



System identyfikacji napływu zanieczyszczeń powietrza SINZaP2

Piotr Cofałka, Jacek Długosz

Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych





Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych

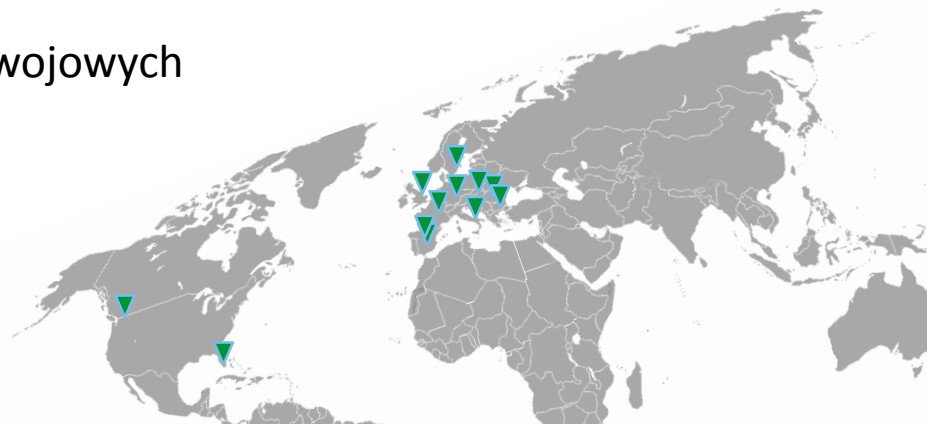
Udział w projektach badawczych i rozwojowych
w latach 2007-2015



18 projektów



17 projektów



Co roku IETU współpracuje z ponad 130 partnerami zagranicznymi i 50 krajowymi

Rola IETU w projektach badawczo-rozwojowych



Badania



Koordinacja



Komunikacja
i upowszechnianie
wyników



Transfer wiedzy



Edukacja
i szkolenia



Współpraca
z interesariuszami



Rozwój kierunków badań

- Rewitalizacja terenów zdegradowanych
- Weryfikacja innowacyjnych technologii środowiskowych
- Ochrona i zrównoważone gospodarowanie zasobami
- Budowa narzędzi i systemów informatycznych zarządzania środowiskiem

- Zintegrowany systemy zarządzania jakością środowiska
- Modelowanie emisji zanieczyszczeń powietrza
- Interakcja powierzchnia ziemi – wody gruntowe
- Rozwój ICT

- Ryzyko zdrowotne i środowiskowe
- Komunikacja społeczna
- Systemy Informacji Przestrzennej
- Technologie oczyszczania powierzchni ziemi

- System zarządzania jakością środowiska na poziomie regionalnym
- System kontroli jakości środowiska
- Techniki i technologie zmniejszania emisji zanieczyszczeń do środowiska
- Oceny oddziaływania na środowisko

2020

Cele strategiczne

- Utworzenie Centrum Eko-Innowacyjnych Technologii Rewitalizacji Terenów Przemysłowych – CENTREVITAL wpisanych na Polską Mapę Drogową Infrastruktury Badawczej
- Powołanie Jednostki Weryfikacji Technologii Środowiskowych

2012

Priorytetowe obszary działania

- Gospodarka odpadami i zasobami
- Przekształcenia środowiska zurbanizowanego
- Diagnozowanie stanu i prognozowanie zmian jakości środowiska
- Remediacja środowiska
- Mikrobiologia środowiska

1995

1992

1972





Wykorzystanie technologii ICT w badaniach naukowych



Zaawansowane aplikacje
i usługi informatyczne w
badaniach środowiska



Rozwiązania informatyczne
wspomagające zarządzanie
środowiskiem na poziomie lokalnym



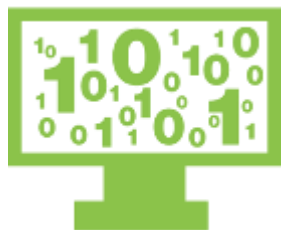
Budowa systemów informacji
o zanieczyszczeniu środowiska
i klasyfikacji zanieczyszczonych
gruntów



Modelowanie wielkości emisji zanieczyszczeń
do powietrza i ich rozprzestrzeniania w skali
lokalnej, regionalnej i krajowej

Modelowanie
rozprzestrzeniania się
zanieczyszczeń w zlewniach

Modelowanie interakcji
powierzchnia ziemi – wody
podziemne



Kartograficzne odwzorowanie stanu
i przemian jakości środowiska w czasie
i przestrzeni z zastosowaniem Geograficznych
Systemów Informacyjnych (GIS)

Identyfikacja
i charakterystyka terenów
zdegradowanych

Ocena ryzyka środowiskowego
i zdrowotnego wynikającego
z zanieczyszczenia terenów
zdegradowanych





Badania atmosfery



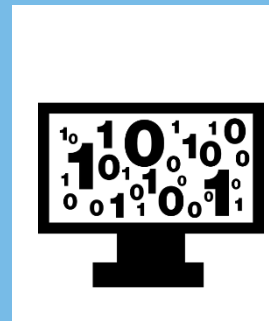
Inwentaryzacja emisji zanieczyszczeń powietrza w skali lokalnej, regionalnej, krajowej i europejskiej

Analiza technicznych i pozatechnicznych możliwości redukcji emisji

Określanie udziału źródeł lokalnych i zewnętrznych w kształtowaniu poziomu stężeń zanieczyszczeń na badanym obszarze Identyfikacja głównych źródeł lokalnych Odpowiedzialnych za jakość powietrza

Modelowanie rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń powietrza w skali lokalnej i regionalnej

Budowa systemów informacji o jakości powietrza



Czym jest SINZaP?

System Identyfikacji Napływu Zanieczyszczeń Powietrza:

- wspomaga zarządzanie i monitorowanie jakości powietrza,
- pozwala gromadzić dane pochodzące z monitoringu meteorologicznego i jakości powietrza,
- gromadzi dane charakteryzujące emitory,
- dostarcza prognoz warunków meteorologicznych i jakości powietrza,
- prezentuje wyniki modelowania i pozwala porównać je z wartościami mierzonymi,
- pozwala ustalić kierunek napływu zanieczyszczeń pomagającego ustalić potencjalne emitory odpowiedzialne za stan jakości powietrza.

