

konkurs nr 1/4.1.4/2018 Projekty Aplikacyjne,
wniosek POIR.04.01.04-00-0023/18



System ewaluacji usług ekosystemowych zieleni miejskiej

Założenia projektu SekoZ



CEL - opracowanie algorytmów, które pozwolą na:

- ilościową ocenę usług ekosystemowych zieleni
- automatyzację procesu:
 - inwentaryzacji zieleni miejskiej
 - planowania terenów zieleni pod kątem usług świadczonych dla mieszkańców

BADANIA

- wykorzystanie automatycznej inwentaryzacji drzewostanów, za pomocą technologii LIDAR oraz procedur analitycznych w przestrzeni 3D, do ewaluacji usług ekosystemowych.
- wykorzystane wysokorozdzielczego modelownia matematycznego parametrów meteorologicznych oraz jakości powietrza

Przeznaczenie Systemu – wspomaganie JST

- planowanie zielonej infrastruktury miasta w celu:
 - poprawy jakości powietrza
 - łagodzenia skutków zmian klimatu w mieście



Politechnika
Wroclawska



Założenia projektu SekoZ



Modelowanie wpływu zwartych obszarów zieleni miejskiej na:

- poprawę jakość powietrza (np. pochłanianie zanieczyszczeń gazowych, wychwytywanie pyłu),
- pochłanianie CO₂
- obniżenia temperatury
- potencjał retencji wód opadowych



Politechnika
Wroclawska



Usługi ekosystemowe



przewietrzanie



jakość powietrza



pochłanianie CO₂



potencjał retencji



obniżenie temperatury



Politechnika
Wroclawska



SekoZ – rezultaty projektu



System zasilany danymi:

- z inwentaryzacji zieleni miejskiej,
- z inwentaryzacji emisji zanieczyszczeń
- meteorologicznymi
- modelu 3D budynków
- aktualizacja z rejestrów państwowych

Implementacja metodyk obliczeniowych, m.in.:

- **inwentaryzacja ilościowa drzewostanów** w oparciu o technologię GIS 3D;
- **algorytmy pochłaniania zanieczyszczeń** powietrza przez zielenią miejską;
- **wykorzystanie danych z inwentaryzacji emisji** komunalno-bytowej;
- **modelowanie jakości powietrza** w wysokiej rozdzielczości;
- **bilansowanie wpływu istniejącej zieleni miejskiej** na jakość powietrza i inne parametry jakości życia mieszkańców miasta w ujęciu 3D.



Politechnika
Wroclawska



SekoZ – rezultaty projektu



Projekt Geoportalu dla trzech rodzajów użytkowników



- zaawansowanego (urzędy, firmy),
- indywidualnego, zaawansowanego,
- mieszkańca, dewelopera, ekologa i innych.

Waloryzacja przestrzenna miasta



- w zależności od wartości wskaźników ilościowych usług ekosystemowych
- wspomagająca proces planowania przestrzennego, w tym planowania terenów zieleni



Harmonogram ogólnie



**1.10.2019 –
31.01.2021**

- badania przemysłowe

**1.02.2021 –
31.10.2021**

- prace rozwojowe

**1.11.2021 –
31.12.2021**

- testy integracji

**1.01.2022 –
31.12.2028**

- komercjalizacja



Politechnika
Wroclawska



Fundusze
Europejskie
Inteligentny Rozwój



Rzeczpospolita
Polska



Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju



Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego

SekoZ – etapy prac BADANIA PRZEMYSŁOWE



Politechnika
Wroclawska

etap I

- Opracowanie modelu pokrycia i ukształtowania terenu do określenia warunków odpływu wód opadowych oraz ograniczeń rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń na obszarach miejskich przez zwarte obszary zieleni miejskiej



etap II

- Opracowanie koncepcji modułu wysokorozdzielczego modelowania rozkładu przestrzennego parametrów meteorologicznych i parametrów jakości powietrza na terenie miasta z uwzględnieniem występowania obszarów zieleni. Moduł ma uwzględniać wpływ zwartych obszarów zieleni miejskiej kilka parametrów (3) decydujących o jakości życia mieszkańców



SHH etap III

- Badanie możliwości zautomatyzowania inwentaryzacji ilościowej drzewostanów oraz źródeł niskiej emisji



Politechnika
Wroclawska



SekoZ – etapy prac PRACE ROZWOJOWE



etap IV

- Waloryzacja przestrzenna miasta w zależności od wartości wskaźników ilościowych usług ekosystemowych oraz wytworzenie prototypu modułu modelowania usług ekosystemowych. Realizacja koncepcji przygotowanej w etapie II.



etap V

- Wytworzenie oprogramowania automatyzującego inwentaryzację zieleni miejskiej oraz parametrów emitorów



Politechnika
Wroclawska

etap VI

- Analiza wariantowego wykorzystania modelu SekoZ



etap VII

- Wykonanie testów w warunkach rzeczywistych na obszarze wybranego miasta - testy integracji modułów



