszacowanie **niepewności** wyników
- Formalnie zawarte są one w macierzach kowariancji a-posteriori:

$$\mathbf{A} = [\mathbf{B}^{-1} + \mathbf{H}^T \mathbf{R}^{-1} \mathbf{H}]^{-1}$$

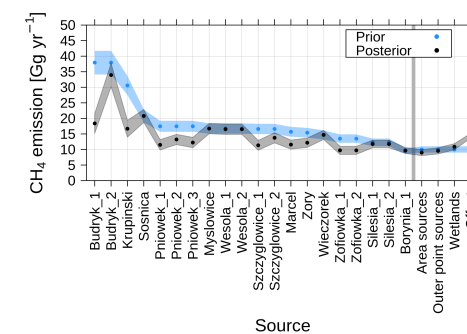
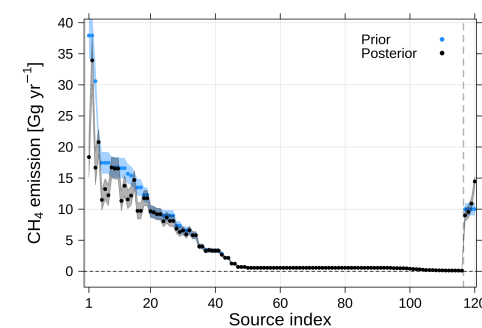
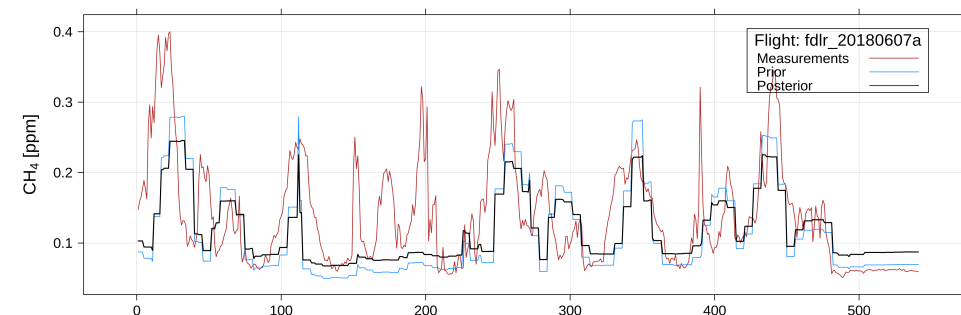
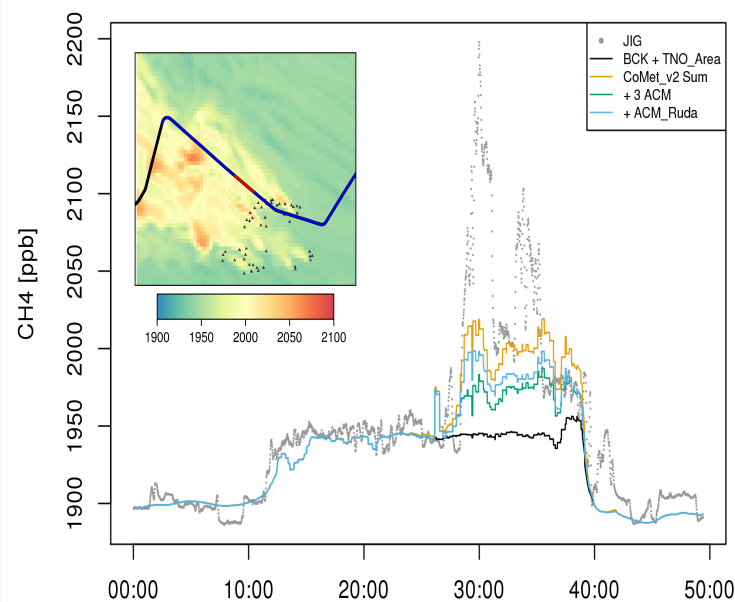
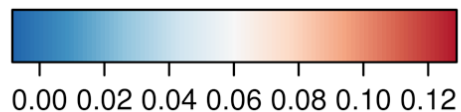
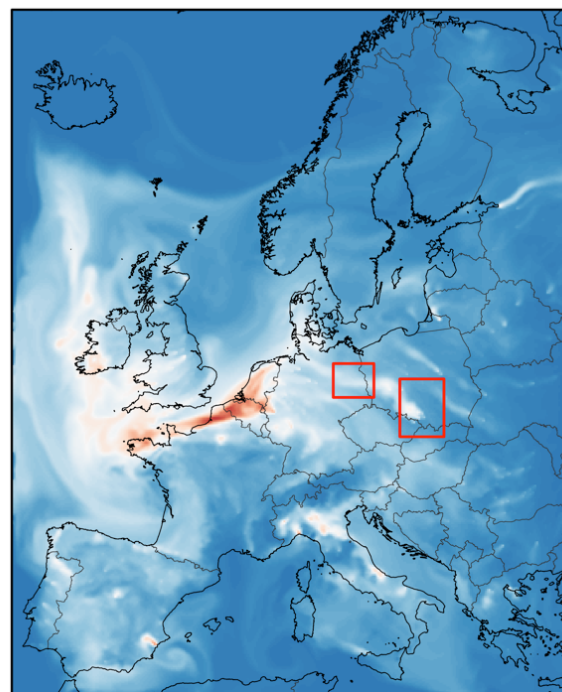
- Gdzie **B** – macierz kowariancji rozkładu strumieni a-priori, **R** – macierz kowariancji błędu obserwacji
- Pozwala to na określenie **ZYSKU** z użycia danej obserwacji (lub serii obserwacji, np. zdjęcia satelitarne), poprzez obliczenie parametru redukcji niepewności UR (uncertainty reduction):