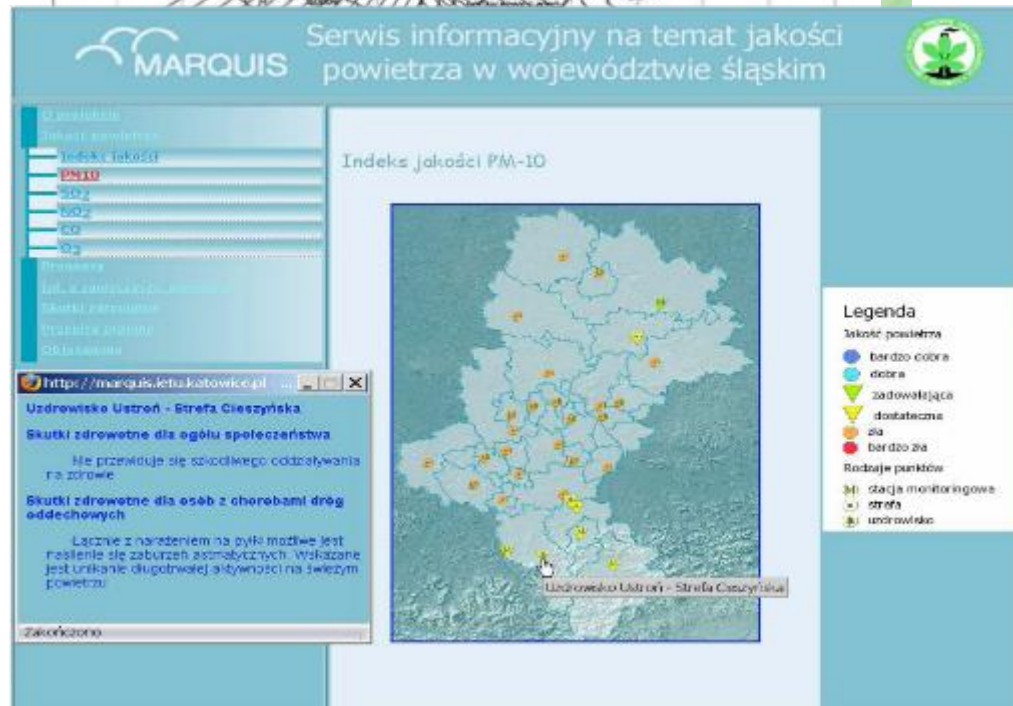
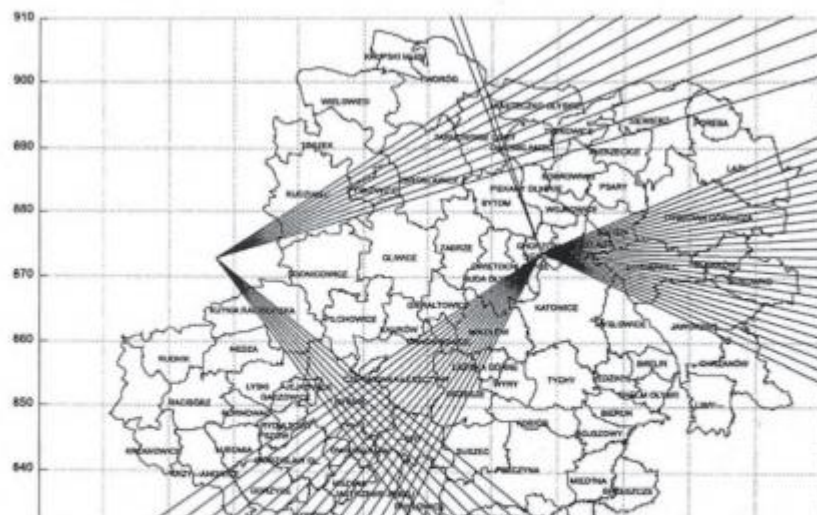
Kamienie milowe SINZaP'a

1992-1996 - pierwszy system identyfikujący napływ zanieczyszczeń powietrza

2002 – powstaje SINZaP, pierwszy system działający online oparty o monitoring

2005-2006 – rozbudowa systemu o moduł prognostyczny

2006-2007 – serwis prognozujący jakość powietrza w projekcie MARQUIS-Light



SINZaP 2 w projekcie in2inIETU

2010 - podpisanie umowy na realizację projektu IN2IN w ramach programu PO IG obejmującego między innymi system SINZaP2

2011 - zakup infrastruktury

2012 - budowa klastra obliczeniowego wraz z modelami numerycznymi, projektowanie bazy danych

2013 – budowa bazy danych, konfigurowanie i parametryzacja modeli

2014 – budowa interfejsu użytkownika i pierwsze testy

2015 – prezentacja systemu SINZaP 2 na konferencji końcowej projektu IN2IN



**INNOWACYJNA
GOSPODARKA**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Infrastruktura systemu



Microsoft®
Silverlight™



PGI™



ADOBE® FLASH

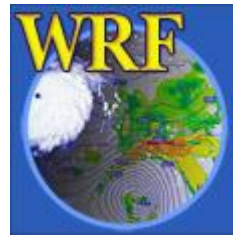


Microsoft®
Visual C#™

FUJITSU



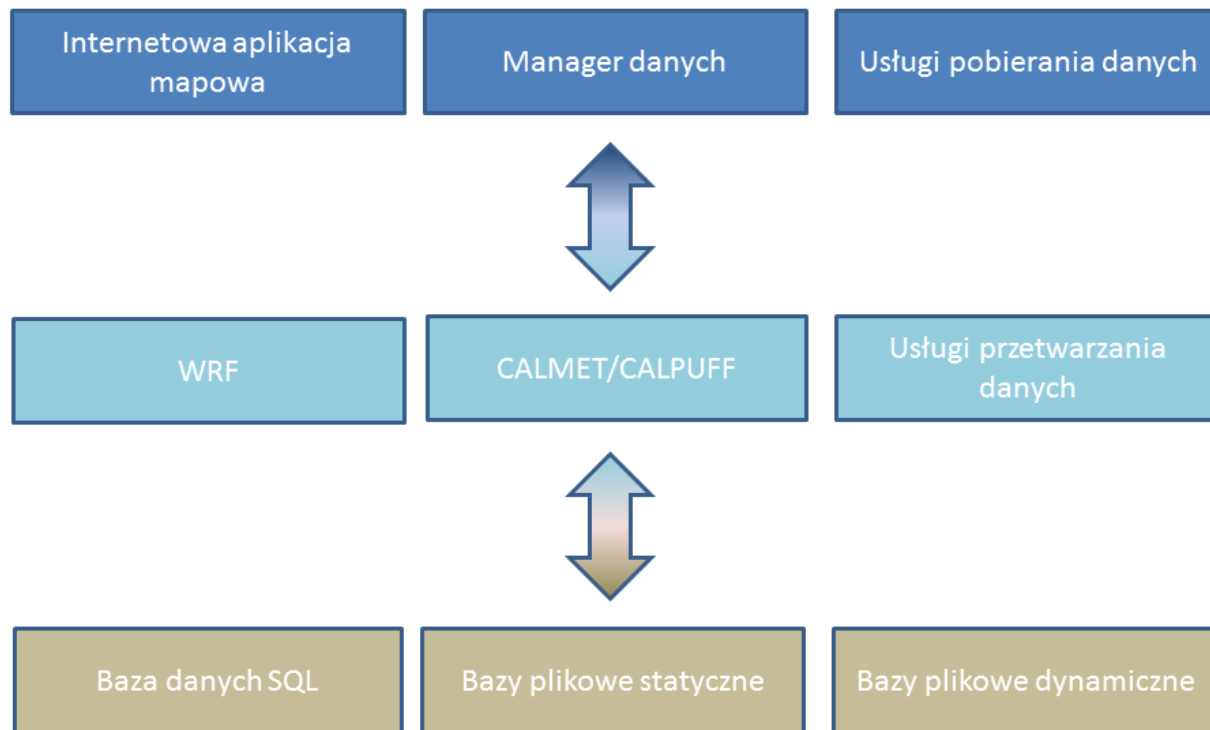
Exponent®
Engineering and Scientific Consulting