Politechnika
Wroclawska

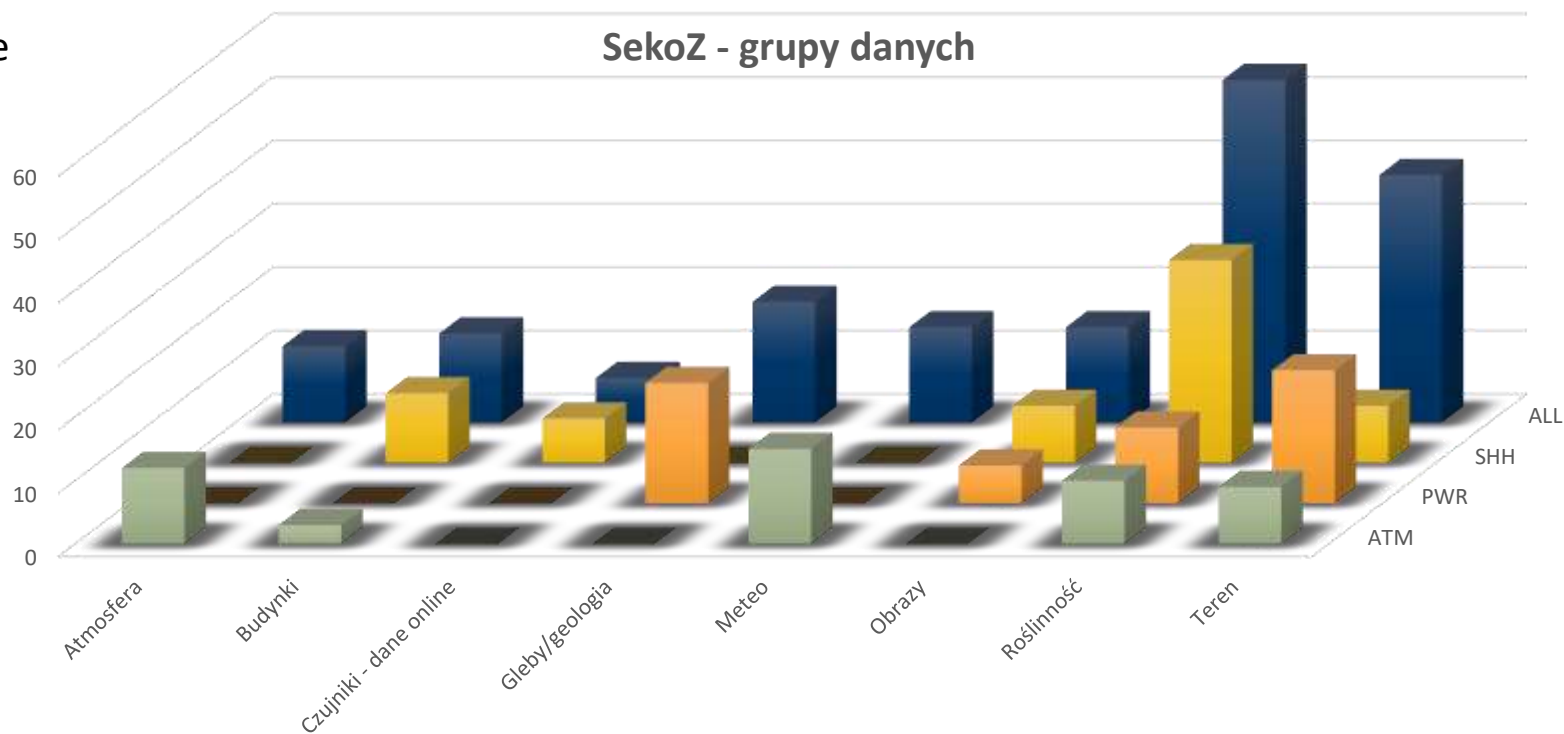


SekoZ – grupy zbiorów danych



Do efektywnego zarządzania przyjęty został ich podział według kategorii:

- ✓ (12) Atmosfera
- ✓ (14) Budynki
- ✓ (7) Czujniki - dane online
- ✓ (19) Gleby/geologia
- ✓ (15) Meteo
- ✓ (15) Obrazy/Rastry
- ✓ (54) Roślinność
- ✓ (39) Teren



Politechnika
Wroclawska



NMT/LiDAR – jako źródło danych o zieleni



- roślinność wysoka 3D
- średnia i niska 3D

ZBIORY

- dokładność
- kompletność
- aktualność

WYZWANIA

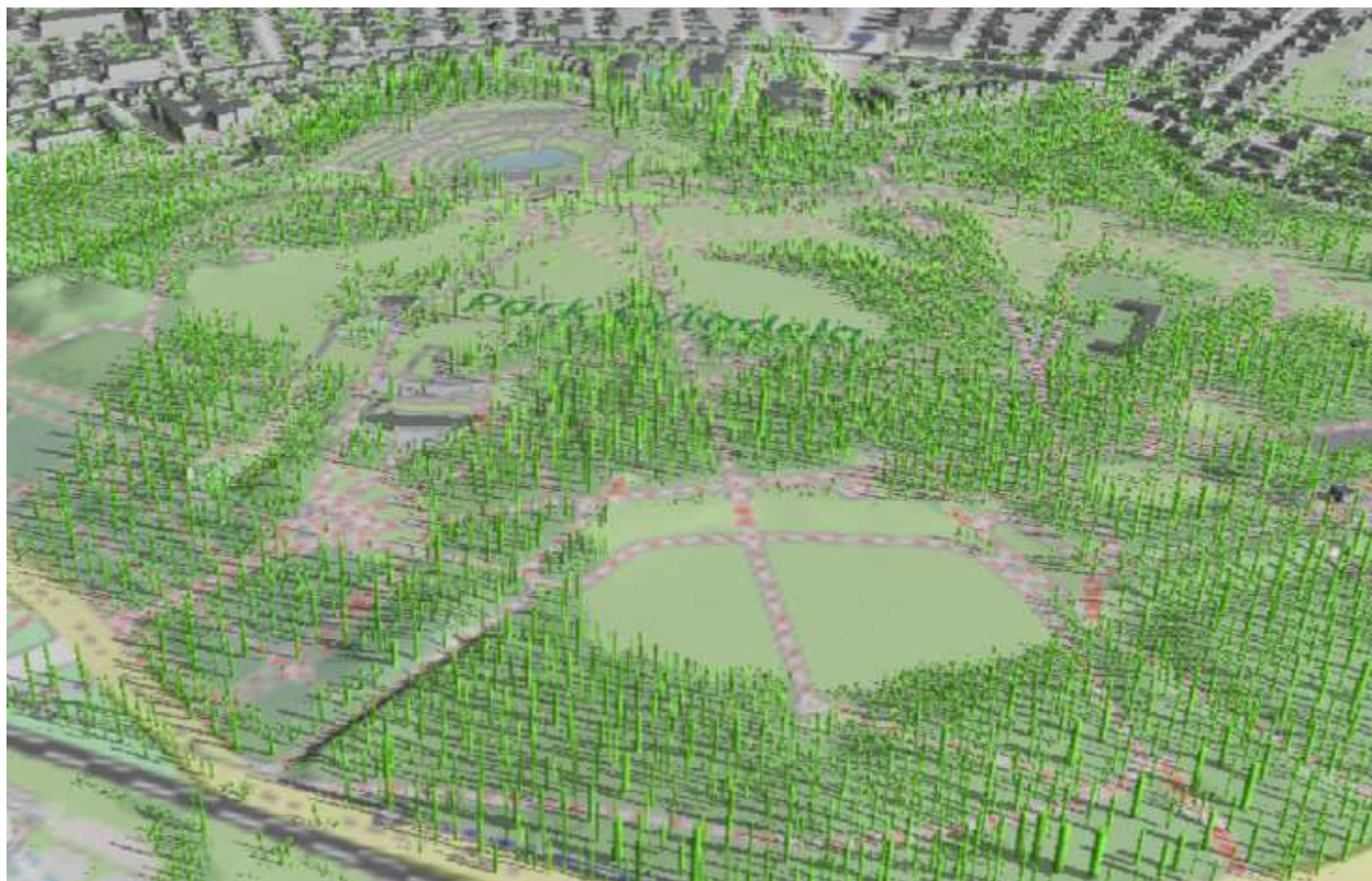
- ogromne ilości danych na poziomie miasta
- dane dyskretne, nie obiektowe
- poprawność klasyfikacji !!!



