



THERMOS

Przyspieszenie rozwoju niskoemisyjnych sieci
ciepłowniczych i chłodniczych

Program „Wytrenuj Trenera”:

**Moduł 2: Mapowanie i modelowanie systemu energetycznego
przy użyciu narzędzia THERMOS**

AUTOR: CSE/Imperial College





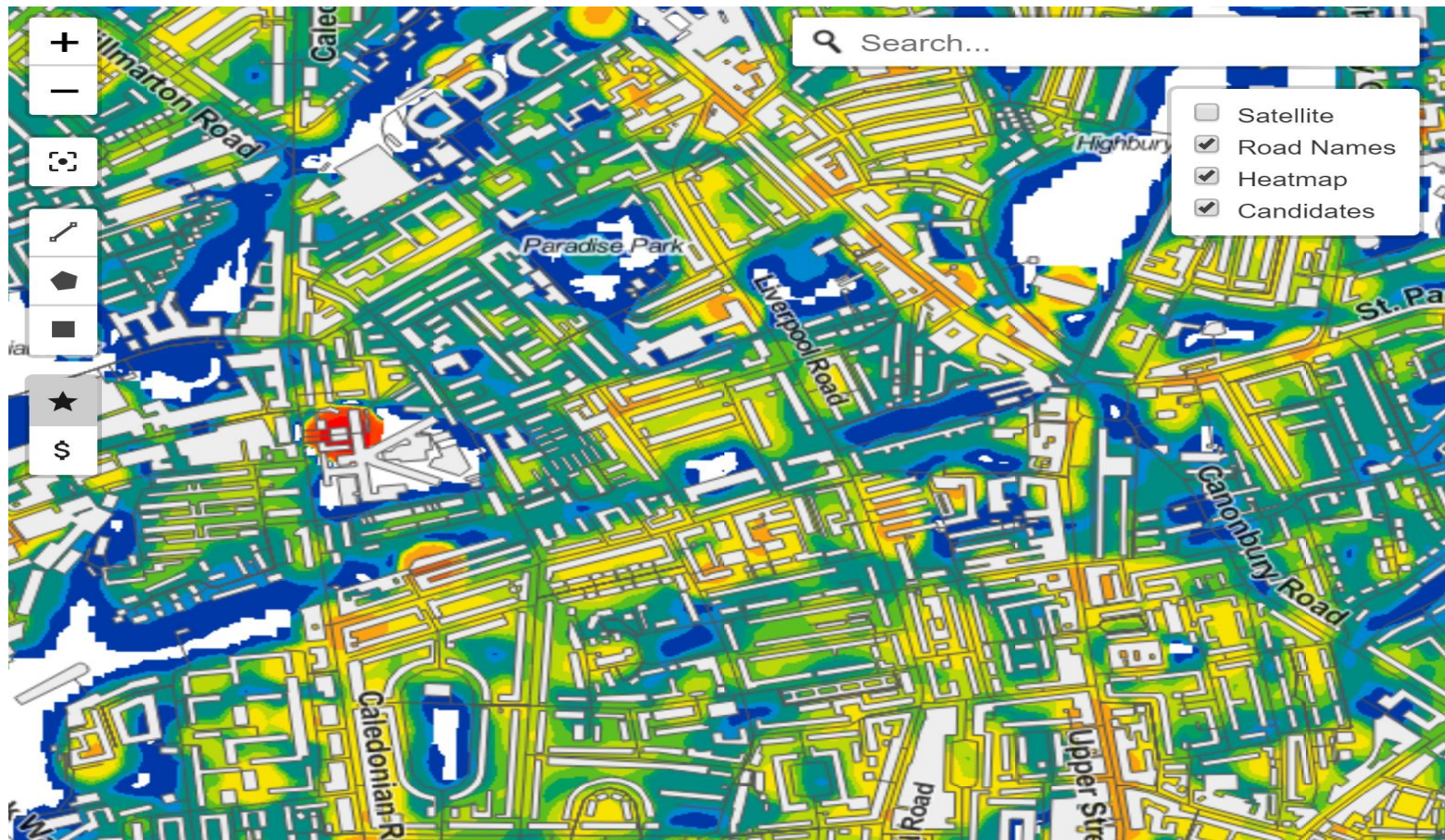
Witaj w Module 2 Programu „Wytrenuj Trenera”

Moduł ten składa się z trzech części:

- 2.1 Mapowanie systemu energetycznego
- 2.2 Modelowanie systemu energetycznego
- 2.3 System modelowania i optymalizacji zasobów ciepła(ang. **T**hermal **E**nergy **R**esource **M**odelling and **O**ptimization **S**ystem – THERMOS)



1. Mapowanie systemu energetycznego





Spis treści

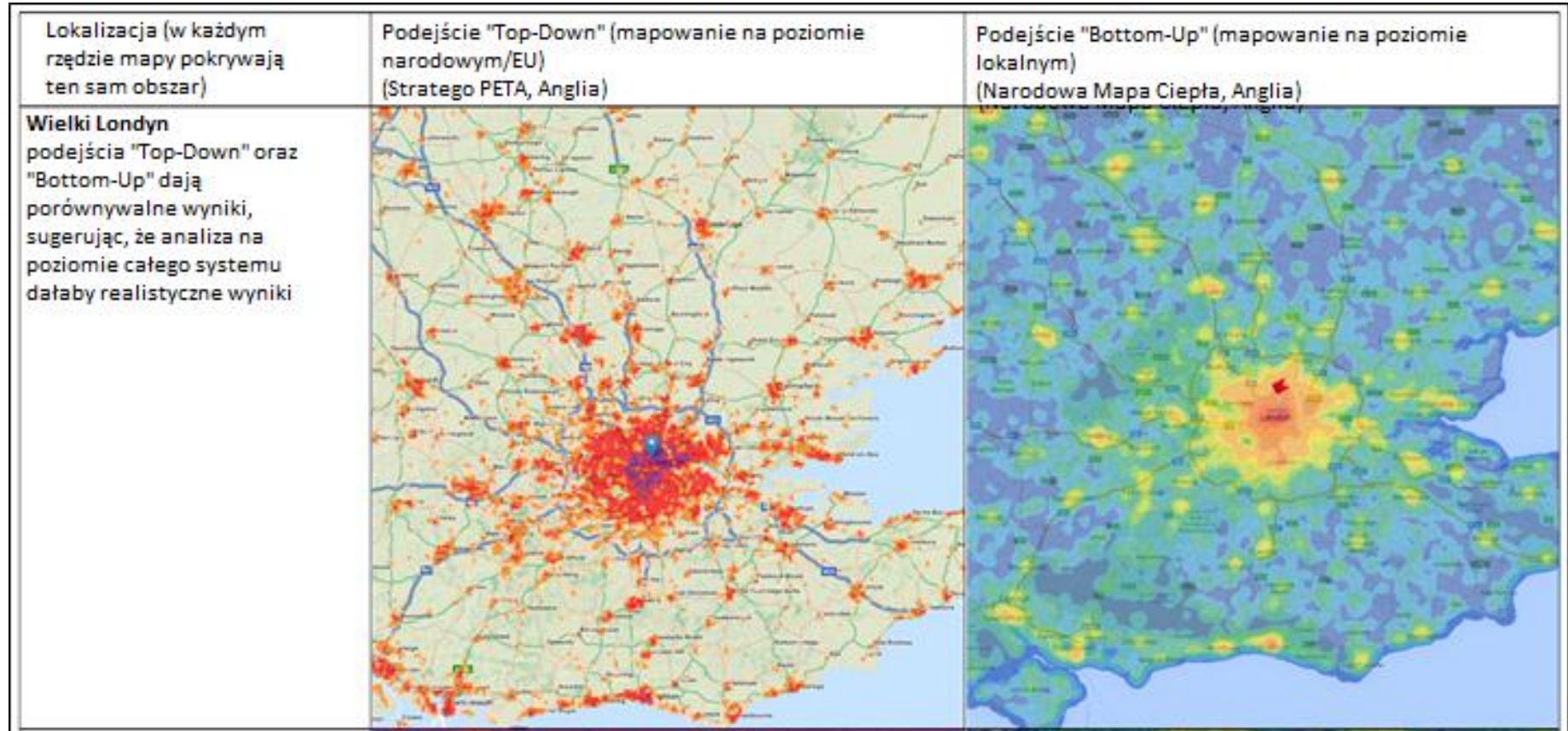
Pierwsza część tego modułu skupi się na:

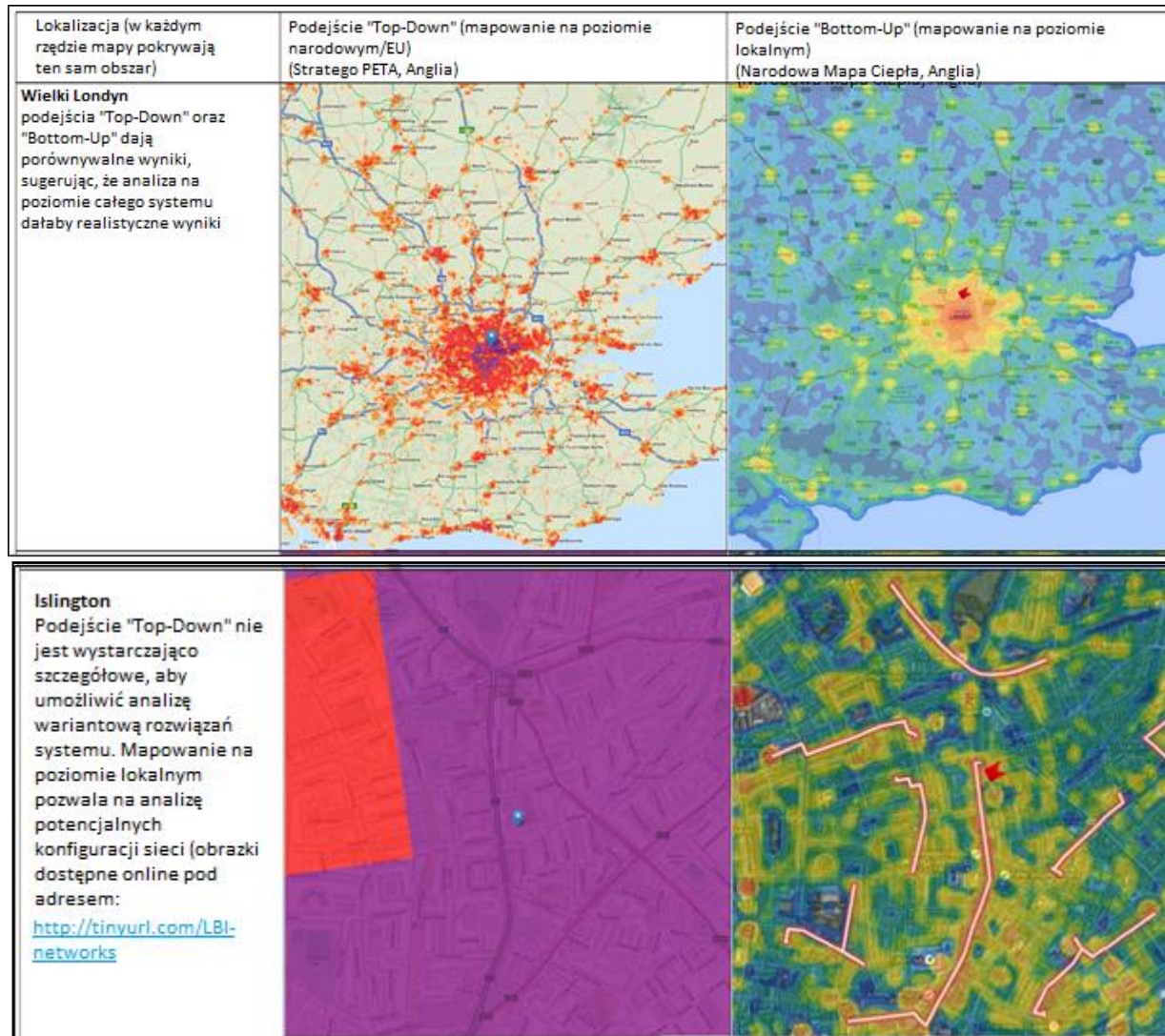
- Koncepcji
- Metodyce
- Wymaganych danych i zasobach
- Dobrych Praktykach