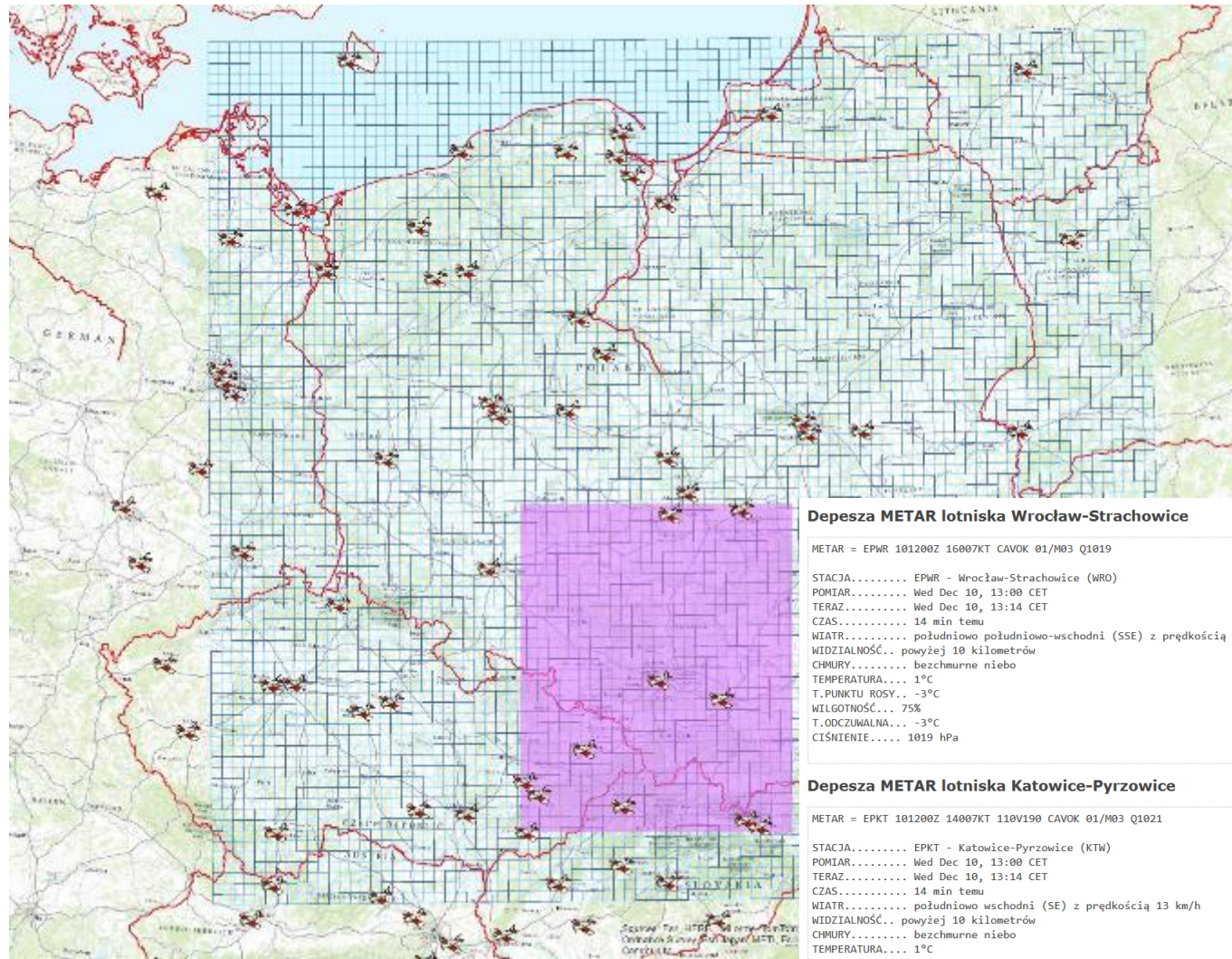


Klaster obliczeniowy *Sybilla*

- 10 węzłów CPU + 1 węzeł GPU (4 x Tesla),
- 152 rdzenie procesorów,
- 456 GB pamięci RAM,
- macierz dyskowa FC o pojemności 60 TB,
- baza danych oparta o SQL Server,
- sieć obliczeniowa INFINIBAND QDR 4X,
- mechanizm kolejkowania zadań TORQUE,
- model Weather Research and Forecasting (**WRF**),
- model dyspersji zanieczyszczeń **CALMET/CALPUFF**,
- kompilator Portland Group Incorporation,
- interpreter Python.

Architektura systemu SINZaP2





```
STACJA..... EPWR - Wrocław-Strachowice (WRO)
POMIAR..... Wed Dec 10, 13:00 CET
TERAZ..... Wed Dec 10, 13:14 CET
CZAS..... 14 min temu
WIATR..... południowo południowo-wschodni (SSE) z prędkością 13 km/h
WIDZIALNOŚĆ..... powyżej 10 kilometrów
CHMURY..... bezchmurne niebo
TEMPERATURA... 1°C
T.PUNKTU ROSY... -3°C
WILGOTNOŚĆ... 75%
T.ODCZUWALNA... -3°C
CIŚNIENIE..... 1019 hPa
```

STACJA..... EPKT - Katowice-Pyrzowice (KTW)
 POMIAR..... Wed Dec 10, 13:00 CET
 TERAZ..... Wed Dec 10, 13:14 CET
 CZAS..... 14 min temu
 WIATR..... południowo wschodni (SE) z prędkością 13 km/h
 WIDZIALNOŚĆ..... powyżej 10 kilometrów
 CHMURY..... bezchmurne niebo
 TEMPERATURA.... 1°C
 T.PUNKTU ROSY... -3°C
 WILGOTNOŚĆ.... 75%
 T.ODCZUWALNA... -3°C
 CIŚNIENIE..... 1021 hPa

Model CALMET/CALPUFF

- CALMET/CALPUFF jest modelem dyspersji zanieczyszczeń przyjętym przez US EPA i udostępnianym przez firmę Exponent,
- Moduł CALMET dokonuje konwersji danych meteorologicznych na potrzeby modelu CALPUFF,
- Model symuluje stężenia następujących zanieczyszczeń:
 - SO₂,
 - NO₂,
 - CO,
 - PM₁₀,
 - PM_{2.5}
- Domena w systemie SINZaP2 - 240 x 280 km (woj. śląskie),
- Liczba receptorów:
 - 28 stacji monitoringu
 - 167 lokalizacji dotyczących jednostek samorządu terytorialnego woj. śląskiego

Projekt bazy danych

Baza emisyjna złożona ze schematów:

- emisja liniowa,
- emisja obszarowa,
- emisja punktowa,
- dane gridowe,
- dane dotyczące jednostek administracyjnych,
- wersjonowania danych.

Baza monitoringowa obejmująca:

- jakość powietrza,
- warunki meteorologiczne.

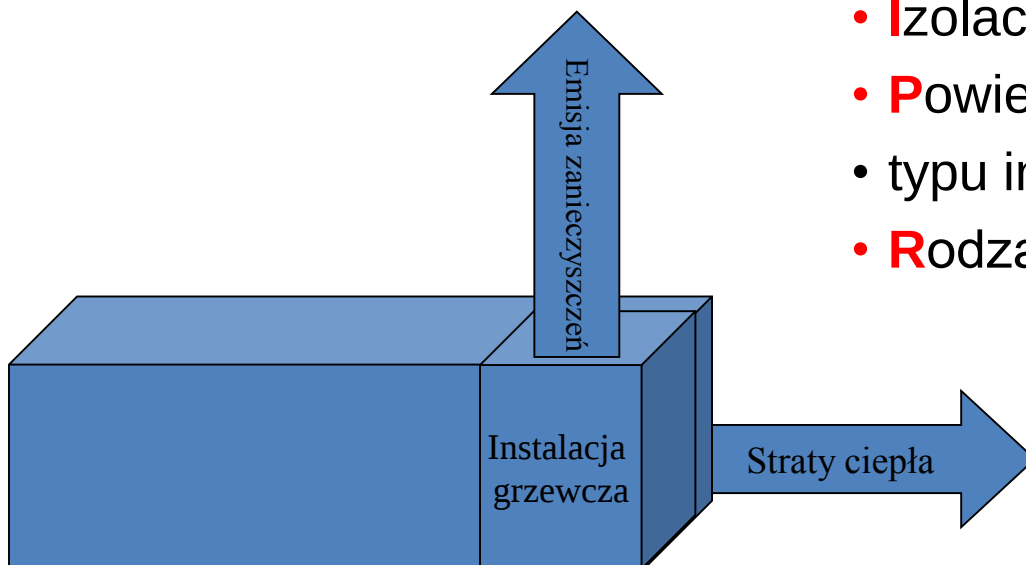
Dane pochodzą ze źródeł krajowych i zagranicznych.