$$UR = 1 - \frac{\sigma_{posterior}}{\sigma_{prior}}$$

- Tak zdefiniowany parameter przyjmuje wartość 1 gdy uzyskamy idealne dopasowanie strumieni do obserwacji, natomiast 0 uzyskamy gdy nasze obserwacje nie wnoszą NIC do naszej wiedzy.
- Takie narzędzie jest bardzo użyteczne przy planowaniu kosztochłonnych misji kosmicznych, takich jak CO2M! Wykonuje się wówczas tzw. OSSE (*Observing System Simulation Experiments*), pozwalające na określenie użyteczności systemu przy założonych parametrach **ZANIM** wystrzelimy 450 milionów EUR w kosmos.



Krótki wstęp – modelowanie atmosfery i gazów cieplarnianych





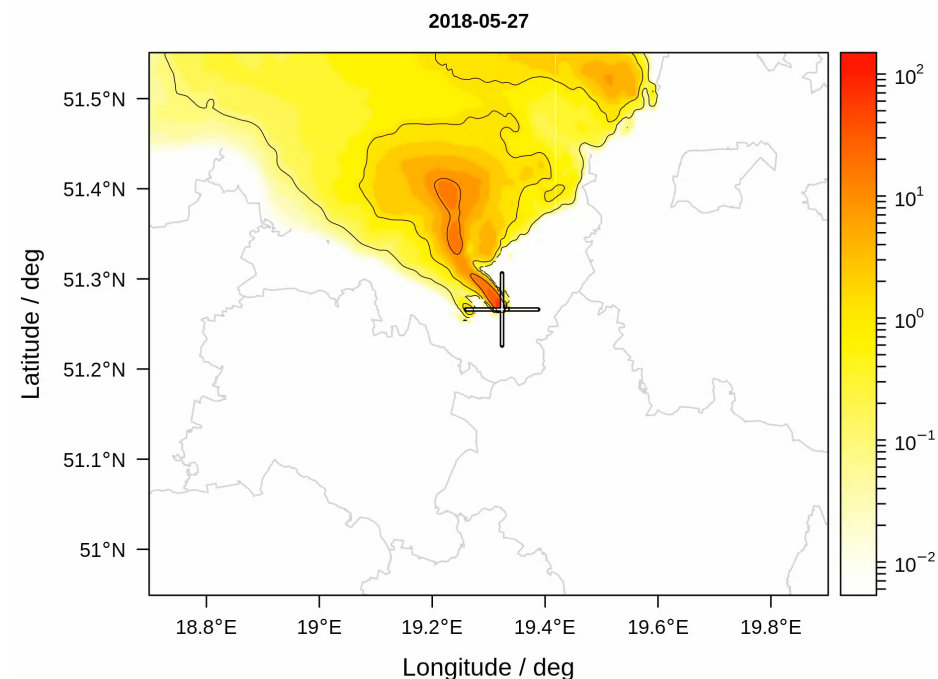
Pakiet Roboczy 4 - sytuacja wejściowa

- Emisje antropogeniczne CO₂ skoncentrowane są w rozproszonych punktach globu i zdominowane przez źródła punktowe, miasta oraz kompleksy przemysłowe ("hot-spoty", klastry źródeł)
- CO2M będzie mierzył stężenie XCO₂ w rozdzielczości przestrzennej 2 km x 2 km, co pozwoli na rozróżnienie smug z pojedynczych źródeł punktowych
- Doświadczenia z projektu CHE (*CO₂ Human Emissions*):
 - Rozdzielczość modelu ma znaczenie, szczególnie dla źródeł punktowych
 - Smugi elektrowni są trudne do symulacji z powodu atmosferycznych turbulencji w połączeniu z zazwyczaj wzniesionym punktem emisji oraz termicznym wznoszeniem smugi
 - Smugi miast potrafią być bardzo złożone; w miastach spotyka się również silne źródła punktowe [np. EC Łęg w Krakowie]
 - Możliwości oszacowań w skali kraju – nadal jeszcze nie ma dość dobrych technik!
- W ramach MVS konieczne będzie opracowanie operacyjnych metod do szacowania emisji ze źródeł punktowych
- Pakiet 4 ma za zadanie utworzyć łączyć systemem globalny z funkcjonującymi systemami regionalnymi (porównania, walidacja, rozwój).



Wyzwania – skala lokalna

- Modelowanie w wysokiej rozdzielczości (≤ 2 km, nieosiągalne w skali globalnej) [*dla Krakowa celujemy w 400 m lub mniej*]
- Dokładne symulacje trudne ze względu na błędy symulacji wiatru, turbulencji, wzniosu smug emisji; na to nakładają się wyzwania związane z numeryką (gradienty, zasada zachowania masy)
- Szacowanie niepewności modelu związanych z transportem jest szalenie trudne; metody nadal rozwijane