Wstęp

- Dokładne mapowanie systemu energetycznego jest konieczne do analizy lokalnych systemów.
 - Mapowanie metodą „Top-Down” działa jako na poziomach zarówno narodowym jak i międzynarodowym, ale brak jest **dokładnych informacji na poziomie lokalnym** dotyczących rozwoju infrastruktury systemu energetycznego
- W związku z powyższym, celem THERMOS jest wypełnić tę lukę poprzez opracowanie i publikację metodyki opracowywania **map systemów energetycznych na poziomie lokalnym (ulic)** do celów analizy systemów energetycznych przy wykorzystaniu **aplikacji THERMOS**.

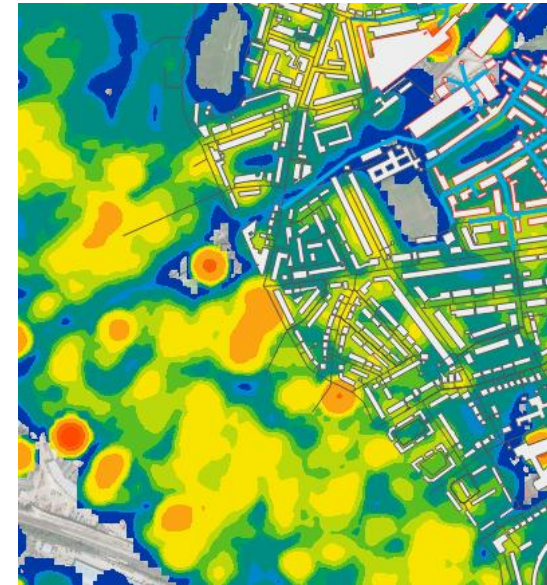






Kluczowe cechy mapowania systemu energetycznego metodą THERMOS

- Odzworowanie przestrzenne lokalnych systemów energetycznych w wysokiej rozdzielczości
- Nowy standard mapowania termicznego, który podbuduje planowanie lokalnych sieci energetycznych
- Podejście „Bottom-Up” do planowania lokalnego zapotrzebowania na ciepło przy wykorzystaniu modelowych charakterystyk budynków lub danych empirycznych





Kluczowe cechy mapowania systemu energetycznego metodą THERMOS

- Bazy danych przestrzennych w wysokiej rozdzielczości – np. produkcja energii (w tym źródła wtórne – ciepło odpadowe), sieci elektryczne, atrybuty budynków, topologia drogowa itp.
- Możliwość replikacji przy użyciu dostępnych danych
- W pełni zintegrowane z narzędziem internetowym open-source THERMOS służącym do szczegółowego mapowania, modelowania i analizy systemów energetycznych





Metodyka mapowania opracowana w cztero-etapowym procesie tworzenia map internetowych THERMOS

1. Opracowanie metodyki tworzenia lokalnych map zapotrzebowania na ciepło
2. Porównanie dostępnych danych geologicznych dotyczących rozkładu przestrzennego zapotrzebowania na ciepło, pierwotnie dla Miast Pilotażowych: Islington (UK), Granollers (Hiszpania), Warszawa (Polska) oraz Jeglava (Litwa)
3. Porównanie i wykorzystanie dodatkowych danych dotyczących systemów energetycznych
4. Wizualizacja i publikacja zapotrzebowania na energię i pozostałych informacji w aplikacji sieciowej, w celu stworzenia mapy sieciowej dla każdego z Miast Pilotażowych



Większość ludzi
widzi świat w ten
sposób:





W aplikacji
THERMOS świat
przedstawiony
jest w ten
sposób:





Punkty z informacjami o lokacji i zapotrzebowaniu na energię budynków i źródeł ciepła





Punkty z informacjami o lokacji i zapotrzebowaniu na energię budynków i źródeł ciepła

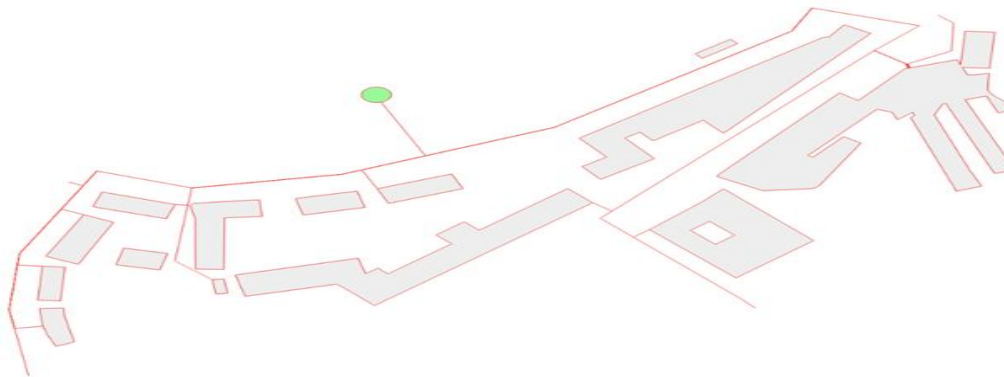


Linie oznaczają trasy, którymi energia może być rozprowadzana



Aby stworzyć ten model, potrzeba:

1. Szacunki zapotrzebowania na energię dla istniejących i nowych budynków (punkty)
2. Szacunki produkcji energii dla istniejących i potencjalnych źródeł energii (punkty)
3. Odzwierciedlenie sieci drogowej (linie)





Szacowanie zapotrzebowania budynków na ciepło (1/5)

Metoda THERMOS działa przy wykorzystaniu części (lub wszystkich) poniższych danych

- Rozmiar i kształt 3D budynków
- Wewnętrzne i zewnętrzne temperatury
- Sprawność systemów grzewczych i zapotrzebowanie na ciepło
- Pozostałe modele Benchmarkowe



Szacowanie zapotrzebowania budynków na ciepło (2/5)

a) Rozmiar i kształt 3D budynków można opisać na podstawie:

- **Powierzchni Podłóg** – np. z OpenStreetMap, często wykorzystywane jako wstępny szacunek zapotrzebowania na ciepło
- Danych z urządzeń **LIDAR (Light Detection and Ranging)**
- **Rodzaju budynku i sposobu użytkowania** – jeżeli dane LIDAR nie są dostępne,



Szacowanie zapotrzebowania budynków na ciepło (3/5)

b) Wewnętrzne i zewnętrzne temperatury pozyskuje się z:

- **Danych archiwalnych temperatur zewnętrznych** – np. Wikidata, IMGW
- **Danych pozyskanych empirycznie – w wyniku ankietyzacji-temperatur wewnętrznych** – np. baza danych EFUS zawierająca szacunki szczytowych i średnich temperatur wewnętrznych



Szacowanie zapotrzebowania budynków na ciepło (4/5)

- c) Sprawność systemów grzewczych i zapotrzebowanie na ciepło można oszacować na podstawie
- **Wartości współczynnika U (przenikania ciepła)**– obliczanego na podstawie powierzchni budynku, temperatur wewnętrznych i zewnętrznych (jeżeli zapotrzebowanie na moc cieplną jest znane), z odpowiednich tablic lub na podstawie ankietyzacji
 - **Zapotrzebowanie na ciepło do celów C.O. (Centralnego Ogrzewania)** szacować można na podstawie różniczki wewnętrznych/zewnętrznych temperatur, tempa utraty ciepła (na podstawie wartości U), szacowanym wpływie wentylacji, bezwładności cieplnej, uzysków słonecznych



Szacowanie zapotrzebowania budynków na ciepło (5/5)

d) Pozostałe modele Benchmarkowe

- **Zapotrzebowanie na ciepło do celów C.W.U. (Ciepłej Wody Użytkowej)** – w zależności od zasiedlenia budynku
- **Benchmarków energetycznych budynków** – np. zapotrzebowanie na ciepło do celów C.O. (kWh/m²) dla nowych budynków
- **Kalibracja w oparciu o pole powierzchni** – wykorzystanie lokalnych danych empirycznych
- **Profili obciążenia** – dane empiryczne bądź numeryczne



Szacowanie produkcji energii z istniejących i potencjalnych źródeł

Wykorzystuje się lokalne zbieranie danych dot. Istniejących źródeł energii i sugerowane lokacje nowych zakładów energetycznych.

Przykładowe źródła energii:

- Istniejące zakłady ciepłne
- Ciepło odpadowe z elektrowni
- Ciepło odpadowe z pozostałych źródeł (woda, powietrze, procesy przemysłowe)
- Kolektory słoneczne
- Zakłady WTE (ZUSOK, ITPOK, RIPOK)





Odzwierciedlenie sieci dróg

Zakłada się, że sieci energetyczne powinny współgrać z siecią dróg. Metodyka wykorzystuje

- Układ przestrzenny sieci dróg
- Lokalizacje (punktowe) źródeł energii oraz odbiorców
- Analizę kosztów przyłączenia





Case Study: Dane UK

Szacowanie zapotrzebowania na energię:

Dana	Źródło
Modele 3D budynków • LIDAR • OpenStreetMap	• http://environment.data.gov.uk/ds/survey/#/survey • www.openstreetmap.org
Typologia budynków: • Ordnance Survey • OpenStreetMap	• www.ordnancesurvey.co.uk/business-and-government/products/topography-layer.html • www.openstreetmap.org
Temperatury wewnętrzne: • EFUS • BEES	• www.gov.uk/government/statistics/energy-follow-up-survey-efus-2011 • www.nist.gov/services-resources/software/bees



Case Study: Dane UK

Szacowanie zapotrzebowania na energię:

Dana	Źródło
Temperatury Zewnętrzne	
Empiryczne dane dot. zapotrzebowania: • Energy Performance Certificates (EPC)	• www.epcregister.com/
Benchmarki powierzchni podłóg: • CIBSE tom F	• www.cibse.org/Knowledge/knowledge-items/detail?id=a0q20000008I7oTAAS
Lokalne wykorzystanie paliw • Statystyki energetyczne Gov.uk	• www.gov.uk/government/collections/sub-national-gas-consumption-data