Emisja komunalna

Emisja zanieczyszczeń powietrza z instalacji grzewczych w indywidualnych budynkach mieszkalnych jest funkcją:

$$E = f(\textcolor{red}{T}, \textcolor{red}{I}, \textcolor{red}{P}, \textcolor{red}{G}, \textcolor{red}{R})$$

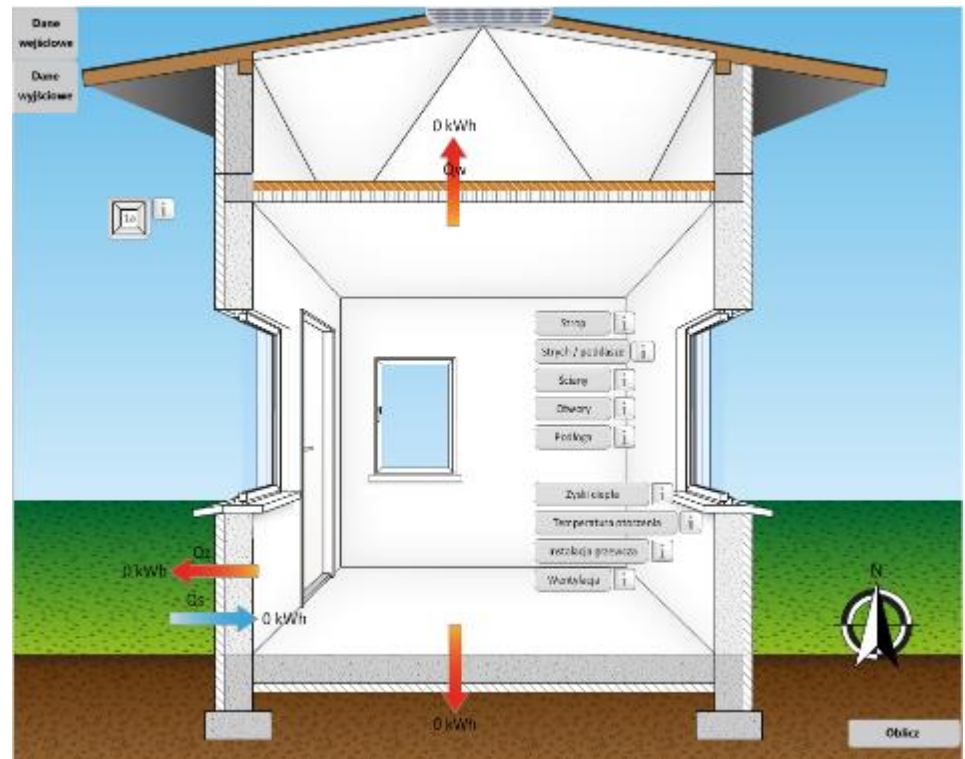
- **T**emperatury otoczenia
- **I**zolacji termicznej budynku
- **P**owierzchni ogrzewanej
- typu instalacji **G**rzewczej
- **R**odzaju zużywanego paliwa



Szacowanie wskaźników emisji mieszkaniowej

Narzędzie stworzone w IETU pozwala określić:

- parametry budynku,
- straty ciepła,
- zapotrzebowanie na ciepło dla danego miesiąca,
- koszty ogrzewania dla różnych nośników energii,
- emisję związaną z ogrzewaniem.



Metodyka wyznaczania emisji komunalnej

- Wykorzystano wyniki inwentaryzacji przeprowadzonej w ramach projektu CLEANBORDER (współpraca transgraniczna CZ-PL) zgodnie z metodyką opracowaną w IETU w czasie realizacji projektu.
- Inwentaryzacja objęła:
 - rodzaje ogrzewania,
 - izolacyjność budynków,
 - ilość zużywanego paliwa.
- Wyniki inwentaryzacji przypisano do obszarów zabudowy wyznaczonych na podstawie CLC 2006

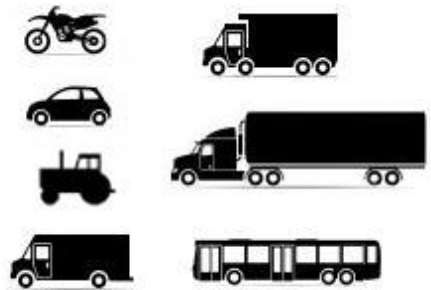


UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
PRZEKRACZAMY GRANICE



Emisja przemysłowa

- Emisja zanieczyszczeń powietrza oszacowana na podstawie danych pozyskanych z KOBIZE za rok 2011.
- Dane emisyjne podzielono na obszarowe i punktowe według kryterium wysokości przewodu emitora.
- Podział emitorów przemysłowych na obszarowe i punktowe (wysokie – ok 700 emitorów) wynika z wymogów zastosowanego modelu CALPUFF
- Parametry charakteryzujące emitor wysoki wymagane przez model CALPUFF:
 - wysokość,
 - prędkość wylotowa gazów,
 - temperatura,
 - emisja dla poszczególnych zanieczyszczeń (SO₂, NO₂, CO, PM₁₀, PM_{2.5}).



- Szacowanie emisji dla sieci dróg województwa w oparciu o metodykę własną IETU.
- Przy szacowaniu emisji uwzględniono drogi kategorii powiatowej i wyższych.
- Emisję komunikacyjną traktuje się w modelu CALPUFF jako emisję obszarową.
- Uwzględniono 7 kategorii pojazdów.
- Natężenie ruchu pochodzi z pomiaru przeprowadzonego w roku 2010 przez GDDKiA.
- Dla odcinków nieobjętych pomiarem zastosowano metodykę statystyczną wypracowaną przez IETU.
- Przy szacowaniu emisji (SO₂, NO₂, CO, PM₁₀, PM_{2.5}) uwzględniono uśrednione wskaźniki dla 3 rodzajów paliw (ON, LPG, P95).

