

# Transgraniczny stacjonarno-mobilny system monitorowania i predykcji poziomu zrównoważonego rozwoju miast Zielona Góra i Cottbus

## Transgraniczny sm-s

Priorytet Programu 1 –  
Innowacyjne pogranicze - transfer wiedzy i technologii na rzecz innowacyjnych rozwiązań

Cel szczegółowy  
RSO1.1 - Rozwijanie i wzmacnianie zdolności badawczych i innowacyjnych oraz wykorzystywanie  
zaawansowanych technologii

---

**Prof. dr hab. inż. Justyna Patalas-Maliszewska**

**Prorektor ds. Nauki i Współpracy z Zagranicą  
Uniwersytet Zielonogórski**

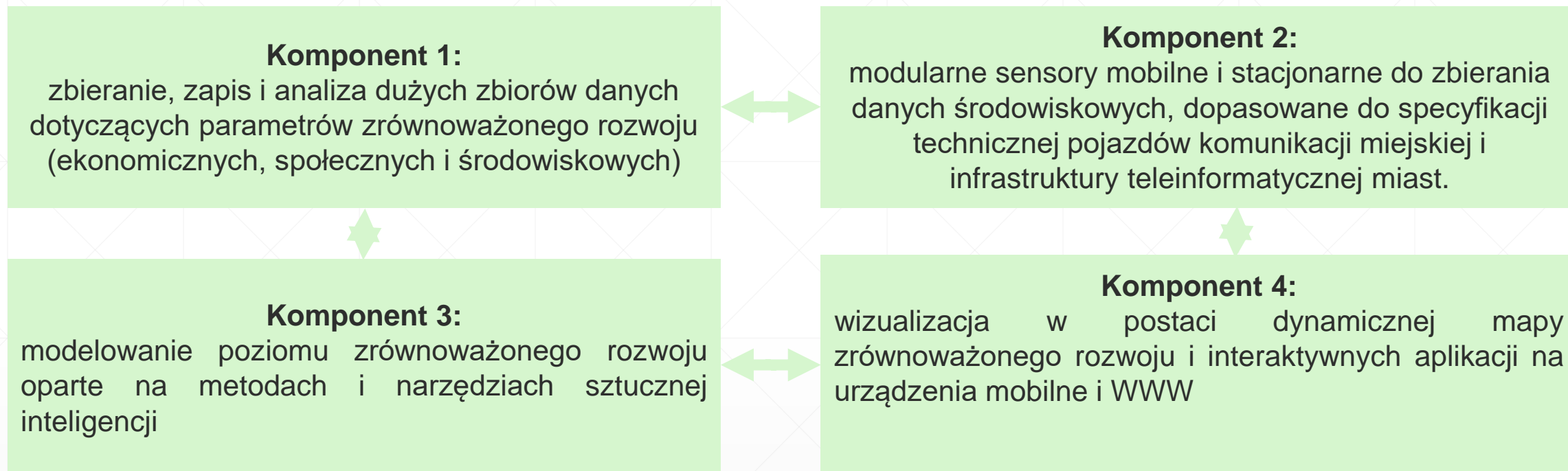
### Cel: Wzmocnienie zdolności badawczych:

- naukowców Uniwersytetu Zielonogórskiego (UZ) i Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg (BTU)
- przedsiębiorstw (avatum - AV, Lumel- LU) w dziedzinie gospodarki niskoemisyjnej.

### Rozwiązanie:

innowacyjne rozwiązanie transgraniczne do praktycznego zastosowania przez przedsiębiorstwa komunikacji publicznej i administrację publiczną

# Transgraniczny stacjonarno-mobilny system monitorowania i predykcji poziomu zrównoważonego rozwoju (sm-s) 4 komponenty



**Rozwiązanie zostanie przetestowane w przedsiębiorstwach: MZK Zielona Góra, MZK Cottbus przy współpracy z miastami Zielona Góra i Cottbus.**

## **Komponent 1:**

W pierwszym etapie, na podstawie norm i dyrektyw UE, wybrane zostaną kluczowe wskaźniki (KPI) do oceny poziomu zrównoważonego rozwoju miast Zielona i Cottbus, tj.