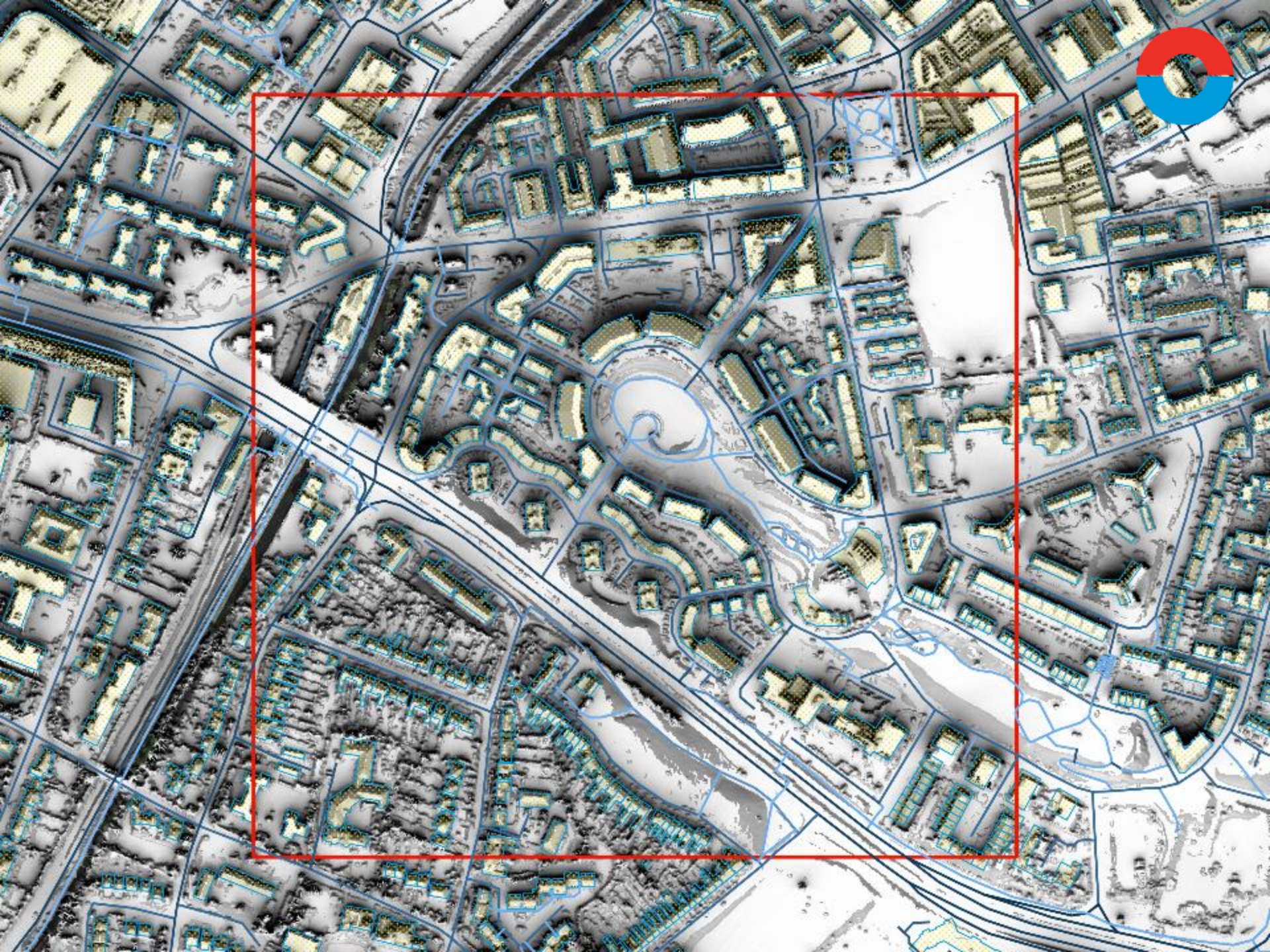


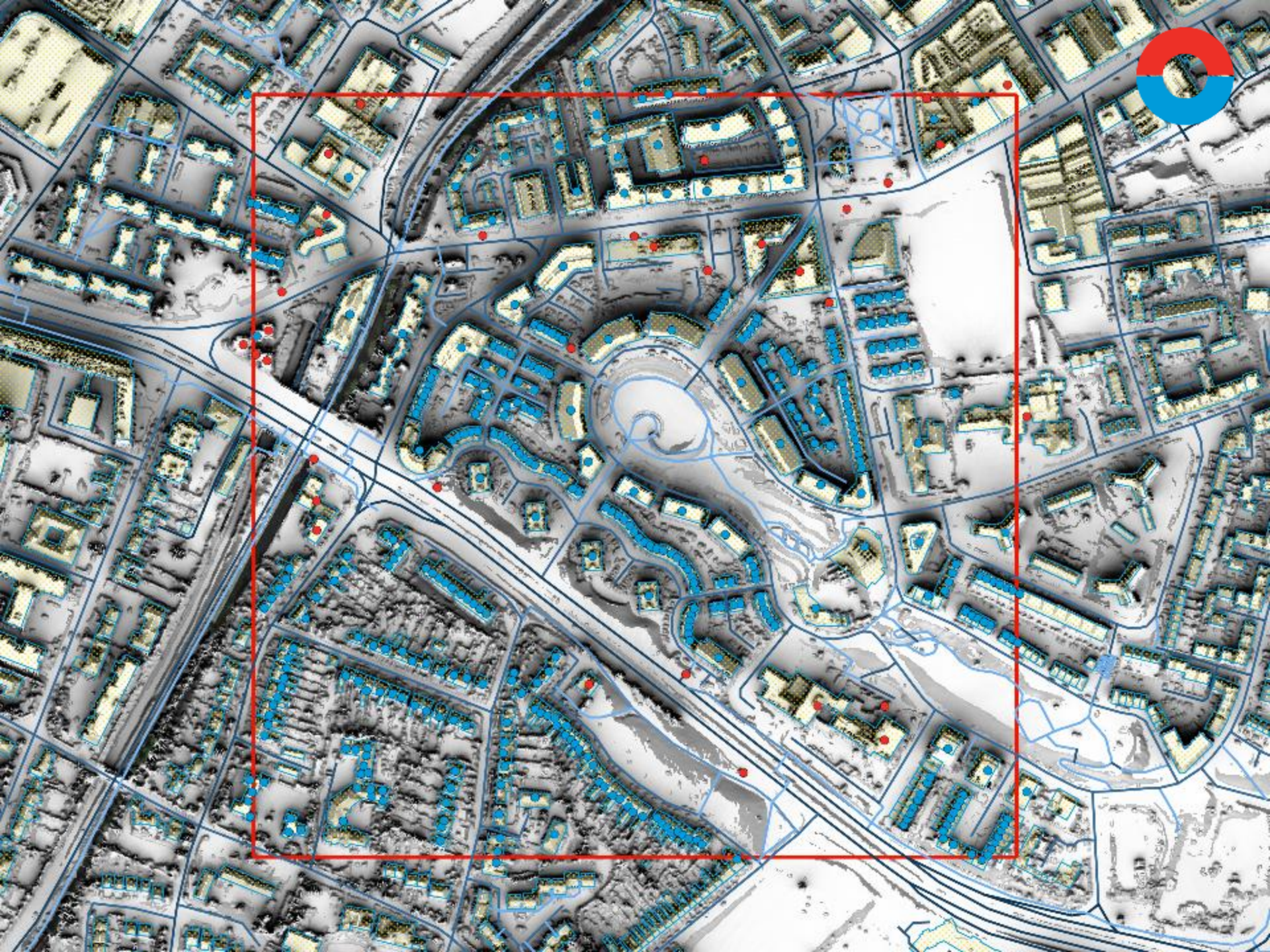




















Narodowa Mapa Ciepła (Anglia)

Model lokalnego zapotrzebowania na energię z wizualizacją online i narzędziami analitycznymi





Projekt Stratego/Projekt HEAT ROADMAP

- <http://stratego-project.eu/>
- <http://www.heatroadmap.eu/>

W ramach projektów opracowano m.in. Ogólnoeuropejski Atlas Ciepłny, który uwzględnia mapy zapotrzebowania na ciepło dla EU, dzięki którym zademonstrowano potencjał miejskich sieci ciepła i chłodu.

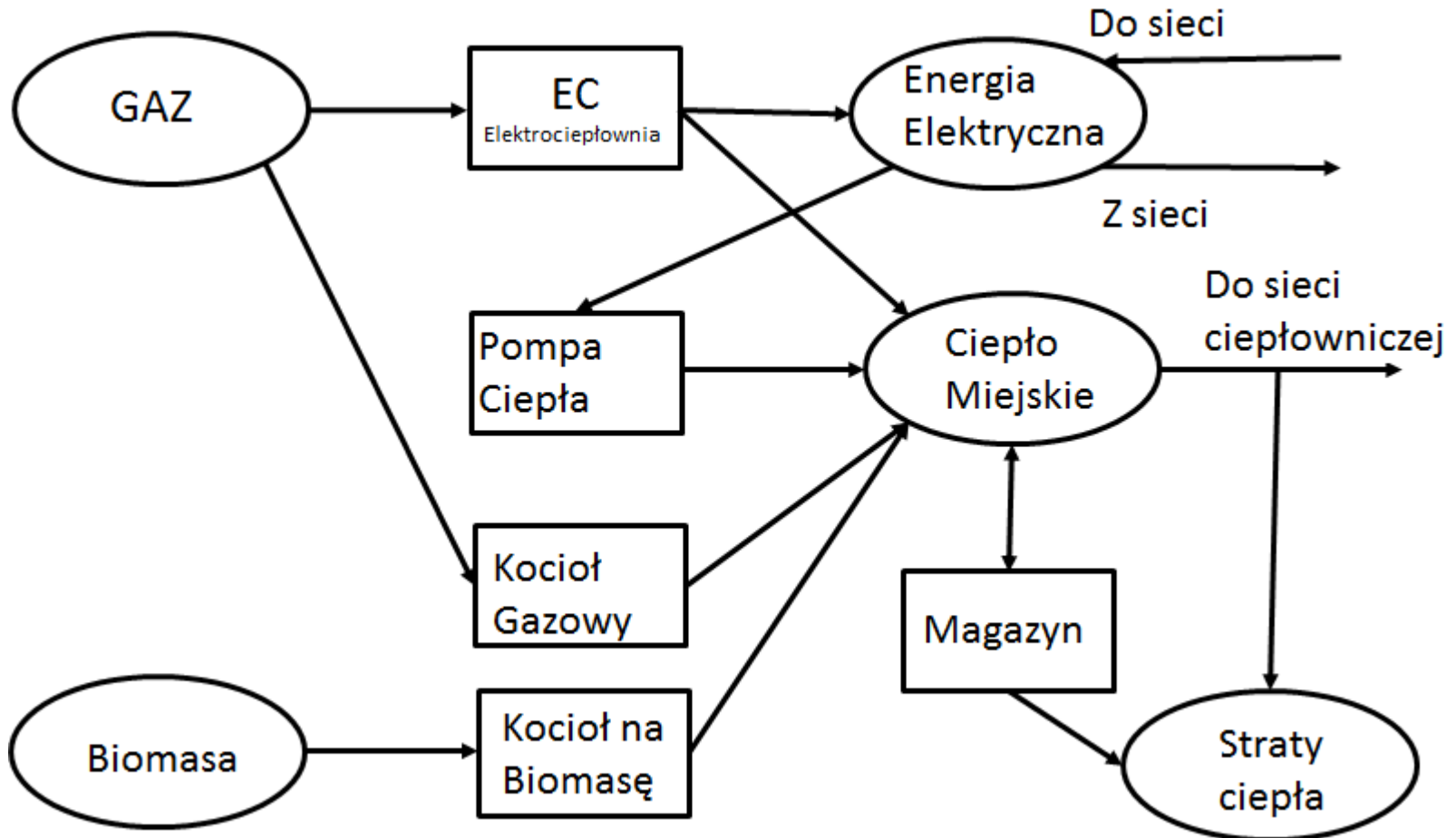




Podsumowanie – Mapowanie systemu energetycznego

- **THERMOS** łączy mapowanie zapotrzebowania na ciepło z podejściem „Bottom-Up” na poziomie lokalnym
- Uwzględnia zapotrzebowanie na energię budynków oraz źródła energii, w tym ciepło odpadowe
- Odzwierciedlenie sieci dróg – jako baza do planowania systemu dystrybucyjnego energii
- Będzie dostosowany do różnorodnych źródeł danych aby pozwolić na wykorzystanie danych zastępczych w związku z możliwymi problemami z dostępnością danych
- Mapy Ciepła Online dla czterech Miast Pilotażowych