Politechnika
Wroclawska



Obiektowanie danych o zieleni miejskiej



ZIELEŃ

- roślinność wysoka
- model uproszczony

W WYNIKU

- wektorowy model drzew
- informacje geometryczne
- informacje opisowe

INFORMACJE

- wysokość
- powierzchnia korony
- objętość korony



Politechnika
Wroclawska



Dyskretna siatka obliczeniowa



przyjęte oczko siatki

- 50×50 m,
- 100×100 m,
- 200×200 m

agreguje dowolne wielkości obiektowe do pól dyskretnych

zapewnia model dyskretny do obliczeń

szczegółowość dowolna

WYZWANIA

- balans między wielkością danych (czas obliczeń) a ich dokładnością



Politechnika
Wroclawska





Poznań - model

- 261 km²
- 300 mln punktów terenu
- ~4 mld punktów LiDAR
- **3 426 082 drzew !!!**
- 237 048 oczek siatki



Politechnika
Wroclawska



Lasek Marceliński



Dyskretny model wsadowy do obliczeń



Dyskretny rozkład Indeksu liściowego

przyjęte oczko siatki

- 50×50 m, 100×100m, 200×200m

model dyskretny

STATYSTYKI WSADOWE, np.:

- średnia wysokość drzew
- pokrycie procentowe koronami drzew
- indeks liściowy
- informacje opisowe

INFORMACJE

- wysokość
- powierzchnia korony
- objętość korony



Politechnika
Wroclawska

Wnioski

dane LIDAR są przydatnym źródłem informacji do celów ewaluacji usług ekosystemowych

podjęcie wolumenowe i statystyczne do oszacowania potencjału drzewostanu niwelują błędy metody i niedoskonałości samych danych

mimo ogromnych ilości danych – pozwalają one stosunkowo szybko na wstępne szacowanie wartości, potencjału i innych parametrów na poziomie parków czy całego miasta

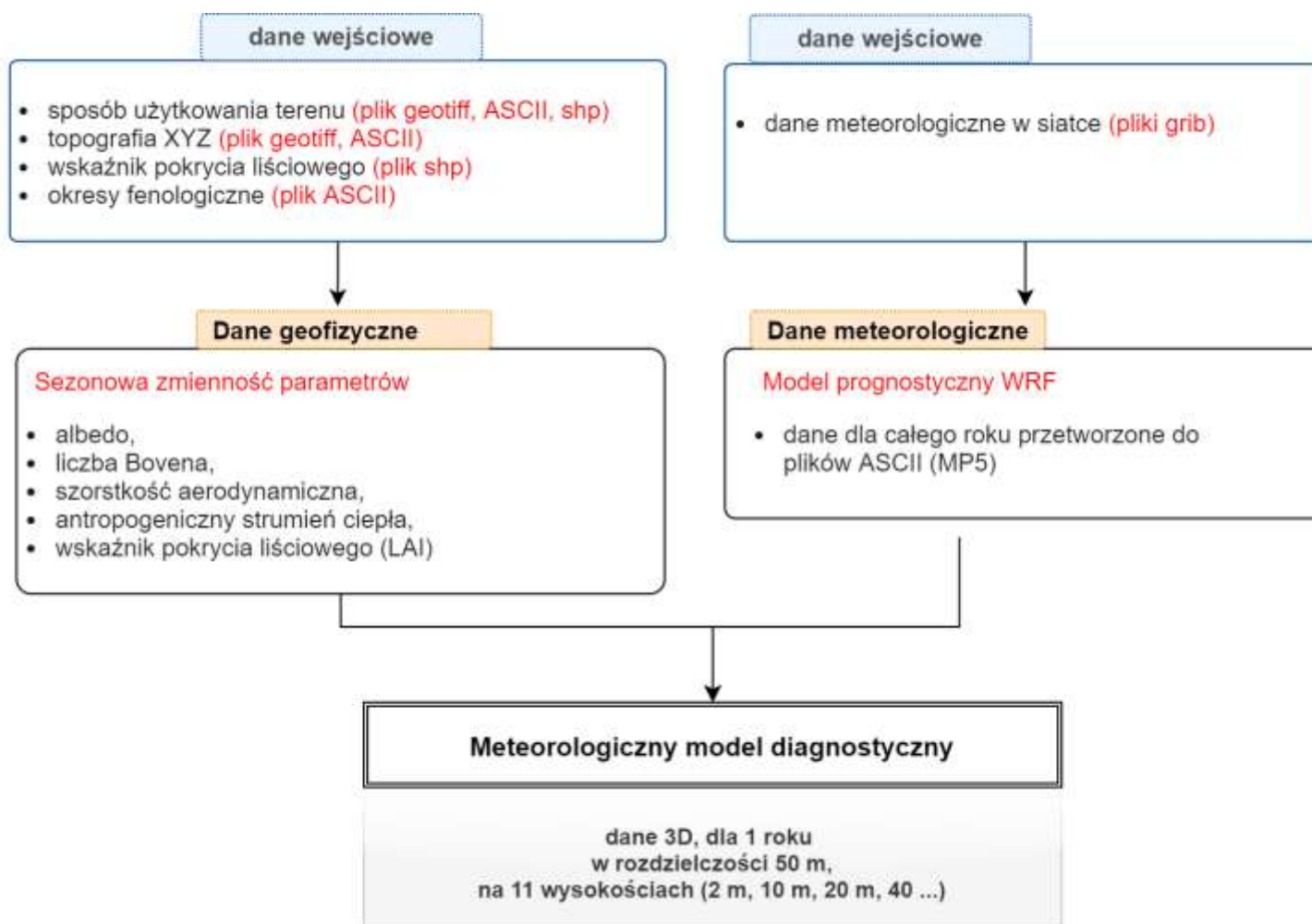
do celów inwentaryzacji dendrologicznych same dane LiDAR z gęstością uzyskiwaną z pułapu samolotu z pewnością są niewystarczające