- Wartościowe może być użycie w badaniach koemitowanych związków (NO_2 , na przykład), istotne również będzie odseparowanie antropogenicznego i biosferycznego CO_2 [*radiowęgieł!*]





- ## UK and Swiss Measurements and Analyses in support of national inventory reporting
-
- Map of the United Kingdom showing the locations of various CO₂ measurement stations. The stations are marked with red dots and labeled: Mace Head, Belfast, Dublin, Cardiff, London, Heathfield, Ridge Hill, Tacolneston, and Bilsdale. Each station is accompanied by a small photograph showing the measurement equipment. A legend at the bottom identifies the stations: Red dot for CarboCount CH₄ (CO₂+CH₄+H₂O), Green dot for FluxNet (CO₂+H₂O fluxes), Red dot for CarboCount CH₄ + FluxNet, and Green dot for Rietveldbach (CO₂+H₂O fluxes).
-
- Map of Switzerland showing the locations of various CO₂ measurement stations. The stations are marked with red dots and labeled: Gimmiz, Beromünster, Fröbühl, and Gabris (temporary). Each station is accompanied by a small photograph showing the measurement equipment. A legend at the bottom identifies the stations: Red dot for JFU (CO₂+CH₄+CO+O₃), Green dot for Univ. Bern (CO₂+H₂O+¹³C), Red dot for NABEL (CO₂ or CH₄), and Green dot for Rietveldbach (CO₂+H₂O fluxes).
- ## UK and Switzerland systems with routine analysis
- Presentation of IG3IS (IG3IS-TRANSCOM meeting, Oct 2019)



Struktura WP4

Skala lokalna – źródła punktowe / miasta

T4.1 Local scale model performance assessment and improvement

EMPA, CEA, WU, VUA, MPG, FMI, TNO, DWD, ENPC, ECMWF

T4.2 Local inversion approaches for efficient processing of plume images with a large spatial and temporal coverage

FMI, CEA, EMPA

T4.3 Local inversion approaches using atmospheric transport models

ENPC, CEA, iLab, WU, UEDIN, FMI, VUA, AGH

Skala krajowa

T4.4 National scale inversions

MPG, UEDIN, TNO, DWD, EMPA, CEA, ENPC, VUA, FMI, ULUND, ECMWF, AGH

T4.5 Guidance and synthesis between the local and regional scale estimates

CEA + all





Podzadania WP4

T4.1 Local scale model performance assessment and improvement (Lead: EMPA, M1-M24). Partners: EMPA, CEA-LSCE, WU, VUA, MPG, FMI, TNO, DWD, CERECA, ECMWF.