2.2 Modelowanie systemu energetycznego





Spis Treści

Druga część tego modułu skupi się na:

- Koncepcji
- Metodyce
- Wymaganych danych i zasobach
- Dobrych Praktykach



Wstęp

- Wzrost urbanizacji (UN DESA, 2014)
 - 54% ludności na świecie żyje na obszarach miejskich
 - Przewiduje się wzrost do 66% do 2050.
- Globalna analiza energetyczna (GEA, 2012)
 - 56-78% energii końcowej zużywane jest w miastach
- Modele miejskiego systemu energetycznego
 - Wzmacniają rozumienie rozplywu energii w mieście
 - Do analizy polityki, inwestycji infrastrukturalnych



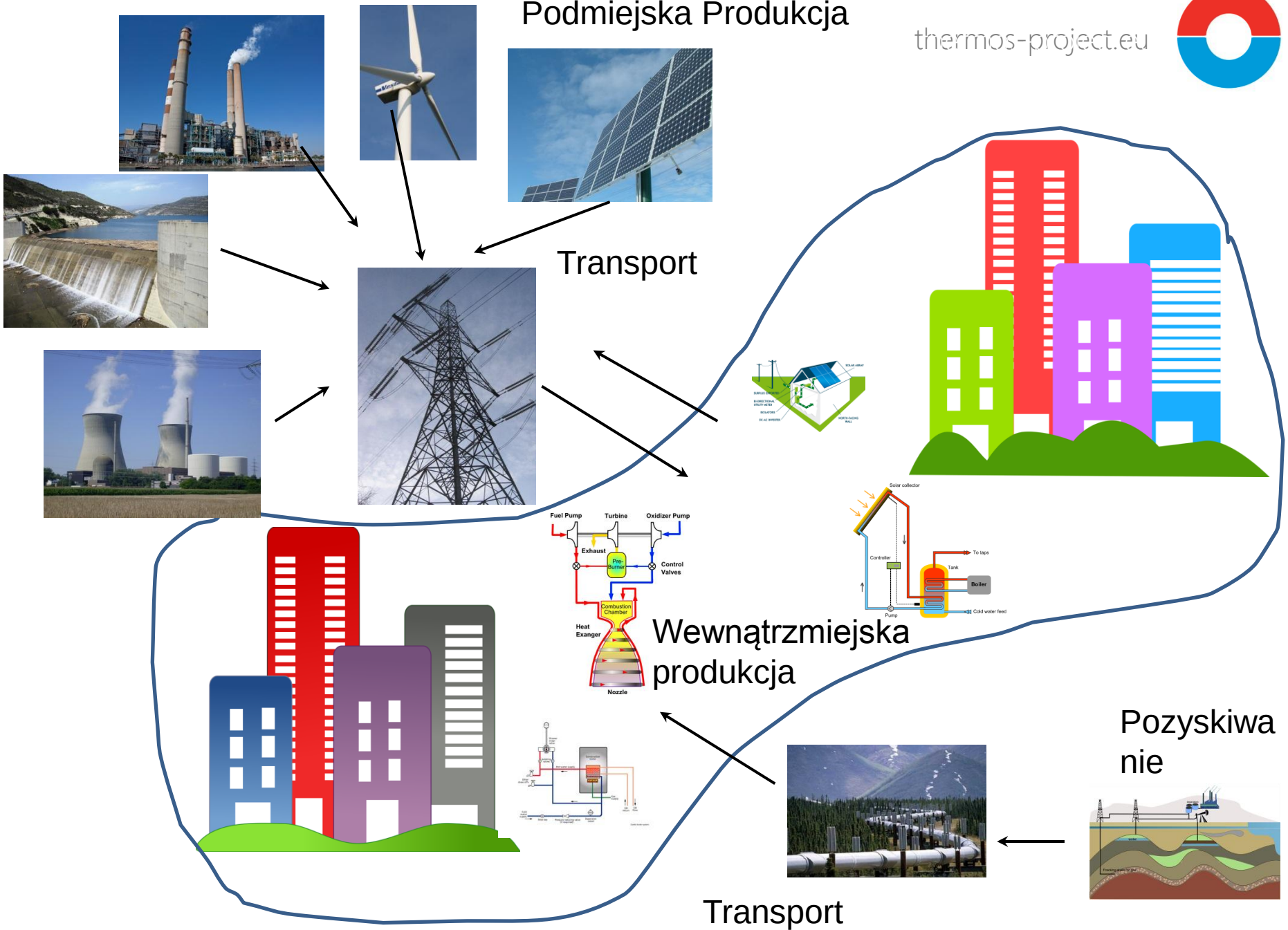
Miejski system energetyczny

Formalny system reprezentujący połączone procesy produkcji i wykorzystania energii w celu zaspokojenia zapotrzebowania danego obszaru miejskiego:

- Podmiejskie procesy pozyskiwania zasobów, produkcji i transportu energii
- Koszty powiązane, emisje gazów cieplarnianych
- Potencjalne procesy produkcji i konwersji energii wewnątrz miasta

Podmiejska Produkcja

thermos-project.eu





Modele Miejskiego Systemu Energetycznego

- Projekt technologii
 - np. urządzenia energetyki wiatrowej i słonecznej, pojazdy, technologie WTE (ITPOK, RIPOK, ZUSOK)
- Projekt budynków
- Klimat miejski
- Modele polityki
- Modele projektowania systemu
 - Optymalizacyjne
 - Kompromisowe
 - Jednocelowe



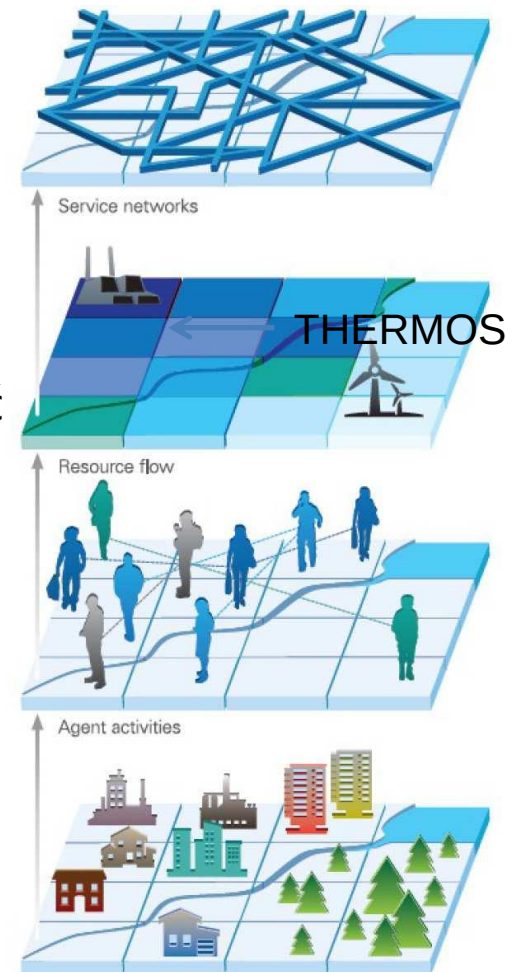
Modele Systemu

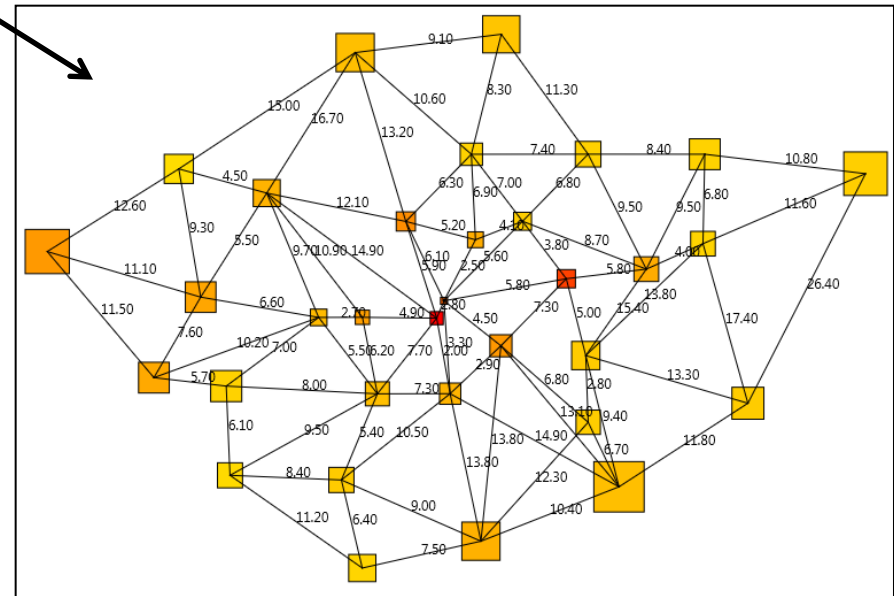
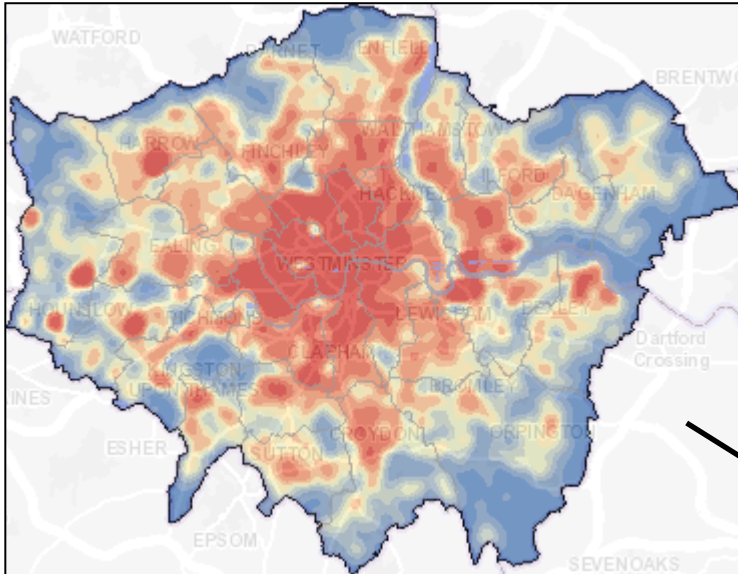
- Perspektywa holistyczna (całościowa)
 - Wpływy technologiczne, ekonomiczne, środowiskowe
 - Uwzględniają wszystkie znaczące interakcje
- Systemy miejskie są systemami skomplikowanymi
 - Dekompozycja aby zmniejszyć zaawansowanie
 - Abstrakcja aby stworzyć formalne sieciowe modele
 - Dostosowanie poziomu szczegółowości do skali modelu
 - Miasto ↔ Dzielnica ↔ Ulica