Politechnika
Wrocławska



System modelowania



DANE WEJŚCIOWE:

- zmienne w przestrzeni (krok siatki min. 50 m)
- zmienne w czasie (profile: dobowy, miesięczny, roczny)

DANE POŚREDNIE:

- dane geofizyczne
- dane meteorologiczne z modelu prognostycznego (obszar kraju)

WYNIKI

- zestaw parametrów meteo 3D/4D dla modelu dyspersji zanieczyszczeń,
- wybrane parametry stanowią zbiór danych wejściowych w modelu pochłaniania CO₂



Politechnika
Wroclawska



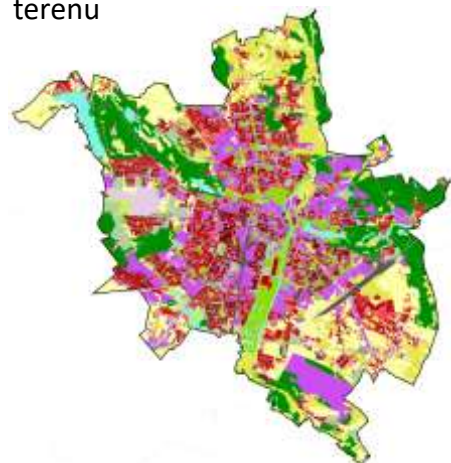
System modelowania



Indeks liściowy

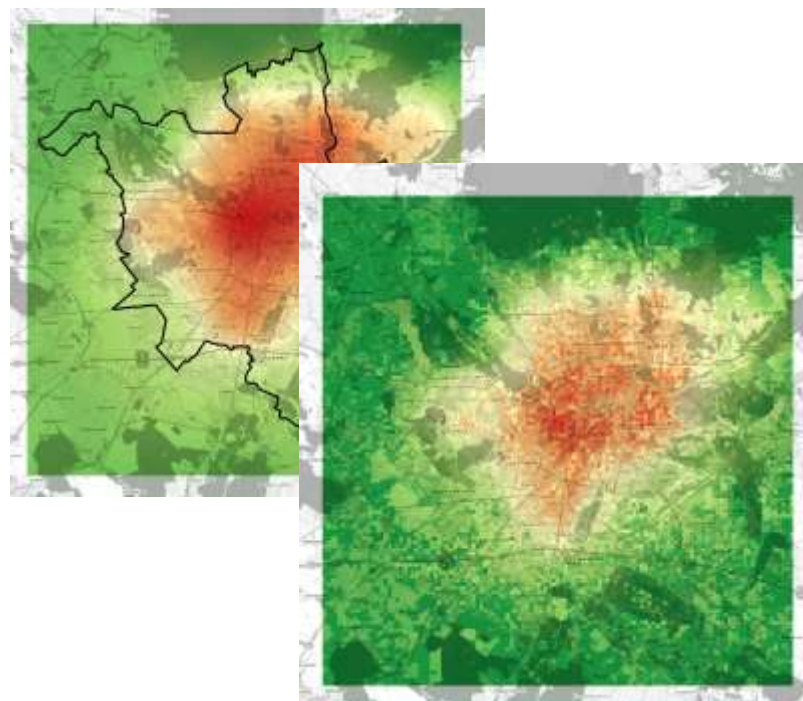


Sposób zagospodarowania terenu



dane meteorologiczne

MODEL METEOROLOGICZNY

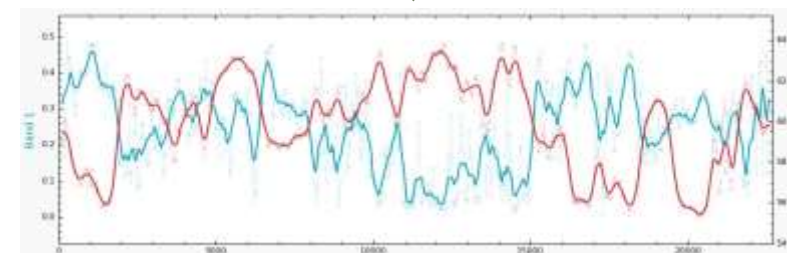
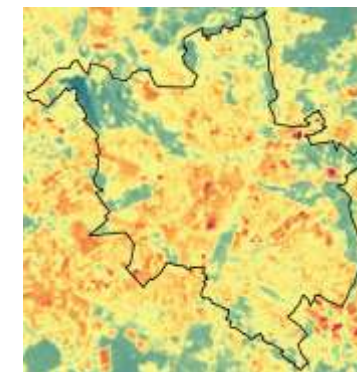


Przestrzenny rozkład temperatury

Znormalizowany różnicowy wskaźnik wegetacji (NDVI)



Temperatura powierzchni (LST)



Wykres zależności NDVI i LST na obszarze miasta i okolic



Uzyskane rezultaty projektu – waloryzacja przestrzenna miasta



Politechnika
Wroclawska





Wyznaczenie wskaźników



skuteczności przewietrzania – Wskaźnik Przewietrzania (WP)

- modelowanie warunków meteorologicznych



jakość powietrza – Roczny Indeks Jakości Powietrza (RIJP)