T4.2 Local inversion approaches for efficient processing of plume images with a large spatial and temporal coverage (Lead: FMI, M6-M30). Partners: FMI, CEA-LSCE, EMPA.

T4.3 Local inversion approaches using atmospheric transport models (Lead: CERECA, M12-M30). Partners: CERECA, CEA-LSCE, iLab, WU, UEDIN, FMI, VUA, AGH.

T4.4 National scale inversions (Lead: MPG, UEDIN, M1-M36). Partners: MPG, UEDIN, TNO, DWD, EMPA, CEA-LSCE, CERECA, VUA, FMI, ULUND, ECMWF, AGH.

T4.5 Guidance and synthesis between the local and regional scale estimates (Lead: CEA-LSCE, M26-M36). Partners: **all partners of previous tasks** + relevant partners from WP4



TASK 3.3:

- Using WRF-Chem with the analytical inversion system to invert emissions from Kraków. CO₂ data assimilation from regular UAV CO₂ and event based ¹⁴C observations (Link to WP6, task 6.5 – new measurement techniques).
- *[optional] Forward high-resolution simulations to produce synthetic satellite observations as input for OSSEs in other tasks.*

TASK 3.4 (Lead: MPG J. Marshall / C. Gerbig, UEDIN):

- National CO₂ inversions for Poland using WRF-Chem coupled to the analytical inversion system based on WRF tagged tracer simulations (state space consisting of IPCC sector emissions divided geographically over administrative regions in Poland).
- CO₂ data assimilation, possibly CH₄



TASK 3.3:

- Użycie modelu WRF-Chem wraz z systemem inwersji analitycznej to obliczeń emisji CO₂ z Krakowa. Asymilacja danych CO₂ pobranych z regularnych pomiarów dronowych / (balonowych) oraz kampanii obserwacji radiowęglu (¹⁴C) (w połączeniu z WP7, zadanie 6.5 – nowe techniki pomiarowe [dr Zimnoch]).
- *[opcjonalnie] Wysokiej rozdzielczości symulacje w trybie prognostycznym (forward) dla opracowania syntetycznych obserwacji satelitarnych jako dane wejściowe do OSSE w innych zadaniach i podzadaniach.*

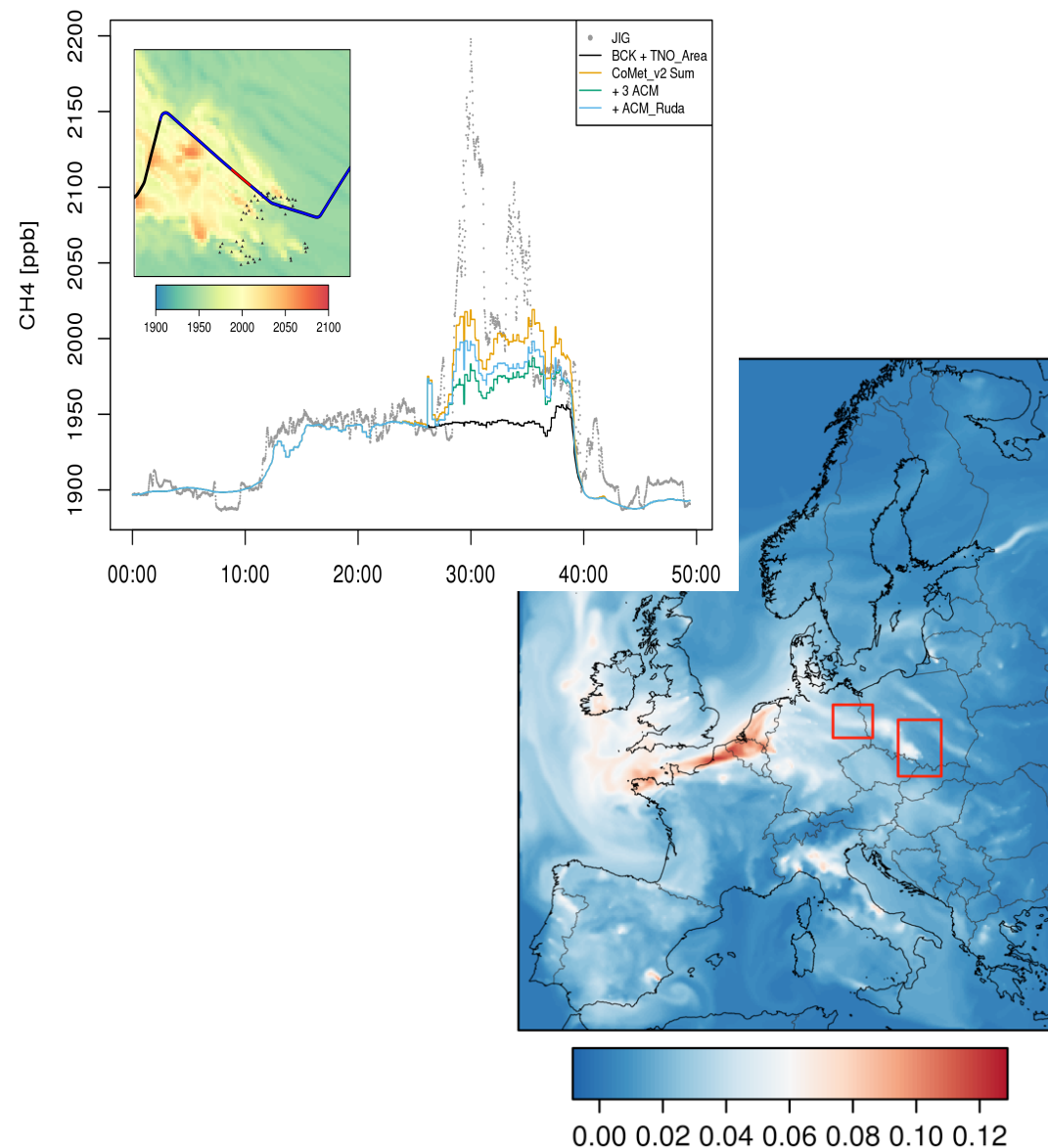
TASK 3.4 (kierownik zadania: DLR, J. Marshall):