- w aspekcie środowiskowym wskaźniki dot. np. jakości powietrza (np. pył zawieszony PM10 i PM2,5),
- w aspekcie ekonomicznym: wskaźniki dot. np. poziomu wykorzystania komunikacji miejskiej (np. koszty eksploatacji, trasy transportu publicznego, czas ładowania i tankowania)
- społecznym wskaźniki dot. np. liczba pasażerów, poziom dochodów, wykształcenia.

**Wskaźniki zostaną dobrane w taki sposób, aby możliwe było zbudowanie spójnej bazy danych dla potrzeb analizy poziomu zrównoważonego rozwoju (ZR) i zastosowania metod oraz narzędzi sztucznej inteligencji.**



## **Komponent 1 – przykład działań w obszarze parametry środowiskowe ZR**

### 1.1 Zdefiniowanie wskaźnika KPI1: **PM1**

***PM1: Ultradrobne cząstki o średnicy aerodynamicznej poniżej 1 mikrometra. Ultra drobny pył jest najbardziej niszczącym wariantem drobnych cząstek, ponieważ przenikają one przez płuca bezpośrednio do krwiobiegu i rozprzestrzeniają się do narządów.***

### 1.2 Zbieranie i zapis danych dotyczących parametrów zrównoważonego rozwoju: **wartości wskaźnika KPI1: PM1**

- w środkach komunikacji miejskich oraz w wyznaczonych miejscach w miastach Zielona Góra i Cottbus zostaną zainstalowane prototypowe czujniki do zbierania danych: **tj. wartości wskaźnika: KPI1: PM1**
- wartości zostaną zapisane w bazie danych z częstotliwością co minutę

### 1.3 Analiza wartości wskaźnika **KPI1: PM1**

- w ciągu jednego dnia: autobus na jednej trasie w Cottbus lub Zielona Górze w ciągu 15 godzin zbiera 900 wartości wskaźnika KPI1: PM1
- w ciągu jednego dnia 1 czujnik stacjonarny w Cottbus lub w Zielonej Górze w ciągu 24 godzin zbiera 1440 wartości wskaźnika KPI1: PM1

## **Komponent 1 – przykład działań w obszarze parametry środowiskowe ZR**

### 1.4 Zapis w bazie danych wartości wskaźników

W projekcie zaplanowano instalację 40 czujników stacjonarnych i 40 czujników mobilnych w miastach Zielona Góra i Cottbus, czyli ciągu jednego dnia czujniki zbiorą w Cottbus i Zielonej Górze:

- mobilne: 900 wartości wskaźnika KPI1: PM1 x 40 czujników = **36 000 wartości na dzień**
- stacjonarne: 1440 wartości wskaźnika KPI1: PM1 x 40 czujników = **57 600 wartości na dzień**

**W ciągu zaplanowanych 6 miesięcy system dla miast Zielona Góra i Cottbus  
zbierze około **17 mln wartości jednego wskaźnika KPI1: PM1****

## **Komponent 1 – przykład działań w obszarze parametry ekonomiczne ZR**

### 1.1 Zdefiniowanie wskaźnika KPI2: zrównoważony transport

*Zrównoważony transport: zużycie energii w transporcie w stosunku do liczby pasażerów.*

### 1.2 Zbieranie i zapis wartości KPI2: zrównoważony transport

- dane zostaną udostępnione przez system MZK Zielona Góra: **tj. wartości wskaźnika: KPI2: zrównoważony transport**
- wartości zostaną zapisane w bazie danych z częstotliwością co minutę (z uwagi na konieczność spójności danych w bazie wiedzy)