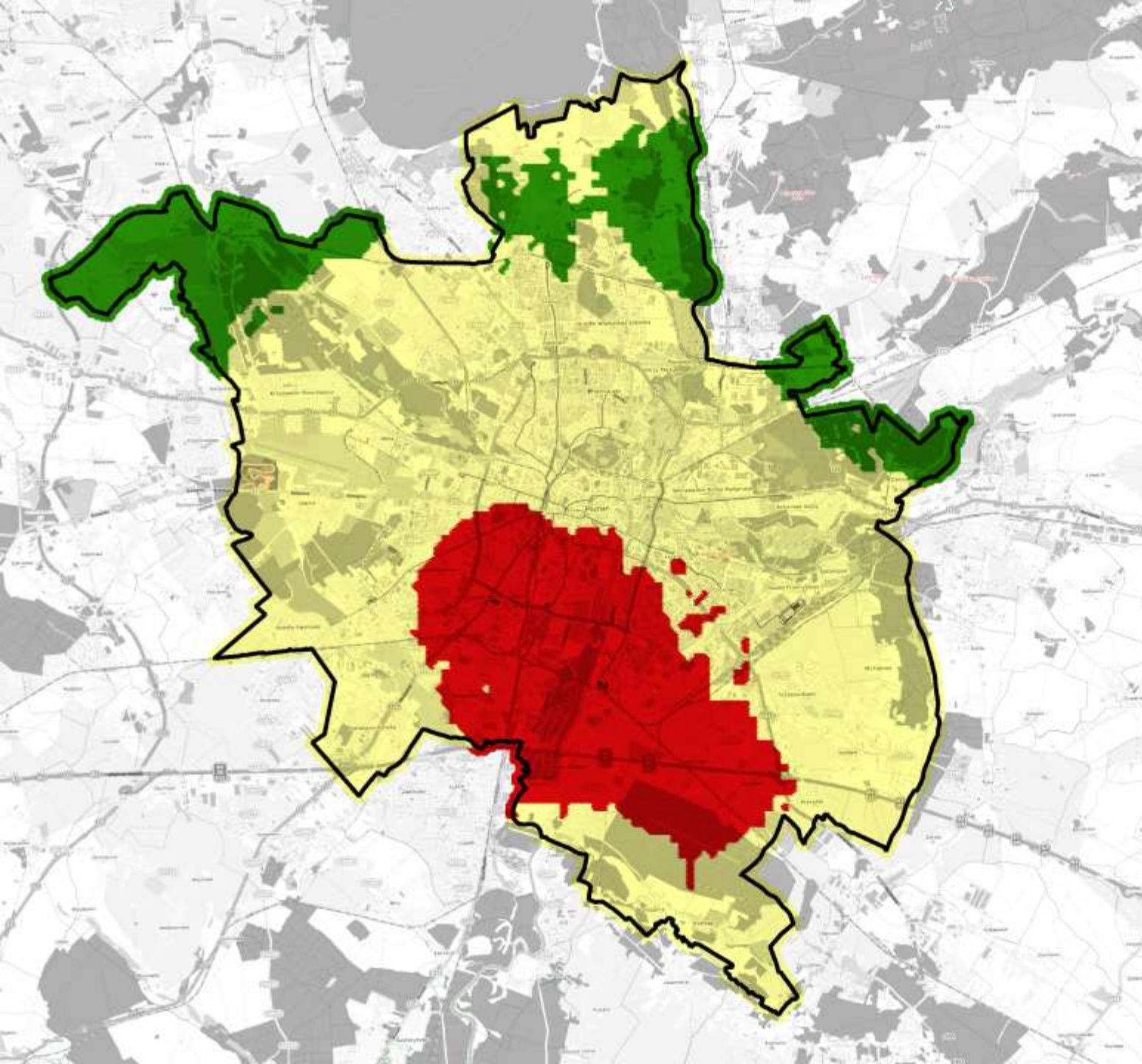
- modelowanie rozprzestrzeniania zanieczyszczeń

komfort aerosanitarny – Warunki Komfortu Aerosanitarnego (WKA)