Dekompozycja

- Model użytkowania gruntów
 - Zawiera zagregowane typy aktywności, budynków, połączenia transportowe, optymalizacja kosztów budynku i transportu
- Model aktywności jednostki
 - Symuluje aktywność i ruchy jednostki aby oszacować zapotrzebowanie na energię
- Model przepływu zasobów
 - Zawiera przestrzenny i czasowy rozkład zapotrzebowania, optymalizacja wyboru i lokacji procesów potrzebnych do zaspokojenia zapotrzebowania
- Model sieci usługowej
 - Projektuje sieć do transportu energii



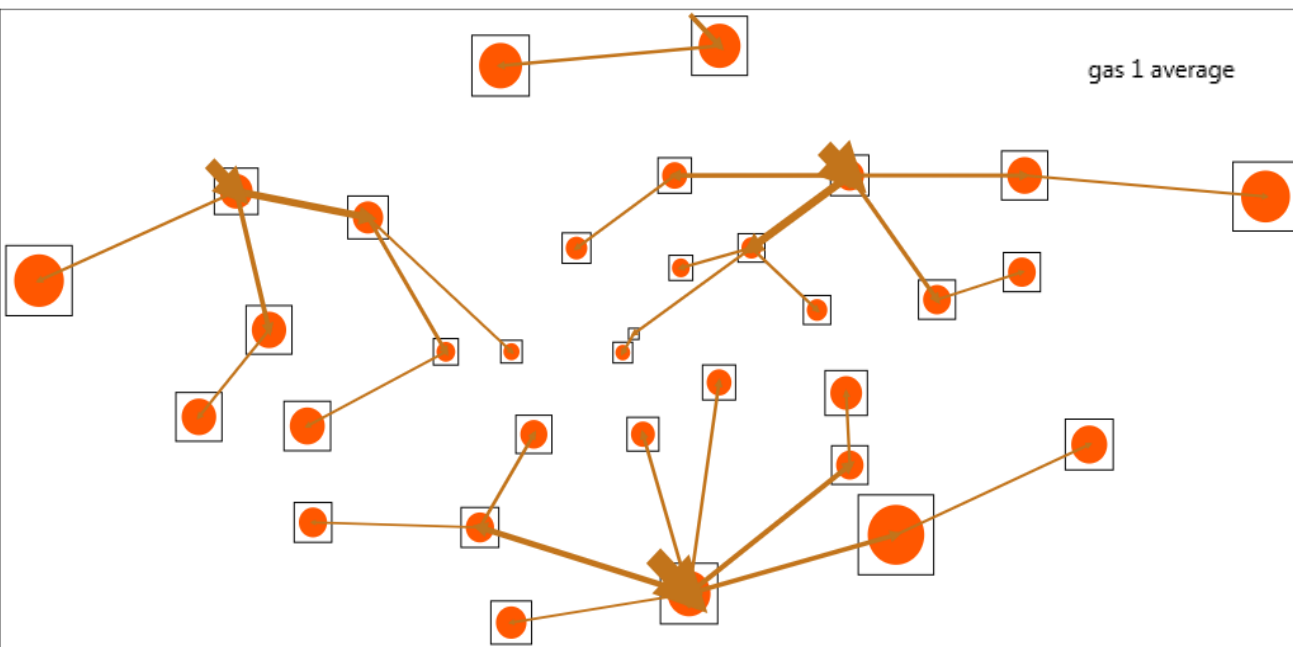


Abstrakcja aby opracować formalny model sieciowy



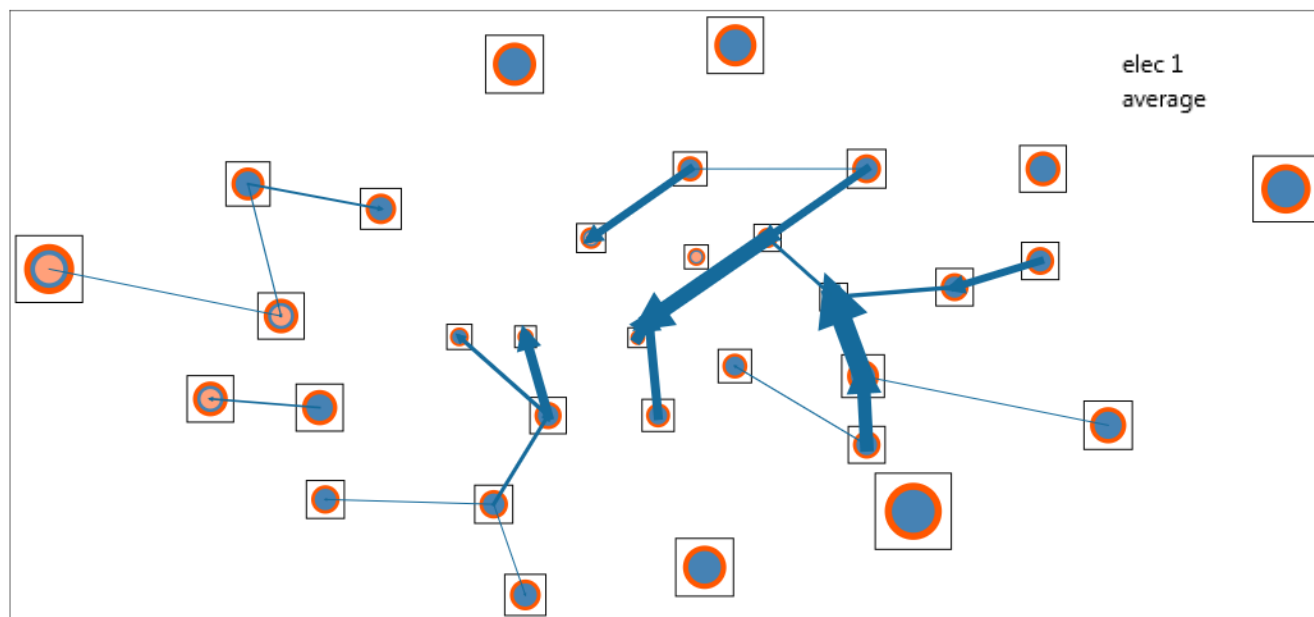
Import i
dystrybucja gazu
dla
Elektrociepłowni