### 1.3 Analiza wartości wskaźników

- w ciągu jednego dnia system zbiera 72 900 w Cottbus lub w Zielonej Górze **wartości wskaźnika: KPI2: zrównoważony transport**

**(15 godz. x 60 min x 81 autobusów w Zielonej Górze = 72 900)**

<https://www.mzk.zgora.pl/tabor>

## **Komponent 1 – przykład działań w obszarze parametry ekonomiczne ZR**

1.4 Zapis w bazie danych wartości wskaźników

- 72 900 wartości wskaźnika KPI2 na dzień

**W ciągu zaplanowanych 6 miesięcy system dla miast Zielona Góra i Cottbus  
zbierze około 26 mln wartości jednego wskaźnika KPI2: zrównoważony  
transport**

## Komponent 1 – przykład działań w obszarze parametry społeczne ZR

1.1 Zdefiniowanie wskaźnika KPI3: liczba pasażerów dziennie w środkach komunikacji miejskiej w Zielonej Górze

1.2 Zbieranie i zapis wartości KPI3: liczba pasażerów

- dane zostaną udostępnione przez system biletowy MZK Zielona Góra: **tj. wartości wskaźnika: KPI3: liczba pasażerów**
- wartości zostaną zapisane w bazie danych z częstością co minutę (z uwagi na konieczność spójności danych w bazie wiedzy)

1.3 Analiza wartości wskaźników

- w ciągu jednego dnia system zbiera 72 000 w Cottbus lub w Zielonej Górze **wartości wskaźnika: KPI3: liczba pasażerów**

**80 (średnio) x 15 godzin x 60 min = 72 000 wartości**

## **Komponent 1 – przykład – Parametry społeczne:**

1.4 Zapis w bazie danych wartości wskaźników

**W ciągu zaplanowanych 6 miesięcy system dla miast Zielona Góra i Cottbus  
zbierze około 26 mln wartości jednego wskaźnika KPI3: liczba pasażerów**

**Razem dla tylko trzech przykładowych wskaźników KPI otrzymano  
69 mln spójnych (mierzonych w tej samej częstotliwości)  
wartości wskaźników w bazie danych !!**



## Komponent 2 – przykład sensorów mobilnych i stacjonarnych

- Przedsiębiorstwo Lumel SA opracuje zestawy developerskie czujników: temperatury , wilgotności , CO<sub>2</sub> , O<sub>3</sub>, NO, H<sub>2</sub>S, PM<sub>1</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>4</sub>, PM<sub>10</sub> ,SO<sub>2</sub>, wyposażone w GPS oraz kartę pamięci. Zestaw zostanie zaprojektowany i wykonany specjalnie na potrzeby realizacji projektu. Czujniki muszą być zaprojektowane i dopasowane do specyfikacji technicznej autobusów w Zielonej Górze i Cottbus (np. do autobusów diesel, elektrycznych, napędem wodorowym) oraz wymagań miasta Zielona Góra i Cottbus.
- Liczba: 40 mobilnych i 40 stacjonarnych została również określona dzięki realizacji wcześniejszych badań naukowych.
- Wybór tras autobusów, które powinny obejmować tereny: strefy przemysłowej, zabudowy jedno- i wielorodzinnej, wysypisk śmieci, spalarni śmieci, elektrociepłowni, centrum miasta.



### Komponent 3:

1. Opracowane zostaną modele predykcji i algorytmy z wykorzystaniem sztucznej inteligencji, które umożliwią modelowanie różnych scenariuszy zrównoważonego rozwoju obu miast.

**Na czym polega element monitorowania i predykcji poziomu zrównoważonego rozwoju miast Zielona Góra i Cottbus?**

## Komponent 3 – przykład

1.1 Zebrane wartości KPI: KPI1: PM1, KPI2: zrównoważony transport, KPI3: liczba pasażerów w ciągu 6 miesięcy będą analizowane przy użyciu algorytmów sztucznej inteligencji.