- analizy przestrzenne GIS



Politechnika
Wroclawska



----- GEO

□ poznan_obrys

=== JAKOŚĆ POWIETRZA

wskaźnik przewietrzania

- 1 - zły
- 2 - umiarkowany
- 3 - dobry

OpenStreetMap monochrome



WP



Politechnika Wroclawska

trum
ju

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego





Politechnika
Wroclawska



PM10



Roczny Indeks Jakości Powietrza – RIJP

przestrzenna zmienność kilku parametrów

częstość występowania różnych wartości stężeń 24-godz. pyłu PM10

stężenia średnioroczne

- PM10
- PM2,5
- NO₂



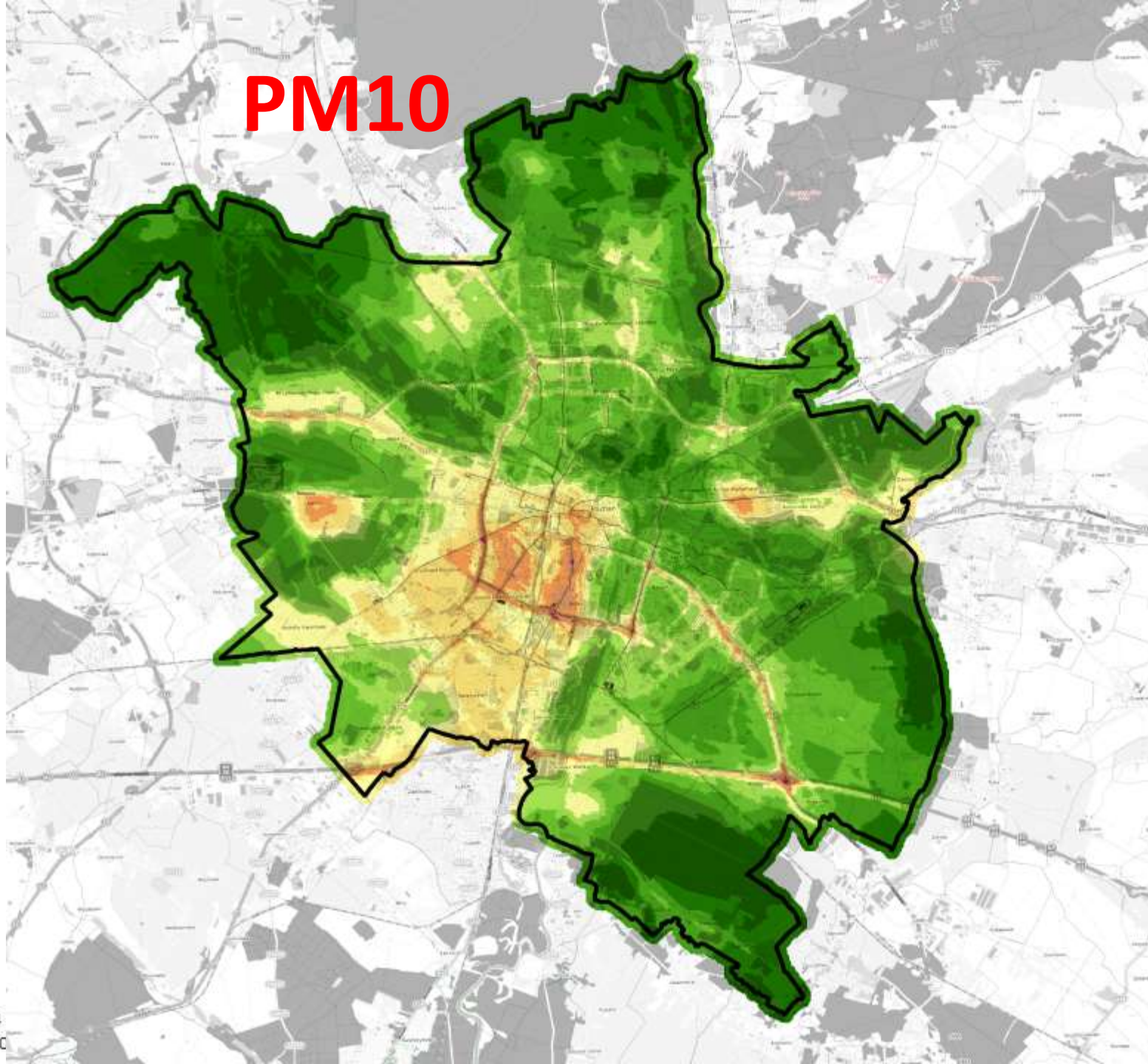
SHH



Politechnika
Wroclawska



PM10



- GEO
- ▭ poznan_obrys
- === JAKOŚĆ POWIETRZA
- PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
- 14,67 - 18
- 18 - 20
- 20 - 22
- 22 - 24
- 24 - 27
- 27 - 30
- 30 - 33
- 33 - 36
- 36 - 38,5

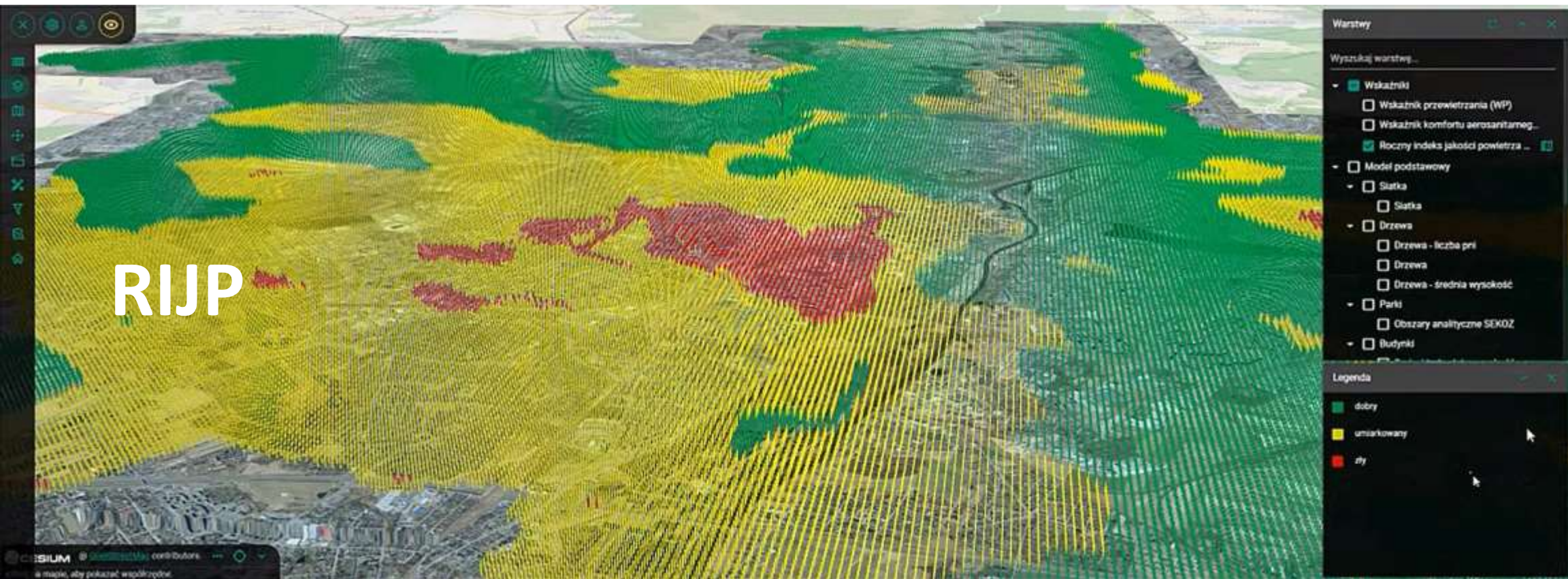
OpenStreetMap monochrome



Politechnika Wroclawska

jska
ndusz
lnego





Politechnika
Wroclawska



Fundusze
Europejskie
Inteligentny Rozwój



Rzeczpospolita
Polska



Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego



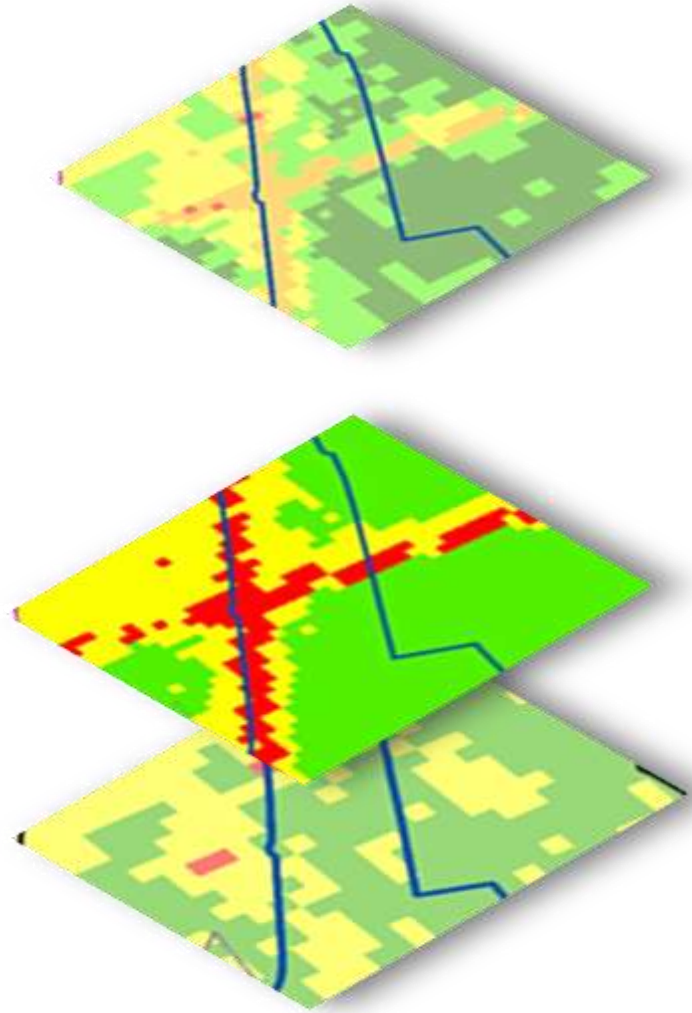
Warunki komfortu aerosanitarne – wyznaczenie