- Inwersje CO₂ dla Polski przy użyciu tego samego system (inna domena). Przestrzeń stanu dobrana - w miarę możliwości obliczeniowych - na podstawie sektorów emisji, z dodatkowym podziałem geograficznym na regiony administracyjne (czyt. województwa).
- Asymilacja dostępnych danych CO₂ [ICOS, Kasprowy Wierch, Białystok, inne?], być może CH₄



Plan działania

- Wdrożenie system WRF-GHG na komputerze Prometeusz, korzystając z doświadczeń w konfiguracji użytej w CoMet 1.0 (postdoc, MPI-BGC).
- Przygotowanie domeny i pól emisji w oparciu o dane emisyjne opracowane w ramach projektu (WP3) lub publicznie dostępne bazy danych (TNO-MACC III, EDGAR 5.0, KOBIZE)
- Na podstawie pól emisji podział znaczników względem sektorów, regionów geograficznych itp.
- Symulacje znacznikowe dla wybranych pól emisji na terenie Polski w trybie prognostycznym (forward mode).





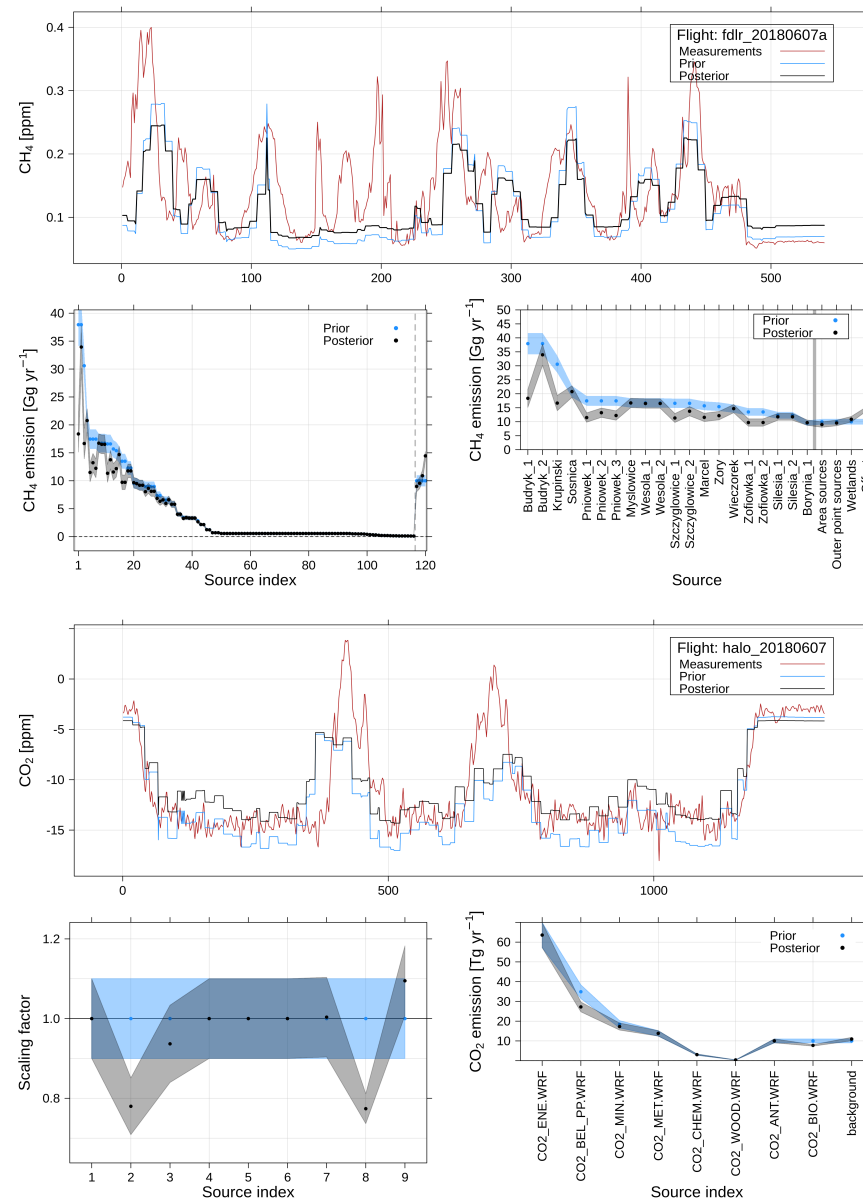
Plan działania

- Wykorzystanie uzyskanych przebiegów do modelowania inwersyjnego
- Dane obserwacyjne:
- z Kasprowego Wierchu, Białegostoku i sieci ICOS wykorzystane będą do symulacji na poziomie kraju
- Satelitarne (GOSAT, OCO-2)
- W skali lokalnej wykorzystamy pomiary terenowe uzyskane w ramach WP 7.
- “Plan A” zakłada wykorzystanie system inwersji analitycznej

$$\hat{x} = x_a + (K^T S_e^{-1} K + S_a^{-1}) \cdot K^T \cdot S_e^{-1} \cdot (y - K \cdot x_a)$$

- W miarę możliwości spróbujemy wdrażać bardziej zaawansowane rozwiązania, np. w ramach CIF (common inversion framework).