1.2 **69 mln** zebranych i zapisanych wartości wskaźników KPI stanowi duży zbiór danych.

1.3 **Element monitorowania zrównoważonego rozwoju** miast Zielona Góra i Cottbus polega na:

- W aspekcie środowiskowym: analiza zmiany poziomu zanieczyszczeń powietrza (KPI1: PM1) w różnych porach dniach w różnych lokalizacjach obu miast
- W aspekcie ekonomicznym: analiza zużycia energii (KPI2: zrównoważony transport) w różnych porach dniach w różnych lokalizacjach obu miast
- W aspekcie społecznym: analiza świadomości korzystania z komunikacji transportu publicznego przez mieszkańców obu miast

## Komponent 3 – przykład

### 1.4 Element predykcji zrównoważonego rozwoju miast Zielona Góra i Cottbus

Zbudowane modele sztucznej inteligencji posłużą do przewidywania zmian wartości wskaźników KPI w różnych porach dniach w różnych lokalizacjach obu miast **i prognozowania na tej podstawie:**

- W aspekcie środowiskowym: redukcji natężenia ruchu w różnych lokalizacjach obu miast
- W aspekcie ekonomicznym: optymalizacja rozkładu jazdy z uwagi na zużycie energii w różnych porach dniach w różnych lokalizacjach obu miast
- W aspekcie społecznym: optymalizacji wielkości środków transportu publicznego w różnych porach dniach w różnych lokalizacjach obu miast, budowaniu świadomości korzystania ze środków komunikacji miejskiej wśród mieszkańców.

#### Komponent 4:

1. 2 pilotażowe scenariusze zrównoważonego rozwoju obu miast
2. Walidacja systemu łączącego zbierane dane oraz wypracowane algorytmy i modele oraz zbudowanie aplikacji mobilnej na iOS i Android (w języku polskim, niemieckim i angielskim)

**Na czym polega budowanie scenariusza zrównoważonego rozwoju  
miast Zielona Góra i Cottbus?**

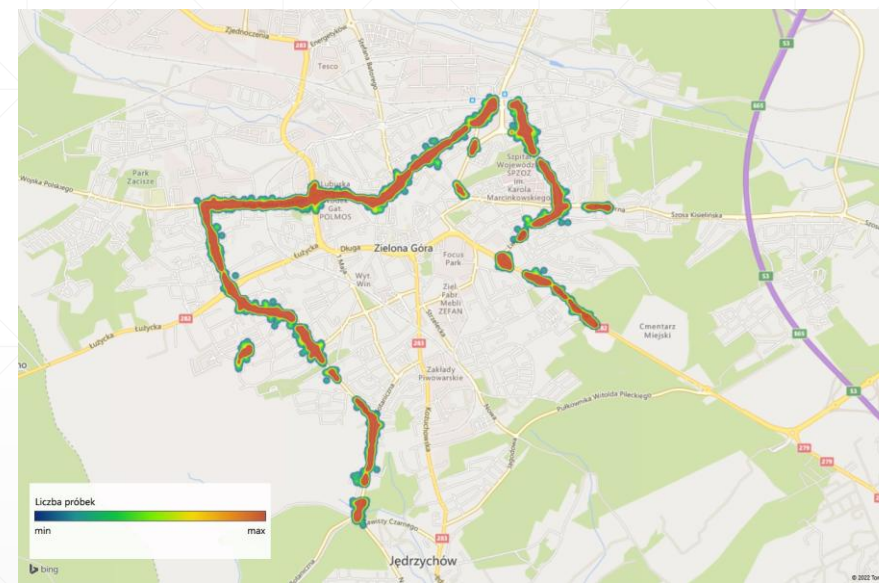
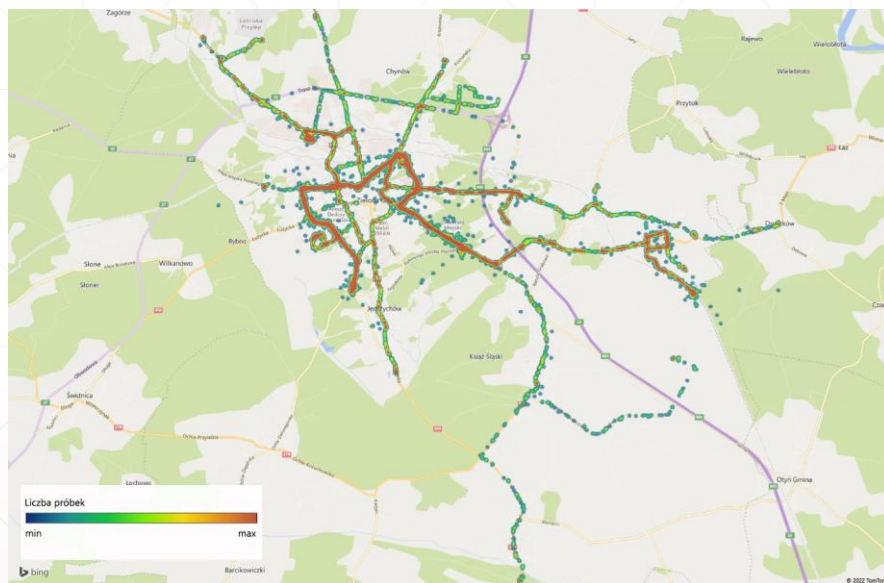
## Komponent 4 – przykład