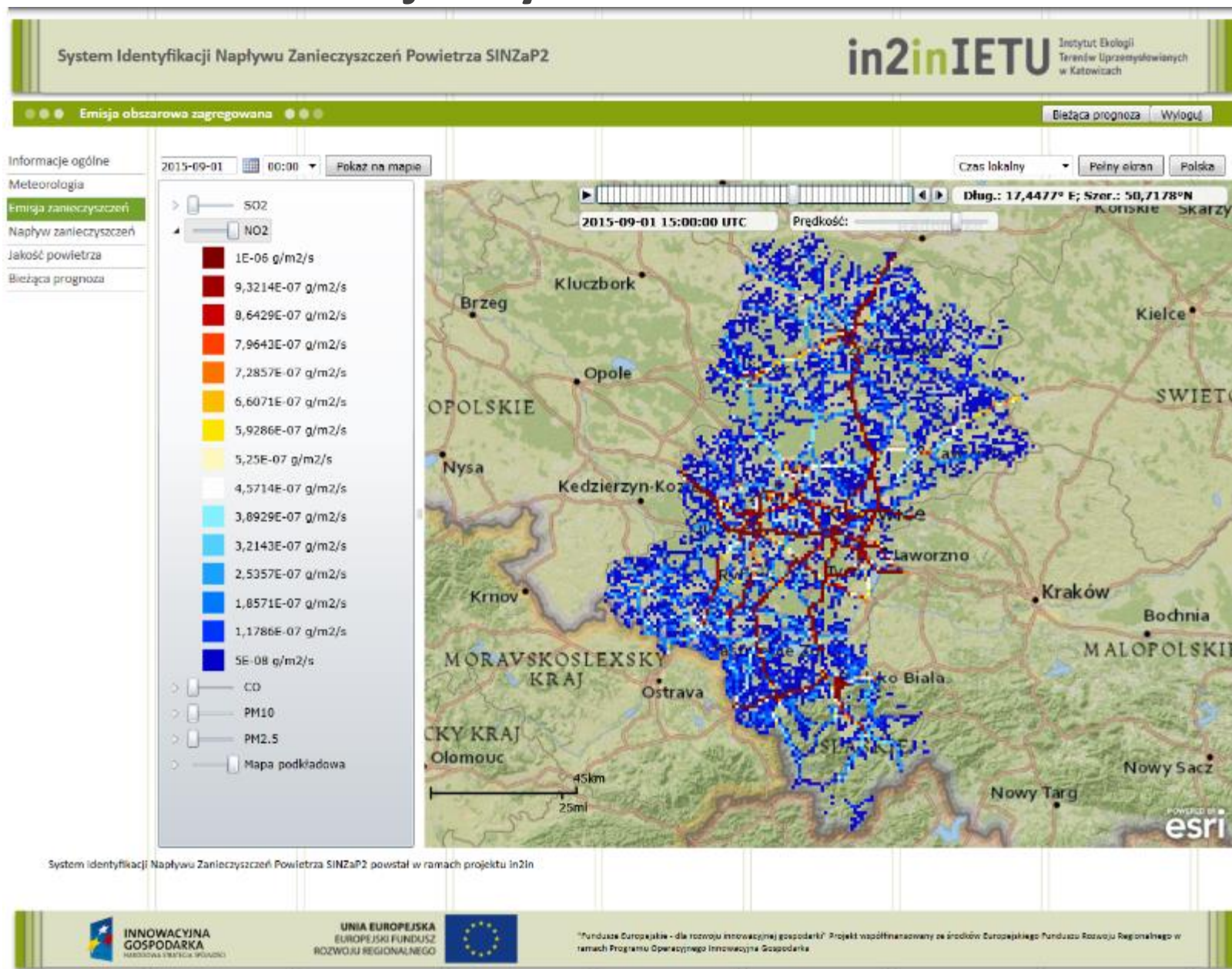
Agregacja emisji obszarowej

- Dla poszczególnych emisji obszarowych uwzględniana jest zmienność czasowa.
- Emisja komunikacyjna jest funkcją natężenia ruchu w ciągu doby.
- Emisja komunalna jest funkcją temperatury zewnętrznej zmieniającej się wraz z porą dnia i porą roku.
- Agregacji podlega również emisja przemysłowa.
- Ze względów wydajnościowych modelu CALPUFF zdecydowano się na reprezentację emitorów obszarowych za pomocą kwadratów o wymiarach 5 x 5 km.
- Emisja obszarowa jest wyliczana przez każdym uruchomieniem modelu.

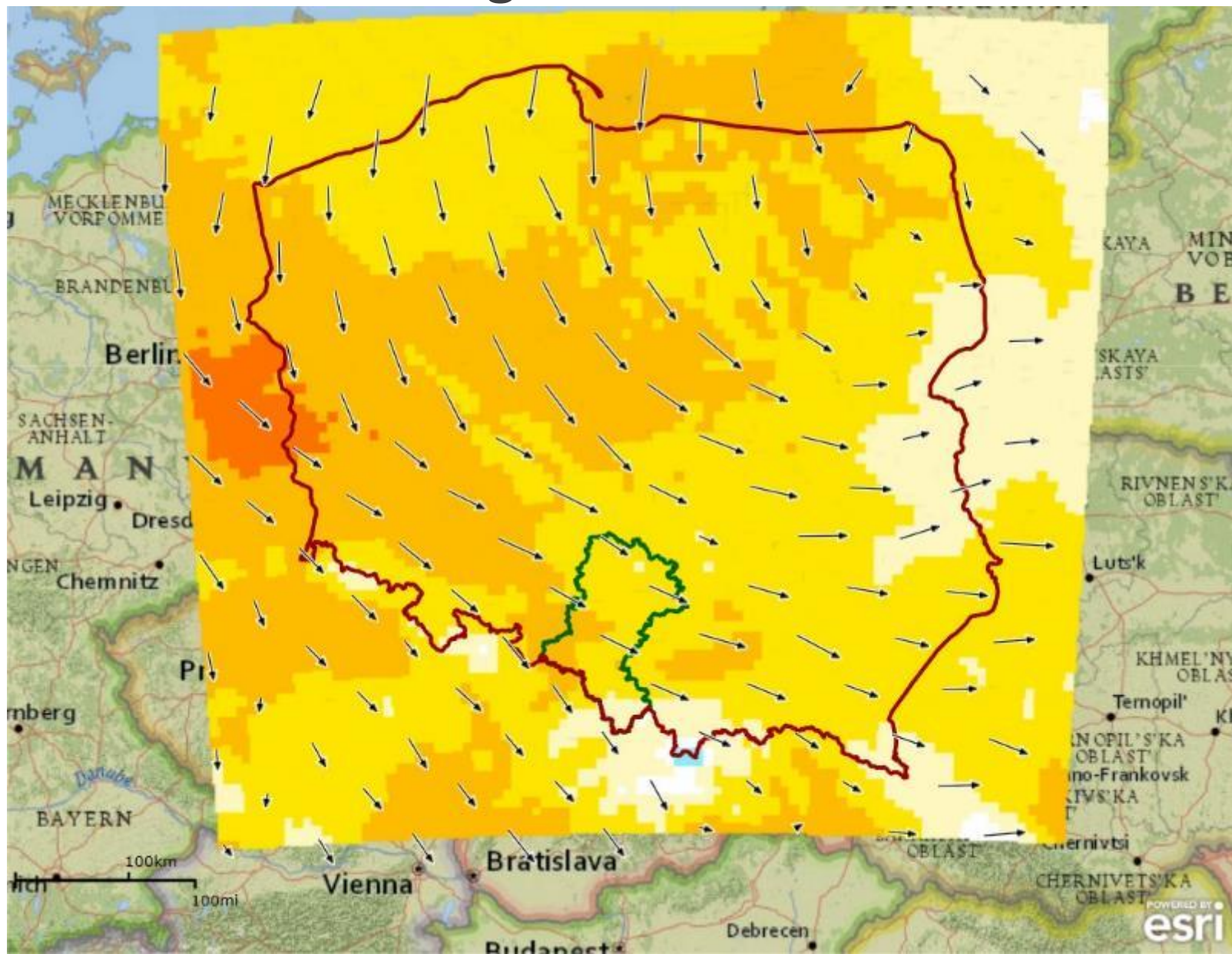
Interfejs użytkownika

- Interfejs opracowany z wykorzystaniem technologii ArcGIS API for Silverlight.
- Interfejs podzielony na 3 główne sekcje:
 - menu,
 - lista warstw,
 - okno mapy.
- Menu i funkcjonalność dostosowują się dynamicznie do poziomu dostępu danego użytkownika:
 - gość,
 - użytkownik standardowy,
 - użytkownik zaawansowany (ekspert).