WKA

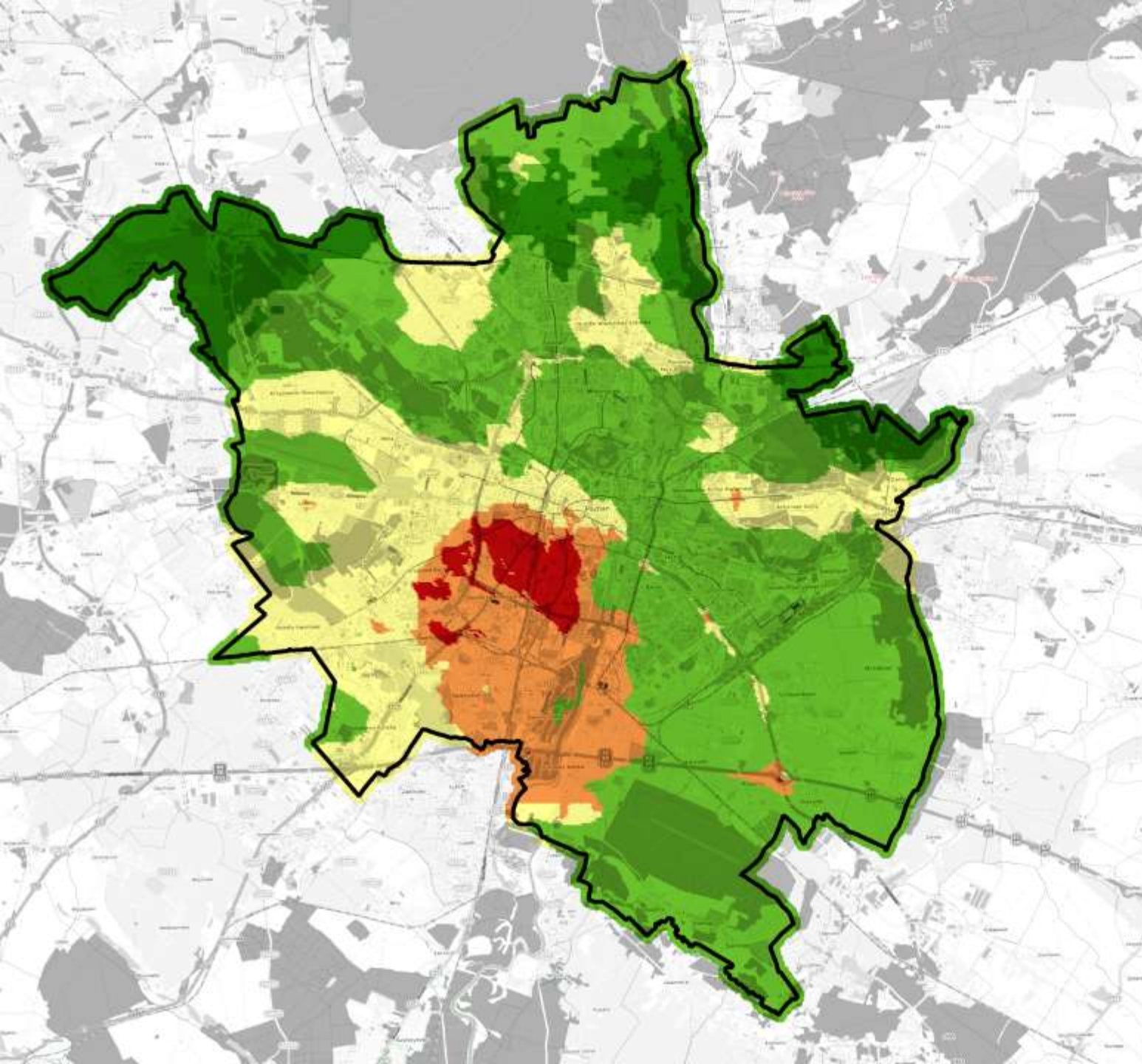
RIJP

WP



Politechnika
Wroclawska





- GEO
- poznan_obrys
- === JAKOŚĆ POWIETRZA
- wskaźnik_WKA
- 1 - złe
- 2 - niezadowalające
- 3 - dostateczne
- 4 - umiarkowanie dobre
- 5 - bardzo dobre
- OpenStreetMap monochrome



WKA



Politechnika Wroclawska

trum
14

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego





Politechnika
Wroclawska



Fundusze
Europejskie
Inteligentny Rozwój



Rzeczpospolita
Polska



Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego



Kolejne elementy do waloryzacji terenów



usługi ekosystemowe



potencjalna retencja obszaru



obniżenie temperatury na terenach zwartej zieleni



pochłanianie CO₂ przez zwarte obszary zieleni

wskaźniki waloryzacji terenów



WRT – wskaźnik retencji wody



WOT – wskaźnik obniżenia temperatury



WCO₂ – wskaźnik pochłaniania CO₂



WUsEko – wskaźnik usług ekosystemowych



Politechnika Wroclawska



Retencja



Potencjalna retencja obszaru wyznaczana w oparciu o

- zmienność użytkowania terenu, w tym sposób uprawy
- warunki hydrologiczne
- warunki infiltracyjne różnych typów gleb

Wynik

- przestrzenny rozkład potencjalnej retencji obszaru [mm]
- waloryzacja (WRT) w oparciu o potencjalną retencję obszaru



Politechnika
Wroclawska





- GEO
- poznan_obrys
- === RETENCJA
- retencja_S_atm
 - -1 - 0
 - 0 - 25
 - 25 - 50
 - 50 - 100
 - 100 - 250
 - 250 - 762