Na podstawie modeli sztucznej inteligencji zostaną sformułowane rekomendacje dla potrzeb strategii rozwoju miast Zielona Góra i Cottbus w aspekcie zrównoważonego rozwoju np.:

- W aspekcie środowiskowym: propozycja działań w zakresie rozwoju przyjaznego dla środowiska („zielonego”) systemu komunikacji miejskiej
- W aspekcie ekonomicznym: propozycja działań w zakresie rozwoju energooszczędnego systemu komunikacji miejskiej
- W aspekcie społecznym: propozycja działań w zakresie budowania świadomości korzystania ze środków komunikacji miejskiej wśród mieszkańców.

**Komponent 4: przykład** z wspólnego małego projektu transgranicznego zrealizowanego przez partnerów pt.: „Rekomendacje dla systemu monitorowania jakości powietrza w mieście Zielona Góra i Cottbus”(01.2022-06.2022).

### Dynamiczna mapa zrównoważonego rozwoju - pilotażowe pomiary dotyczące jakości powietrza - Zielona Góra



**W obecnym projekcie dynamiczne interaktywne mapy zrównoważonego rozwoju zostaną rozbudowane o aspekt ekonomiczny i społeczny ZR miast Cottbus i Zielona Góra. Aspekt środowiskowy zostanie rozszerzony dzięki instalacji 80 czujników zamiast 2 w Cottbus i Zielona Góra.**

### Grupa docelowa:

- I grupa docelowa: UZ, BTU, Lumel, Avatum
- II grupa docelowa: Zielona Góra, Cottbus: miasta w regionie transgranicznym
- III grupa docelowa: obywatele/mieszkańcy Zielona Góra, Cottbus

### Partnerzy:

- Uniwersytet Zielonogórski (UZ)
- Brandenburgische Technische Universitaet Cottbus- Senftenberg (BTU)
- przedsiębiorstwo Lumel (LU)
- przedsiębiorstwo avatum (AV) – partner stowarzyszony
- miasto Zielona Góra (ZG)
- miasto Cottbus (C)
- MZK Zielona Góra (MZK)
- MZK Cottbus (CV)