Interfejs użytkownika



Oferowana funkcjonalność - meteorologia



Oferowana funkcjonalność - meteorologia

Częstochowa ul.Baczyńskiego				
DaneInformacje				
Temperatura na wysokości 2m				
Od: 2015-09-23Do: 2015-09-24				
WykresTabela☒ Obserwacje☒ Prognoza				
Czas	Obserwacje	Prognoza	Błąd	Błąd [%]
2015-09-23 00:00	10.90	12.89	1.99	18
2015-09-23 01:00	11.10	11.54	0.44	4
2015-09-23 02:00	11.20	14.94	3.74	33
2015-09-23 03:00	10.80	11.40	0.60	6
2015-09-23 04:00	10.70	11.52	0.82	8
2015-09-23 05:00	11.50	11.50	0	0
2015-09-23 06:00	12.20	10.71	1.49	12
2015-09-23 07:00	11.90	10.33	1.57	13
2015-09-23 08:00	12.40	14.11	1.71	14
2015-09-23 09:00	13.70	15.67	1.97	14
2015-09-23 10:00	15.20	17.93	2.73	18
2015-09-23 11:00	17.30	19.47	2.17	13
2015-09-23 12:00	18.30	20.08	1.78	10
2015-09-23 13:00	18.80	20.78	1.98	11
2015-09-23 14:00	19.10	19.54	0.44	2
2015-09-23 15:00	19.10	21.21	2.11	11
2015-09-23 16:00	20	21.05	1.05	5
2015-09-23 17:00	19.90	20.81	0.91	5

Oferowana funkcjonalność - meteorologia

System Identyfikacji Napływu Zanieczyszczeń Powietrza SINZaP2

in2inIETU Instytut Ekologii
Terenów Przemysłowych
w Katowicach

● ● ● Obserwacje i archiwalne prognozy meteorologiczne ● ● ●

Informacje ogólne

Jakość powietrza

Meteorologia

Emisja zanieczyszczeń

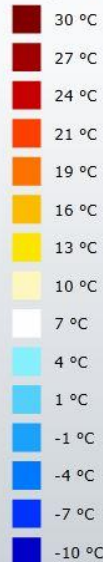
Napływ zanieczyszczeń

2015-04-07

11:00

Pokaż na mapie

- ☐ Granica woj. Śląskiego
- ☐ Granica Polski
- ☐ Wiatr
- ☒ Temperatura
 - ☐ Obserwacje ze stacji MET
 - ☐ Obserwacje ze stacji WIC
 - ☐ Porównanie prognozy z c
 - ☒ Prognoza z modelu WRF