OpenStreetMap monochrome

Potencjalna retencja obszaru



Politechnika
Wroclawska

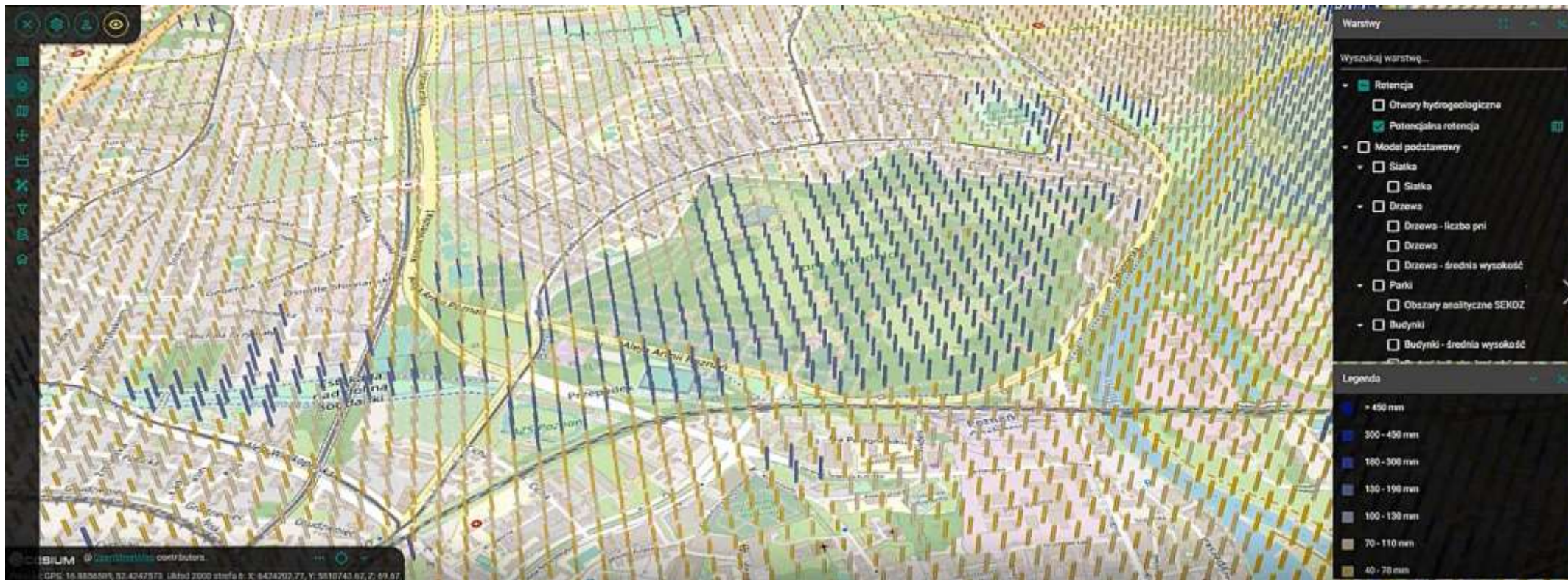
trium
14

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego





Potencjalna retencja obszaru



Politechnika Wroclawska





Pochłanianie CO₂



Model pochłaniania CO₂ wykorzystuje dane

- indeks liściowy **LAI**
- intensywność promieniowania słonecznego (z modelu **CALMET**)
- współczynnik ekstynkcji
- współczynnik skuteczności konwersji promieniowania słonecznego

LAI (Leaf Area Index) - **indeks powierzchni liściowej** – sumaryczna powierzchnia liści przypadająca na jednostkę powierzchni terenu

- indeks LAI jest wyznaczany automatycznie na podstawie danych pochodzących ze skanowania lidarowego

Wynik

- przestrzenny rozkład ilości pochłoniętego CO₂ w zadanej sekwencji czasowej – np. miesięcznej, rocznej
- waloryzacja (WCO₂) w oparciu o gęstość pochłaniania [Mg CO₂/ha/rok]



Politechnika
Wroclawska





Dyskretne wyniki modelownia – pochłanianie CO₂



rozkład w miesiącach



WUsEko



WKA



WCO2



WRT



WOT

WKA	5	4	3	2	1
WCO2	1	2	5	4	2
WRT	5	4	4	2	1
WOT	1	2	5	1	3
WUsEko	4	3	5	2	1



Politechnika
Wroclawska

SekoZ – Geoportal



SeKoZ Poznań - Portal



Nowy scenariusz

Przewietrzanie

Jakość powietrza

Pochłanianie CO₂

Retencja

Temperatura

Waloryzacja terenu

Prezentacja na żywo

SekoZ – system



Dobiegają końca prace:

- ✓ Opracowanie algorytmów obliczeniowych.
- ✓ Projekt procesów związanych z usługami ekosystemowymi.
- ✓ Przygotowanie scenariuszy zarządzania terenami zwartej zieleni w mieście.

Kolejne kroki budowy systemu:

- ✓ Zebranie szczegółowych wytycznych opisujących funkcjonalności systemu niezbędne z punktu widzenia jego funkcji i przyszłych użytkowników.
- ✓ Zestaw wymagań funkcjonalnych i niefunkcjonalnych Systemu w kontekście projektowania wymagań użytkownika.
- ✓ Opis struktur danych wsadowych oraz wynikowych.
- ✓ Opracowanie diagramów przypadków użycia.
- ✓ Opis sekwencji wykonania procesów oraz integracji składowych elementów Systemu.
- ✓ Założenia dotyczące architektury i schematu blokowego Systemu.



Politechnika
Wrocławska



SekoZ jako wspomaganie realizacji strategii



EZŁ

przeciwdziałanie utracie różnorodności biologicznej i zmniejszenie poziomu zanieczyszczeń

KPO

Reforma „Odbudowa możliwości inwestycyjnych miast ukierunkowana na zieloną transformację”

Inwestycje „kompleksowa zielona transformacja miast”

Polski
Ład

wdrażanie narzędzi zwalczania wysp ciepła w miastach

ograniczenie betonowania miast

nasadzenia drzew i krzewów



Politechnika
Wroclawska





Dziękujemy za uwagę



Politechnika
Wroclawska



Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego



Fundusze
Europejskie
Inteligentny Rozwój



Rzeczpospolita
Polska