- eheater
- large_chp
- spaceGSHp-h
- wind_med



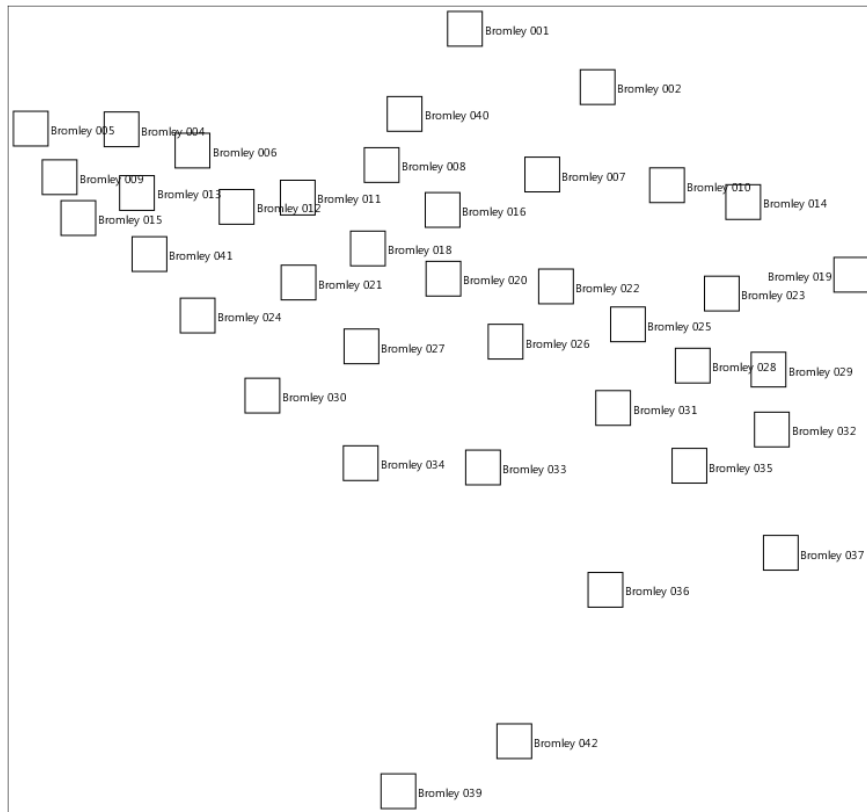
Interakcje
sieciowe

Dystrybucja
lokalnie
produkowanej
energii
elektrycznej

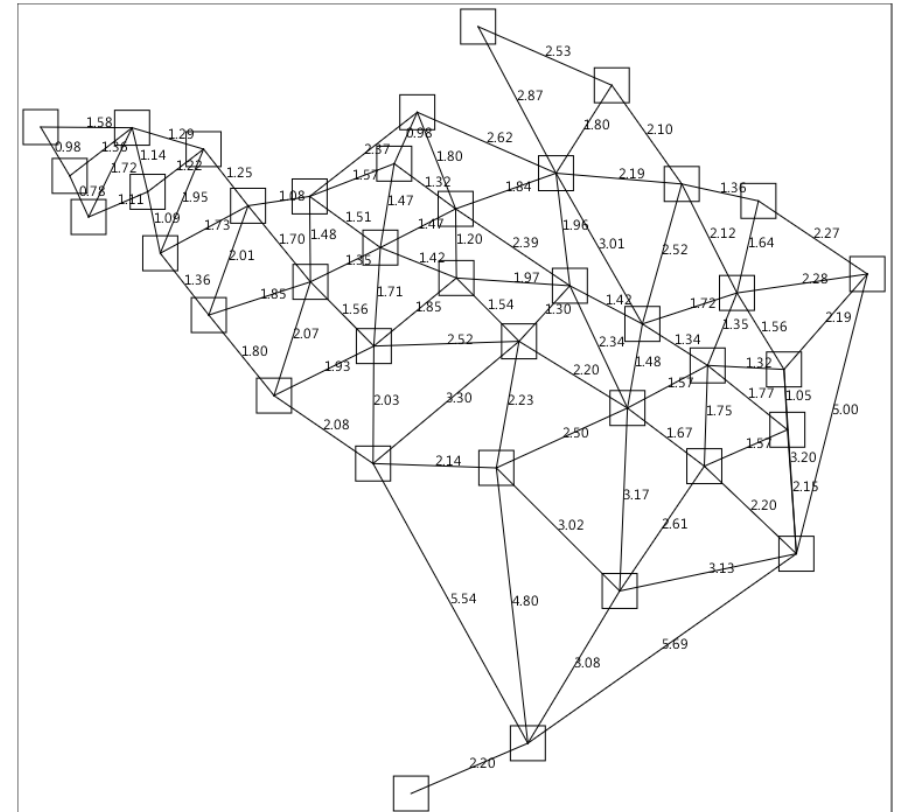


Model na poziomie dzielnicy

Bromley



Węzły siatki

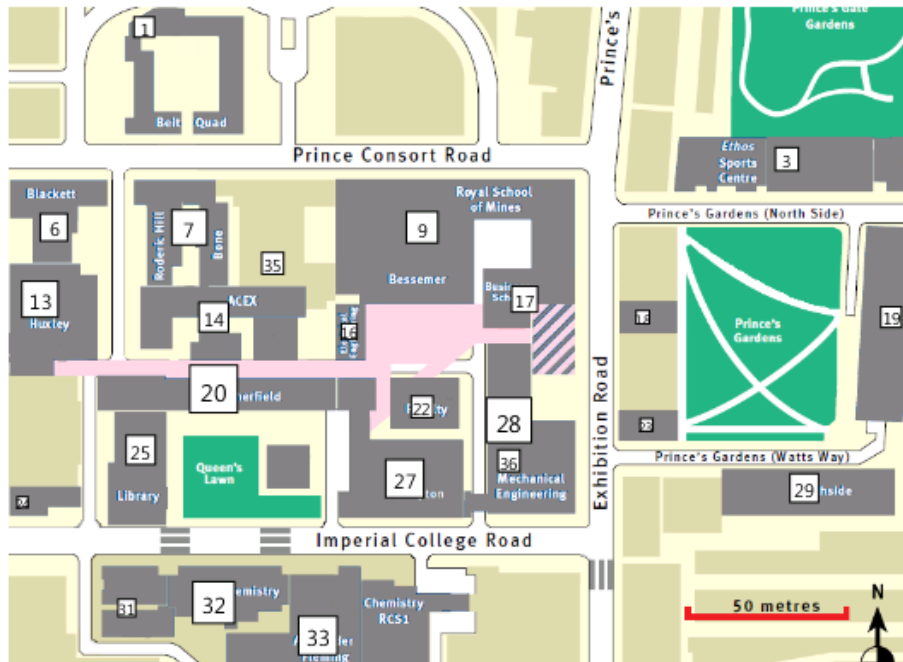


Sieć

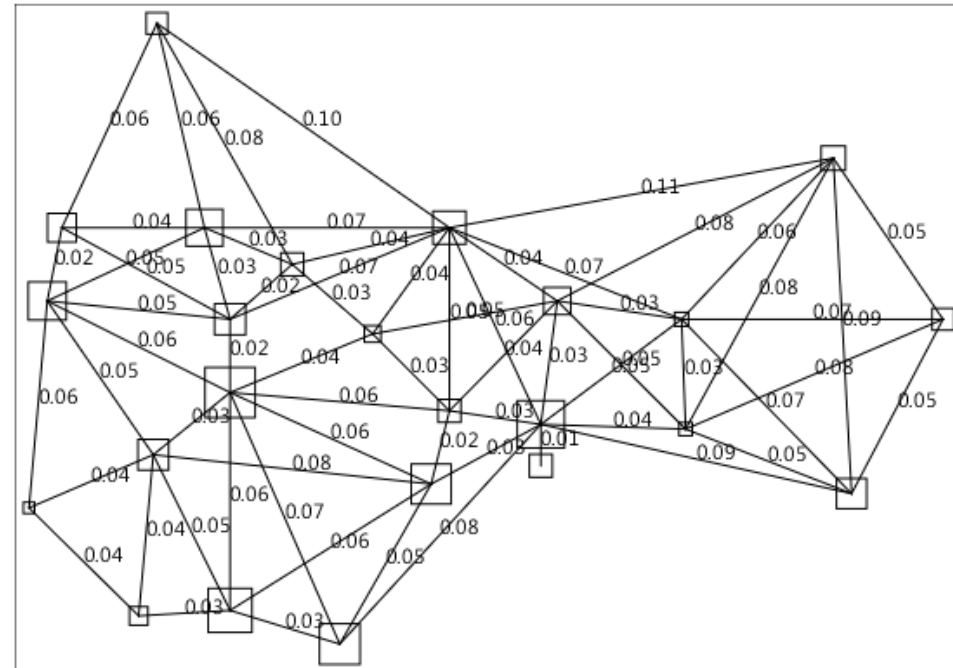


Model na poziomie ulicy

Imperial College, Kampus Kensington Południe



Węzły siatki



Sieć



Metody systemowe i ich wyniki

- Model holistyczny (całościowy)
 - Łączy aspekty ekonomiczne, środowiskowe i technologiczne
- Ocena wariantów produkcji energii
 - Odnawialny, poli-generacja, kaskadowy, odzysk ciepła
 - Zdobywanie wiedzy i usprawnienia technologii
- Dane ilościowe
 - ekonomiczne
 - Wpływ środowiskowy
- Modele biznesowe i polityka
 - Taryfy, rabaty, cele emisyjne



Decyzje na podstawie modelu

- Wybór technologii, rozmiaru, lokalizacji
- Rozmiar
 - Konieczność zaspokojenia obciążeń szczytowych, działanie w częściowym obciążeniu poza szczytem
 - Duże zakłady: Budowa na zewnątrz sieci ciepłowniczej, z dala od pierwotnej lokalizacji zapotrzebowania
 - Małe zakłady: Blisko wielu lokalizacji zapotrzebowania
- Cele emisyjne
 - Biomasa vs gaz, Odnawialne
- Kogeneracja, energia elektryczna, chłód
 - Import energii vs lokalna generacja
 - Przychody z eksportu energii elektrycznej
 - Zapotrzebowanie pomp ciepła na energię elektryczną



Decyzje na podstawie modelu (c.d.)

- Zapewniają opłacalność:
 - Wystarczające możliwości produkcyjne i dystrybucyjne
 - Zaspokojenie zapotrzebowania na energię w każdym miejscu i czasie
 - Wybór obciążenia dla każdej technologii produkcji w każdym okresie czasowym
 - Spełnienie limitów emisyjnych
- Optymalizacja
 - Minimalizacja kosztów (operacyjnych, emisji, dopłat, inwestycyjnych)
 - Maksymalizacja zysków

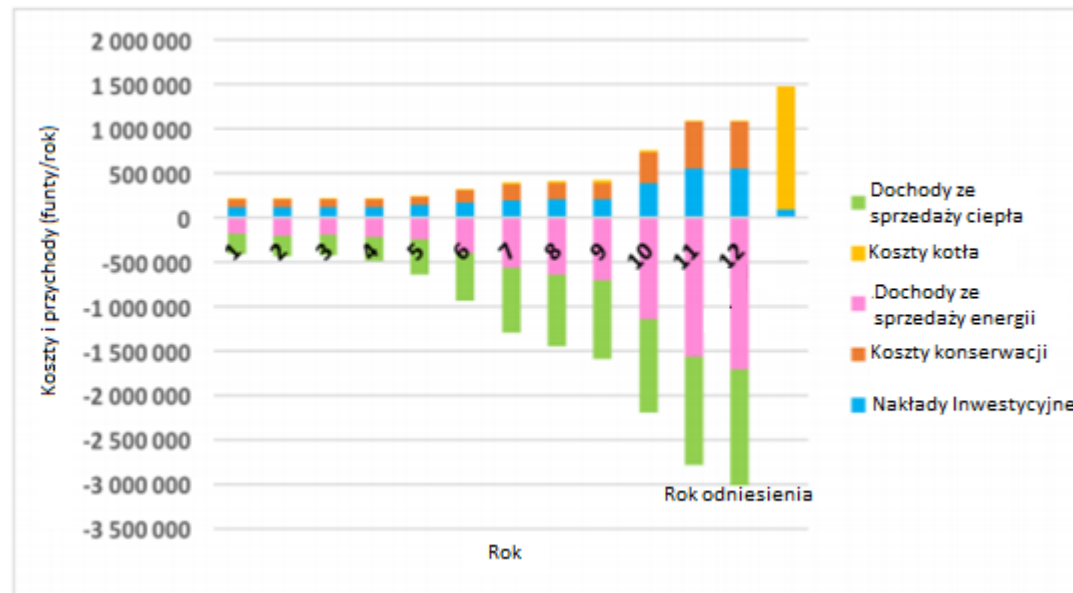


Ramy czasowe: Krótkie okresy

- Krótkookresowe ramy czasowe można wykorzystać do analizy wpływu krótkookresowych wahań parametrów modelu
 - Godzinne, dzienne i sezonowe wahania w zapotrzebowaniu na energię
 - Godzinne wahania cen energii elektrycznej
 - Sezonowe wahania cen gazu i biomasy
 - Wahania w czynnikach emisyjności sieci w zależności od obciążenia
- Uproszczenia w pierwotnym modelu
 - Ograniczona liczba reprezentatywnych okresów czasu
 - Obciążenia szczytowe $\leftrightarrow$ Koszty inwestycyjne
 - Średnie obciążenia $\leftrightarrow$ Koszty operacyjne
 - Uśrednione ceny, współczynniki emisyjności odpowiednie dla długości okresu planowania