☒ Obserwacje i archiwalne prognozy

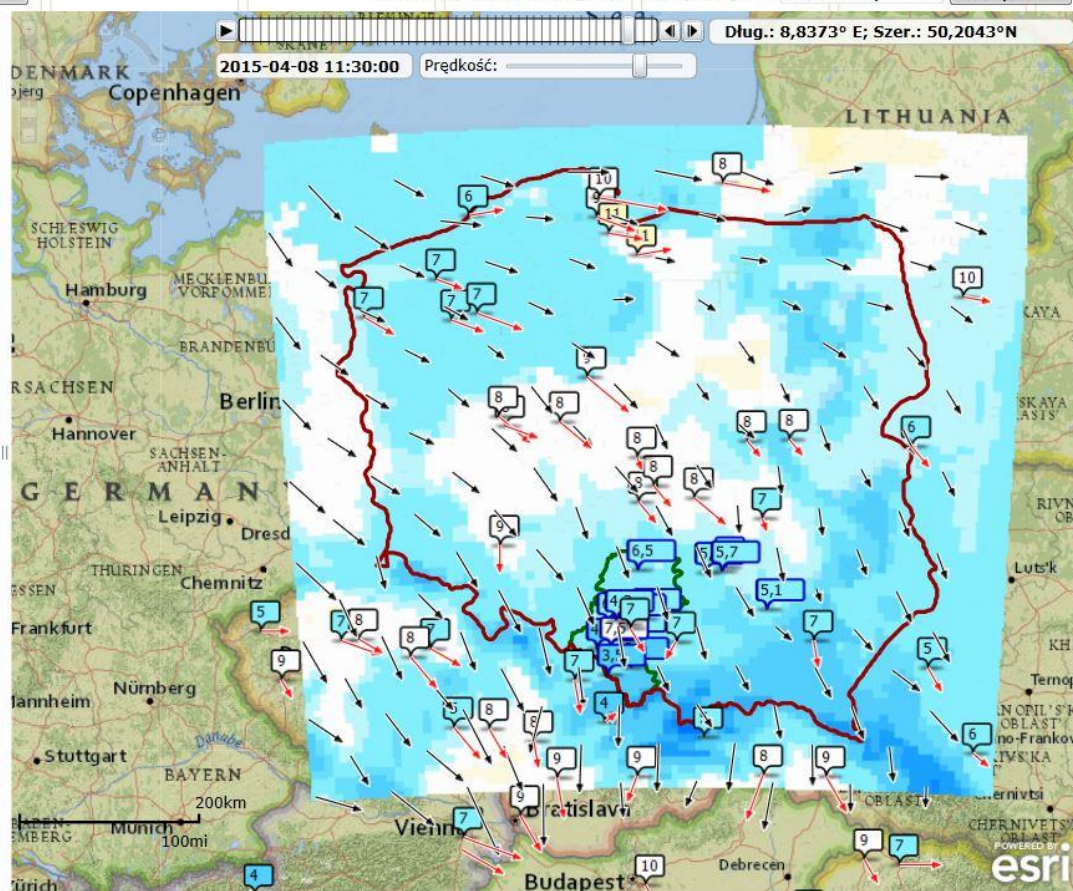
☐ Bieżąca prognoza

Czas lokalny

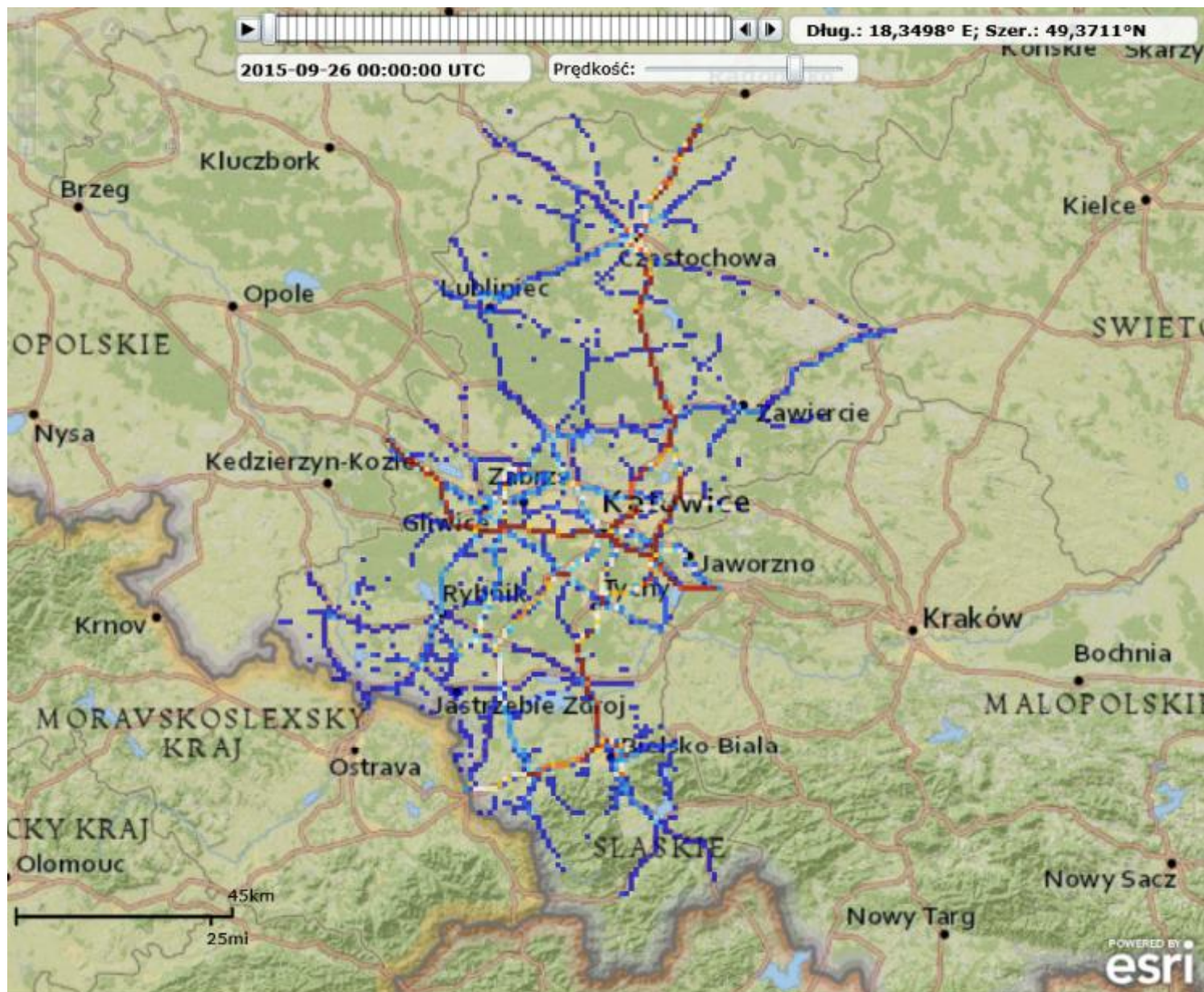
Pełny ekran

2015-04-08 11:30:00 Prędkość:

Długość: 8,8373° E; Szer.: 50,2043°N

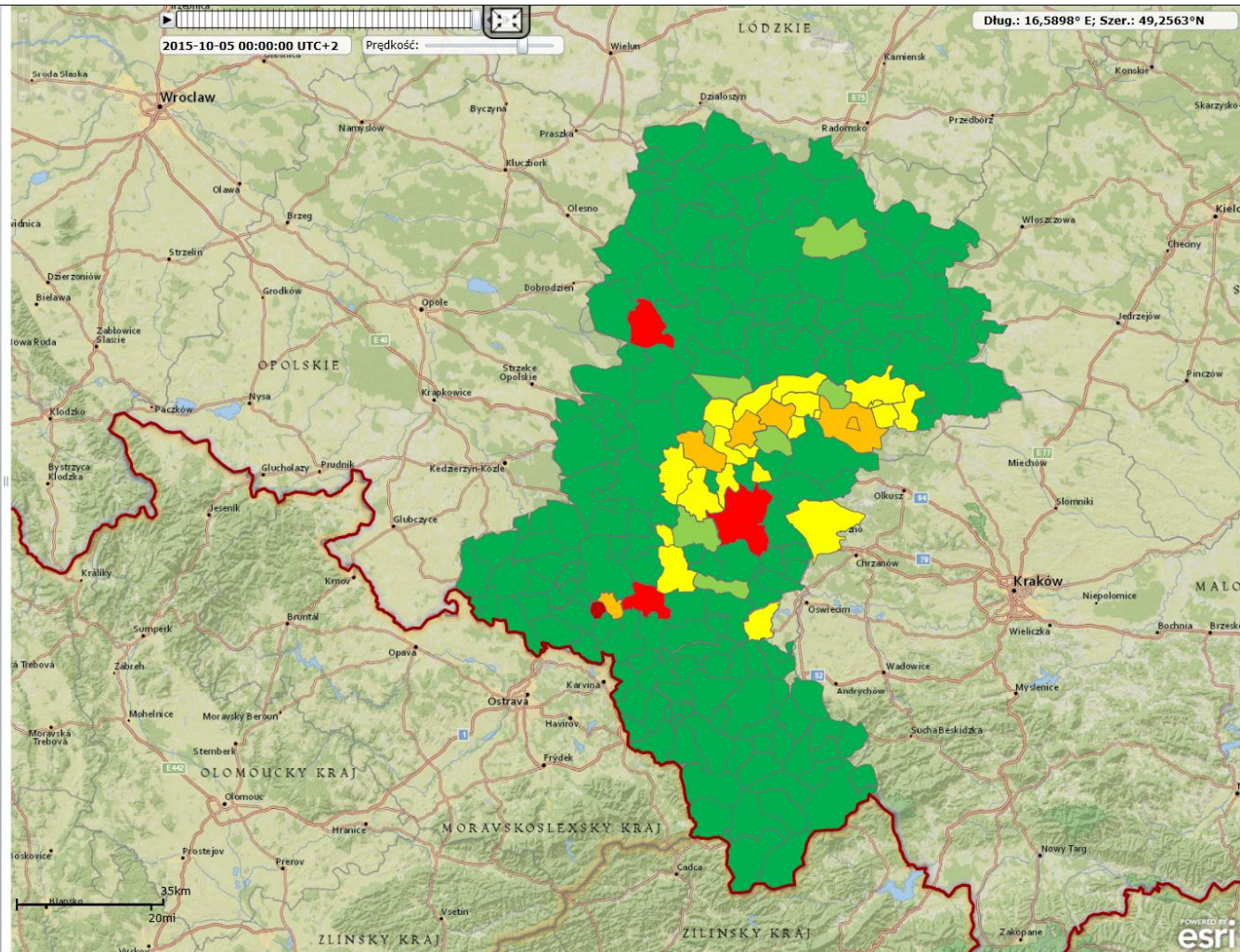


Oferowana funkcjonalność - emisje

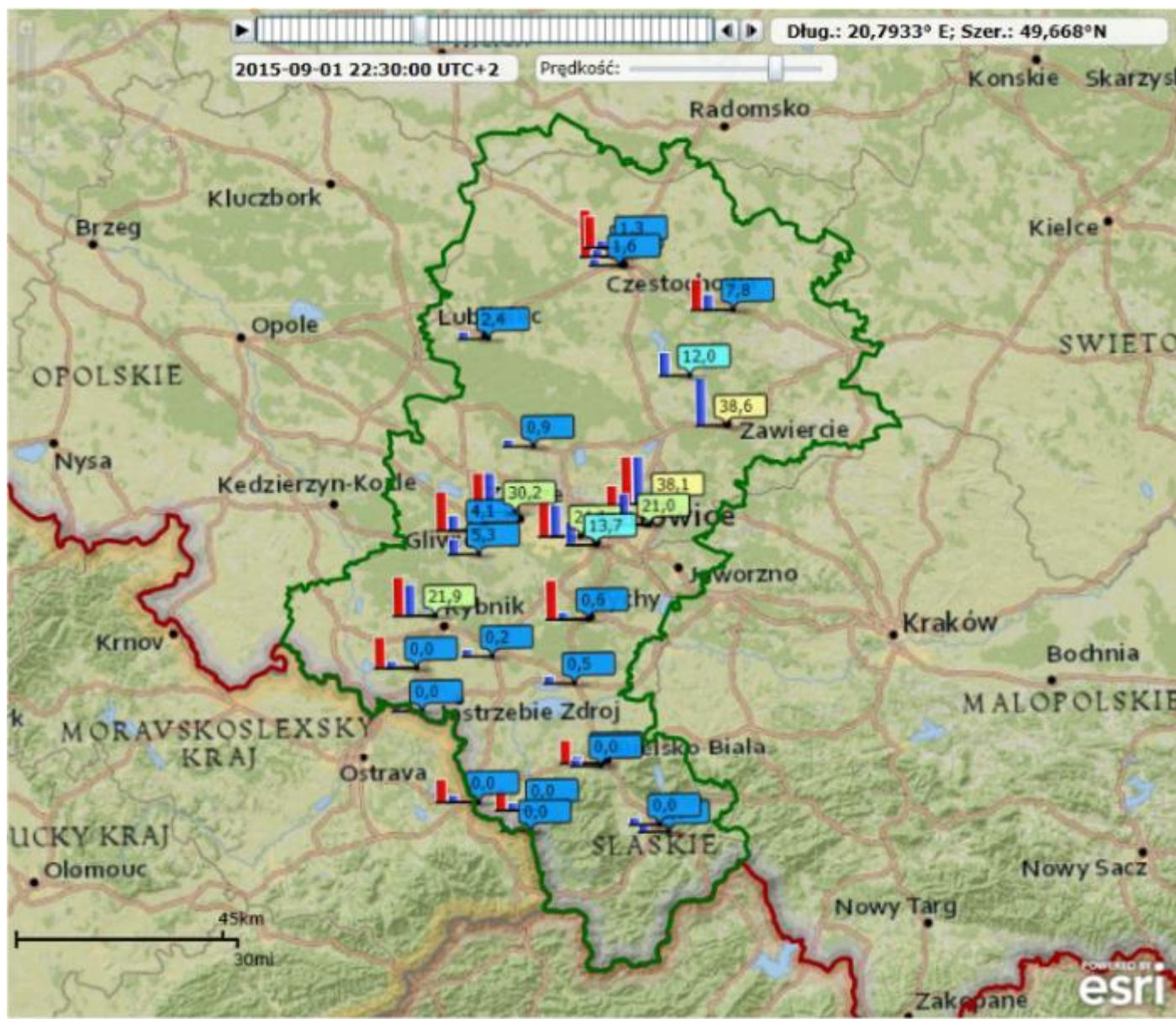


Oferowana funkcjonalność – jakość powietrza

- Granica Polski
- Indeks jakości powietrza WIOŚ*
- bardzo dobry
- dobry
- umiarkowany
- dostateczny
- zły
- bardzo zły
- Mapa podkładowa



1b7...:AWOTV:
 18U...:798UTV:
 1Wb7...:CSWQ9CY:
 1Q56...:CAQW81YC:
 1WQBo1...:cmWQ851Y7
 1BBQ5Z71SW92t57
 1W\$WS\$EtSWb6ZUZI
 1O#W\$QWEbb0EOZE6
 1QO#B\$SWEE80EW8S
 16EO#S\$WBBE9E671
 16ZE0#B\$SW0082:
 1Ab9Z0#S\$SWWQ8v
 1b68AZO#S\$SQW0w,
 1Ib9EzZ\$BBSQW8C
 1UA8Z91EQ\$#QBBO
 1I6A86UoWEB#BBB
 1ZI9A8619En6\$QW5
 196z99E2UAc.t\$QB
 1b66A898z1:XA8
 168A96886;...t\$
 16EAAZ6BZ;...n
 1Z869Ab6W
 1b6899UZEQ.
 168A9696EW1
 1Z6b6bAZAQE.
 1A968AZUZE\$C
 1b69AZIUUbOQ.
 1689AZ2A6EWA.
 1AZ8UZ69UZ6QOt
 1U6ZA8AZUZZ661
 1zz99ZA8A6A8EEV
 1ZAUZA9AUZ60Et
 18b899A8A9IZAQI
 1600EA96ZU9A8bQ7
 1b0#08I9AZAbZE09
 1ZWb8Z19A9A86Eb
 1OQ#BQ96U9IZ6b9Q
 1b\$8006Z19A96Zb
 1EW\$WBE8A9U629AE
 1E\$B8008ZAZI6Ab6
 1BB#WQZ86b6Z689Z
 1W#8#Q8zAAbA9A86
 1W#BQUInuU8AZU
 1WBB\$86ontUA8AAZ
 1W\$Q8II10zUA92UK
 1QBWQZbAbIb6Z211
 1EOBQbObWQEZA11
 1AEQ\$WS\$Q\$WEA11Y
 16900#WQW00Z1YC
 169Q0B00bEzXcc
 1tnZ8Q0WE8z71111
 1YCzb9Q0E2X1...
 17Ct2b8EIC1...
 177Y1I9Sc1...
 1SY7ntC1...
 1SYCYv...
 1n1Yv;...
 1o17v;...
 1Unn7v;...
 16Z7c;...
 18C1...
 1o71...
 1v



Oferowana funkcjonalność – jakość powietrza (weryfikacja prognoz)

Katowice ul.Kossutha				
DaneInformacje				
Pył zawieszony (PM10) Od: 2015-09-20 18:00 Do: 2015-09-22 00:00				
WykresTabelaNapływ zanieczyszczeń☒ Obserwacje☒ Prognoza				
Czas	Obserwacje	Prognoza	Błąd	Błąd [%]
2015-09-20 18:00	5	4.41	0.59	12
2015-09-20 19:00	9	5.12	3.88	43
2015-09-20 20:00	9	7.73	1.27	14
2015-09-20 21:00	19	11.52	7.48	39
2015-09-20 22:00	24	13.70	10.30	43
2015-09-20 23:00	18	6.05	11.95	66
2015-09-21 00:00	18	3.33	14.67	81
2015-09-21 01:00	18	2.40	15.60	87
2015-09-21 02:00	12	1.22	10.78	90
2015-09-21 03:00	10	5.81	4.19	42
2015-09-21 04:00	12	6.57	5.43	45
2015-09-21 05:00	13	7.40	5.60	43
2015-09-21 06:00	11	18.33	7.33	67
2015-09-21 07:00	16	11.74	4.26	27
2015-09-21 08:00	20	14.44	5.56	28
2015-09-21 09:00	15	3.84	11.16	74
2015-09-21 10:00	10	3.64	6.36	64
2015-09-21 11:00	17	3.63	13.37	79

PODSUMOWANIE

- Dzięki projektowi IN2IN powstało KNOW-HOW związane z budową i wdrażaniem narzędzi pozwalających na prognozę jakości powietrza i jej weryfikację.
- Jakość prognozy zależy od jakości pozyskanych i użytych danych.
- SINZaP2 może być wdrożony na różną skalę na różnych obszarach (gminy, powiaty, regiony, województwa)
- Funkcjonalność systemu może być dostosowana do potrzeb użytkownika.
- W okresie utrzymania system będzie kalibrowany i weryfikowany.
- Planowane jest wdrożenie funkcjonalności zapewniającej dostarczenie informacji o prognozie jakości powietrza na urządzenia mobilne oraz dokonanie zmiany technologii budowy interfejsu użytkownika.

Dziękujemy za uwagę i zapraszamy do naszego portalu



Piotr Cofałka – cof@ietu.katowice.pl
Jacek Długosz – dlugosz@ietu.katowice.pl

Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych

www.sinzap2.ietu.katowice.pl