Po prawej: wyniki zastosowania systemu inwersji analitycznej dla źródeł metanu na Śląsku. Projekt CoMet 1.0, Gałkowski et al., in prep





Podsumowanie

- Zadaniem projektu CoCO2 jest przygotowanie systemu modelowego do wykorzystania obserwacji, które dostarczy głównie przyszła misja CO2M, ale gdzie bardzo istotną rolę odgrywają pomiary in situ
- Naszą główną rolą w pakiecie 4 jest przygotowanie jednego z lokalnych systemów inwersyjnych, który będzie porównywany z modelami używanymi w większych skalach.
- Nieco pobocznie będziemy równolegle starali się wykorzystywać naszą konfigurację jako jeden z takich regionalnych systemów
- Pierwszy w polsce atmosferyczny model inwersyjny dla gazów cieplarnianych
- Świetna podstawa do dalszych badań emisji na terenie kraju, regionu i świata, oraz rozwój w kierunku do danych satelitarnych.



CoCO2

Prototype system for a
Copernicus CO₂ service

Styczeń 2021 – Grudzień 2023

Ze wsparciem:

CO2 Monitoring Task Force

External Expert Group

Inventory Agency Advisory Board

CoCO2 reviewers

REA

THANK YOU

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

This presentation reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



coco2-project.eu



[@CoCO2_project](https://twitter.com/CoCO2_project)





Horizon 2020

Call: H2020-LC-GD-2020

(Building a low-carbon, climate resilient future: Research and innovation
in support of the European Green Deal)

Topic: LC-GD-9-1-2020

Type of action: RIA

Proposal number: 101037319

Proposal acronym: PAUL

Deadline Id: H2020-LC-GD-2020-6