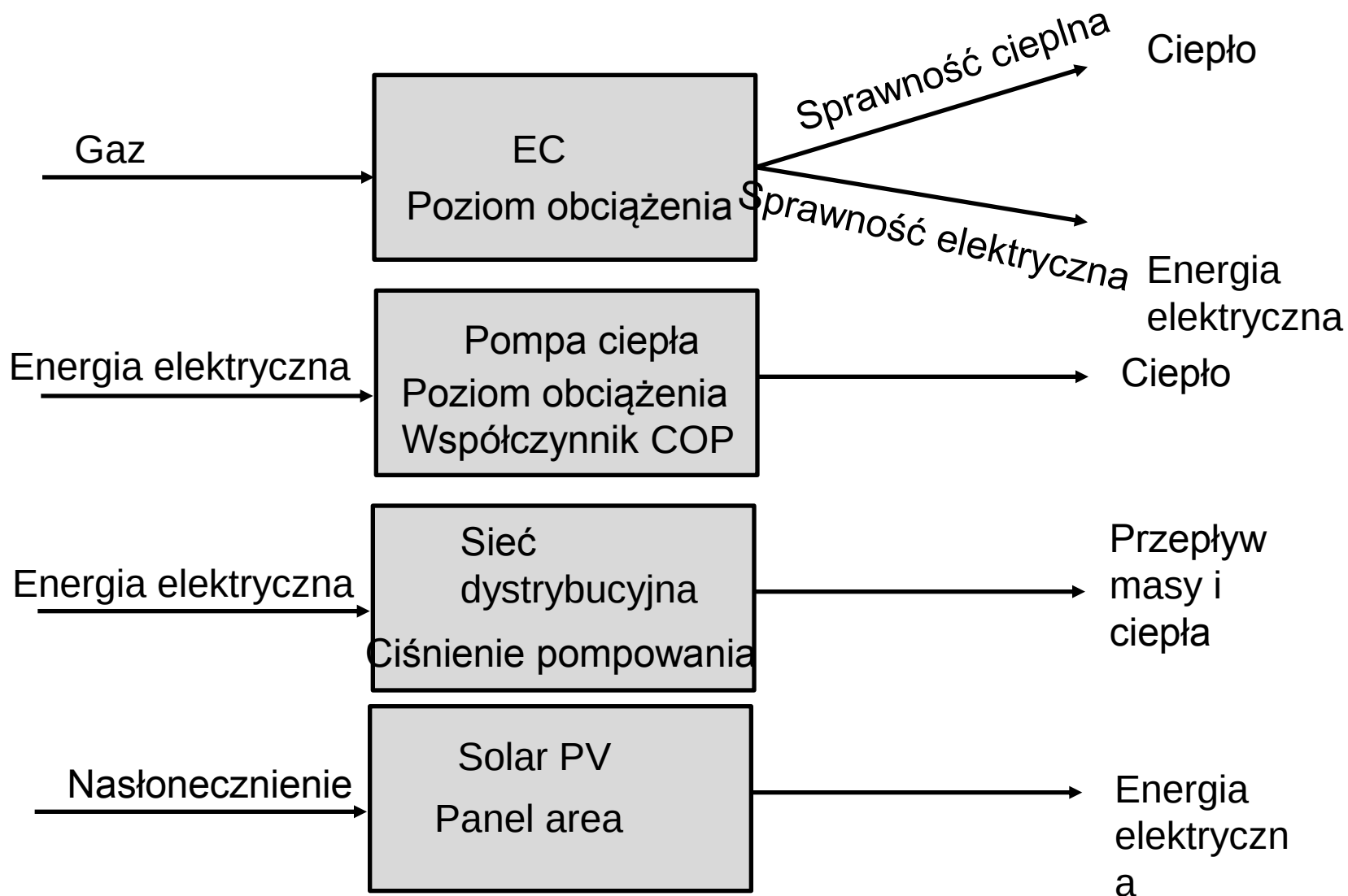
Ramy Czasowe: Długookresowe



- Długie okresy czasu (np. rok, dekada) można wykorzystać do analizy inwestycji etapowych, uwzględniając długookresowe wahania ceny gazu, zapotrzebowania na ciepło i współczynników emisyjnych
- Pojedynczy okres inwestycyjny z rozłożonymi na lata kosztami inwestycyjnymi

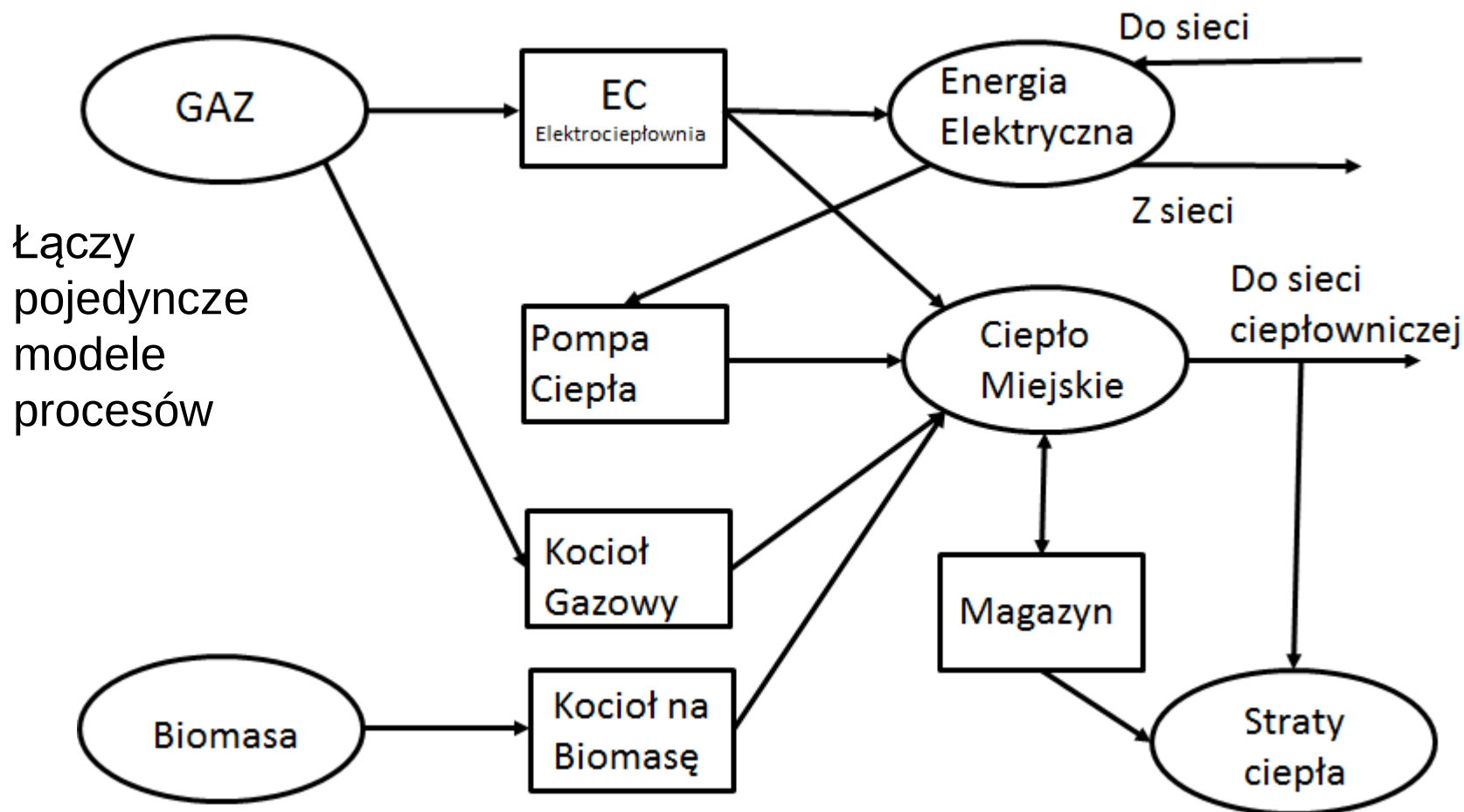


Modele pojedynczych procesów





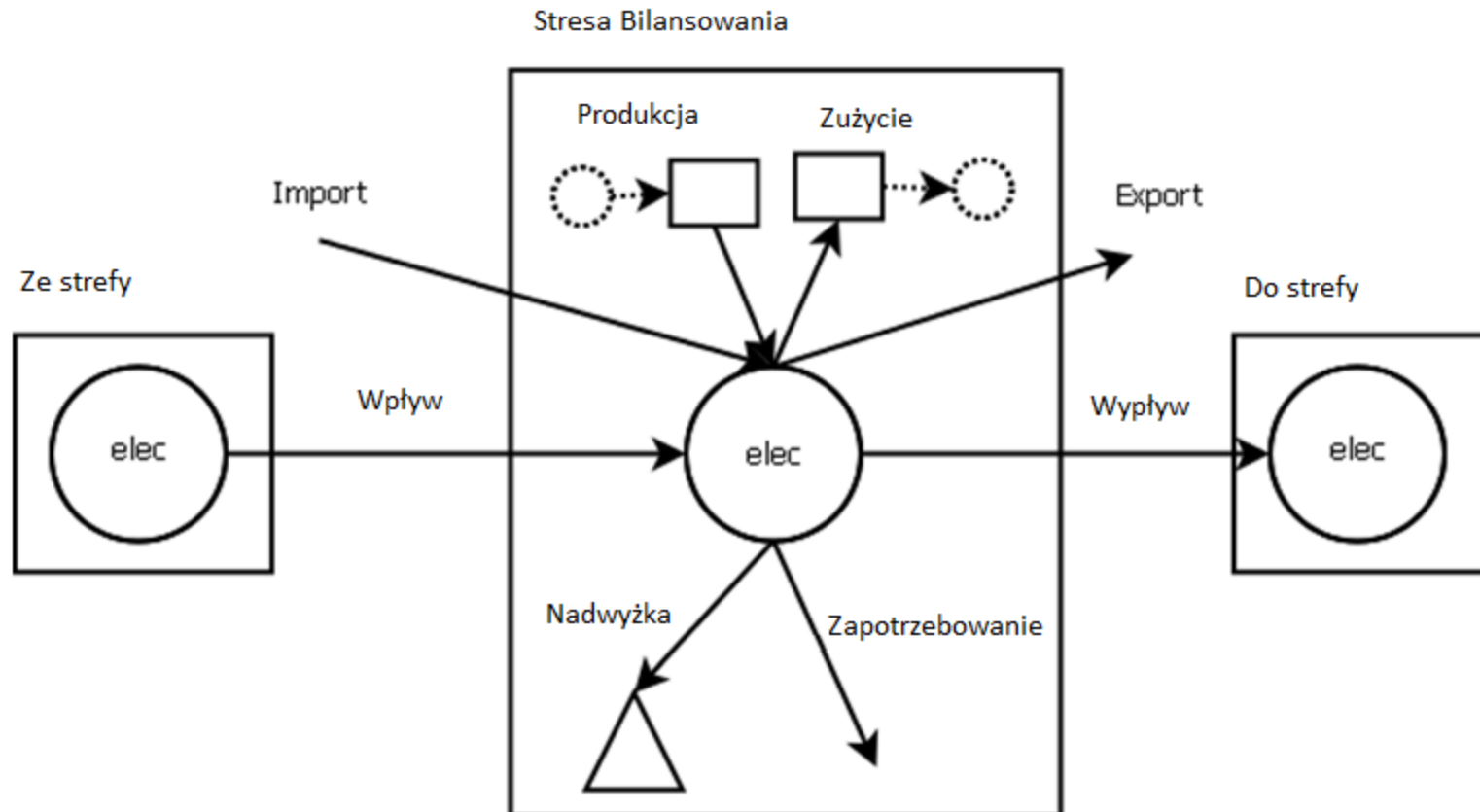
Ogólny model procesu



Centrum energii, Sieć Ciepłownicza Barkantine



Połączenie modelu przestrzennego i procesowego





Wymagane dane

- Ekonomiczne
 - Ceny importu i eksportu, koszty operacyjne, taryfy, koszty inwestycyjne
 - Annuity factor (period, rate)
- Czynniki środowiskowe
 - Gazy Cieplarniane, Other (NO_x , PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$)
- Technologiczne
 - Współczynniki konwersji, minima i maksima techniczne
- Przestrzenne
 - Ograniczenia lokalizacyjne (pozwolenia)
 - Istniejące zakłady



Wymagane dane - zasoby

Właściwość	Wartość
Zasób	Gaz
Koszt importu	0.0269 kGBP/MWh
Cena eksportu	-
Maksymalna ilość lokalizacji importu	2
Maksymalna ilość lokalizacji eksportu	0
Maks. Import	10 MW
Maks. Eksport	-
Emisje Gazów cieplarnianych	0.18455 t CO ₂ e/MWh
Wymaga nowej infrastruktury	Nie
Uwzględnić w modelu	tak



Wymagane dane – Infrastruktura

Własność	Wartość
Typ sieci	Sieć ciepłownicza
Transportowany zasób	Ciepło miejskie
Koszt inwestycyjny	0.35 kGBP/m
Koszt obsługi	0.011 kGBP/m
Okres amortyzacji	15 lat
Stopa dyskonta	6 %
Minimalna przepustowość transportu	0 MW
Maksymalna przepustowość transportu	10 MW
Koszty transportu	1.1e-8 kGBP/(m MWh)
Emisje wynikające z transportu	0 t CO2e/m MWh)