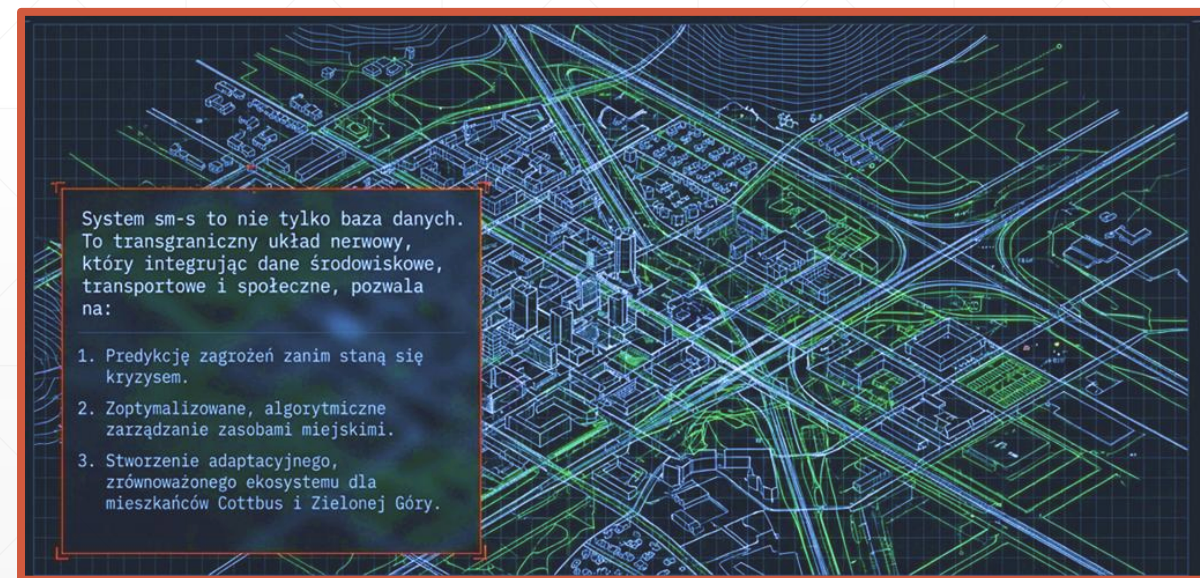
## **Nowość:**

Na podstawie analizy publikacji naukowych i raportów oraz baz patentowych proponowany system sm-s stanowi unikalne rozwiązanie na skalę europejską w aspektach:

- transgranicznym,
- łącznia wiedzy naukowców i przedsiębiorstw oraz jednostek samorządów terytorialnego,
- zbierania, analizy spójnych danych dot. zrównoważonego rozwoju,
- zbudowania spójnej bazy wartości wskaźników zrównoważonego rozwoju,
- przewidywania dynamicznych zachowań w aspekcie zrównoważonego rozwoju w czasie i przestrzeni.

## Rezultaty:

- System sm-s zostanie zastosowany na szerszą skalę w podobnych bliźniaczych miastach regionu transgranicznego, tj.: w Gubin-Guben, i Frankfurt Oder-Słubice
- Osiem organizacji (UZ, BTU, AV, LU, C, ZG, MZK, CV ) współpracujących ponad granicami po zakończeniu projektu w zakresie rozwoju systemu sm-s ( 2 rezultat).



## Brakujące ogniwo zrównoważonego ekosystemu

Aby system sm-s oferował pełen obraz miasta, twarde pomiary środowiska środowiskowe (Działanie 1.1) i wyliczenia ekonomiczne (Działanie 1.2) muszą zostać połączone z zachowaniami i przestrzenią życiową mieszkańców (Działanie 1.3).

**Ekonomia**

**Społeczeństwo**

**Środowisko**

Cel: Działanie 1.3 -  
Przekształcenie  
miękkich interakcji w  
mieralne dane.

### Pełen Wymiar Zrównoważenia

Społeczeństwo, Środowisko i Ekonomia zintegrowane w jednym modelu analitycznym gotowym do wdrożenia.