Wymagane dane – rodzaje technologii

Własność	Wartość	Dane wsadowe		Wyniki	
Typ technologii	Małe EC	Rodzaj	Strumień	Rodzaj	Strumień
Koszty inwestycyjne	173 kGBP	Gaz	2.933	En. El.	1.0
Koszty obsługi	21 kGBP			Ciepło	1.619
Okres amortyzacji	15 lar			Strata ciepła	0.314
Stopa dyskonta	6 %				
Minimum techniczne	0.040 MW				
Maksimum techniczne	0.135 MW				
Koszty operacyjne	0 kGBP/MWh				
Emisje	0 tCO ₂ e/MWh				



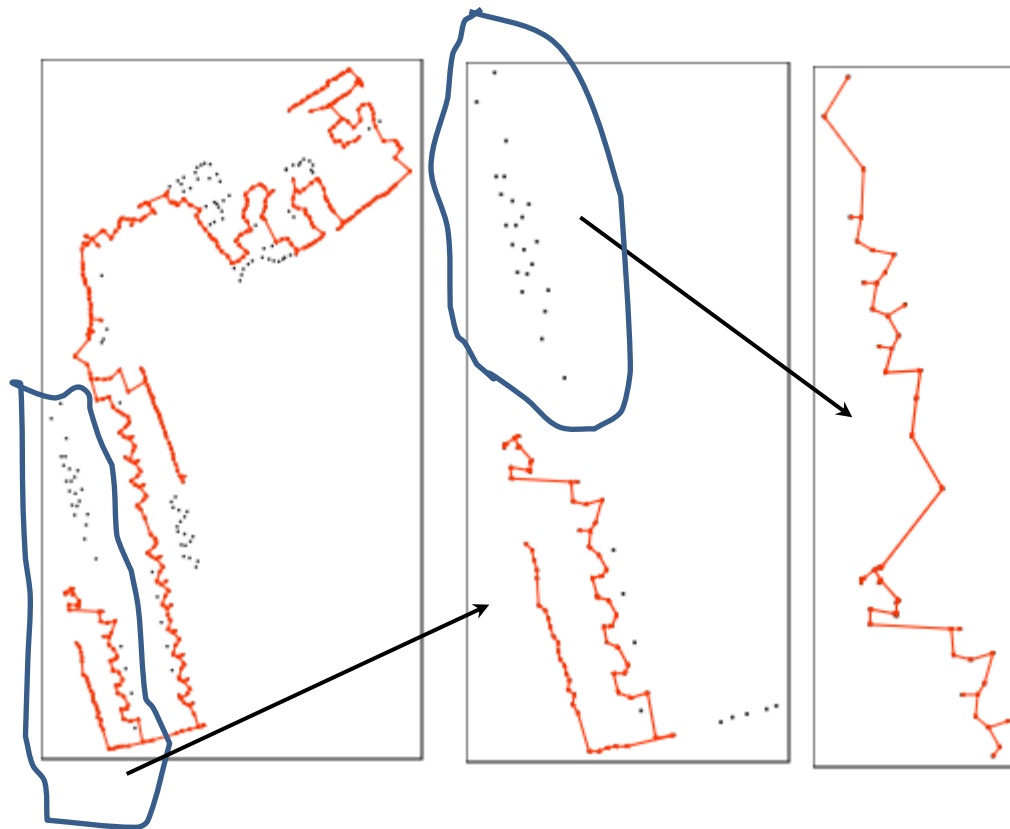
Modele oparte na Mapie Ciepła



Konstrukcja sieci przestrzennej w oparciu o mapę, z szacunkami zapotrzebowania dla modelu systemu energetycznego



Modele oparte na Mapie Ciepła



Określenie preferowanych miejsc rozwoju sieci ciepłowniczej
Interaktywny wybór obszarów do szczegółowej analizy



Scenariusze

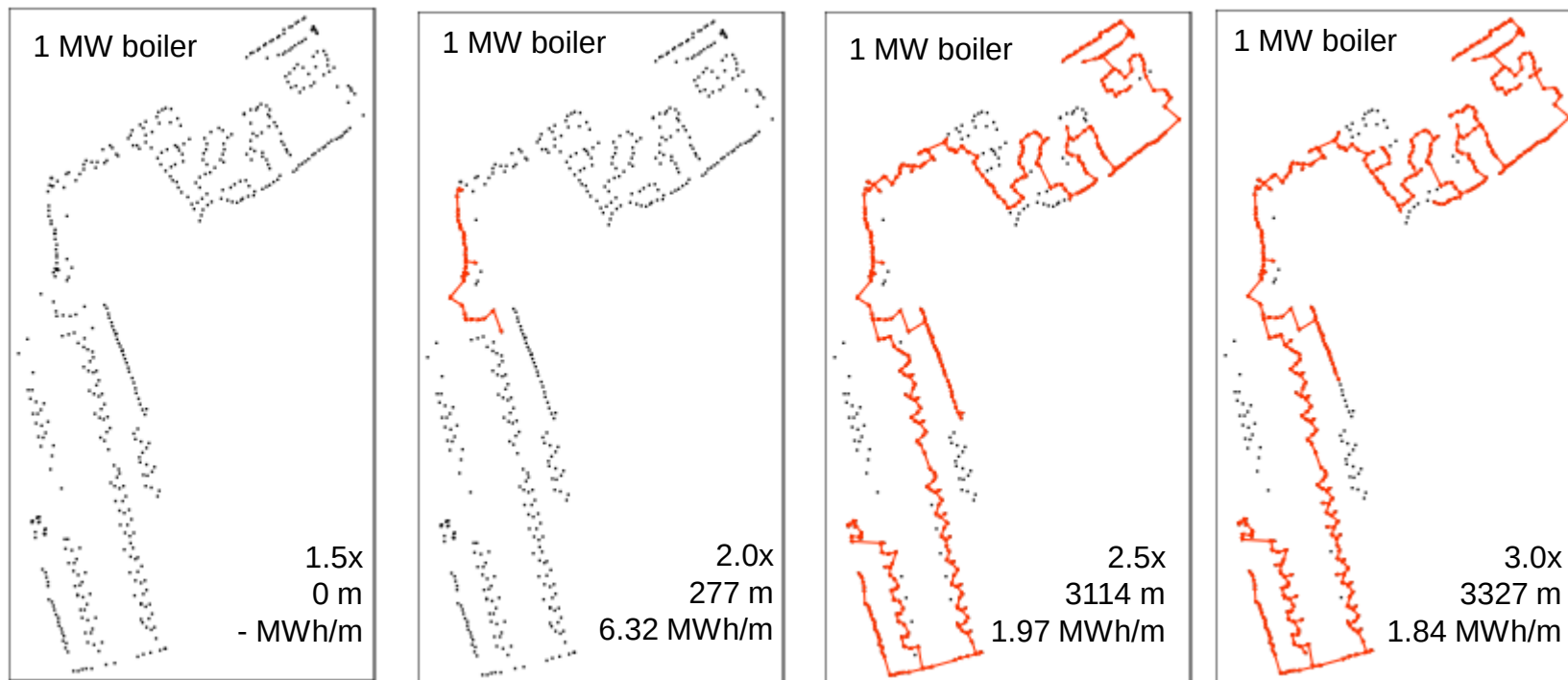
- Porównanie scenariuszy o różnych założeniach
- Cena zakupu paliwa
- Cena sprzedaży ciepłą i energii elektrycznej
- Alternatywne technologie produkcyjne
 - Rodzaj technologii
 - Np. Kocioł, pompa ciepła, EC
 - Skala Zakładu
 - Wybór paliwa
 - Np. gaz, biomasa



Scenariusze ceny ciepła

Taryfa ciepłownicza

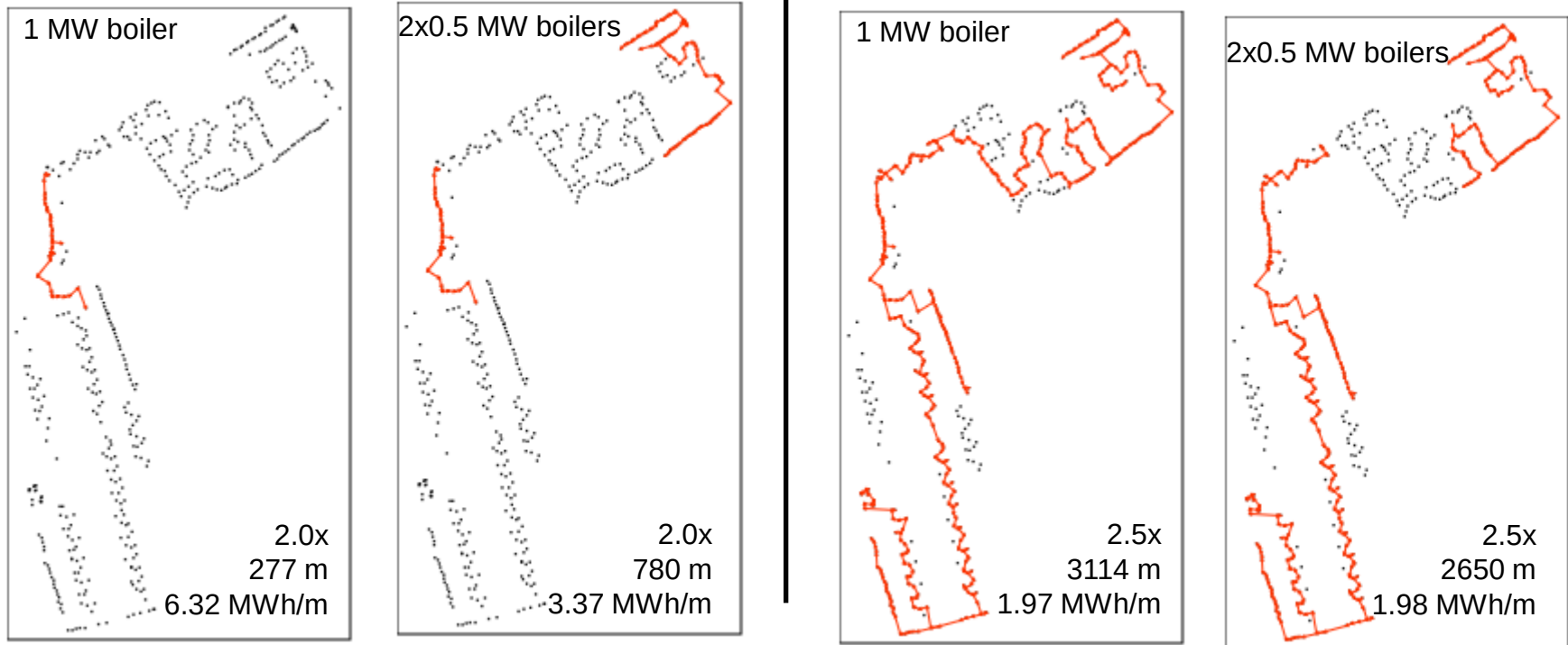
Projektowana długość sieci



Liniowe zagęszczenie przyłączanych odbiorców

Scenariusze rozmiaru kotła

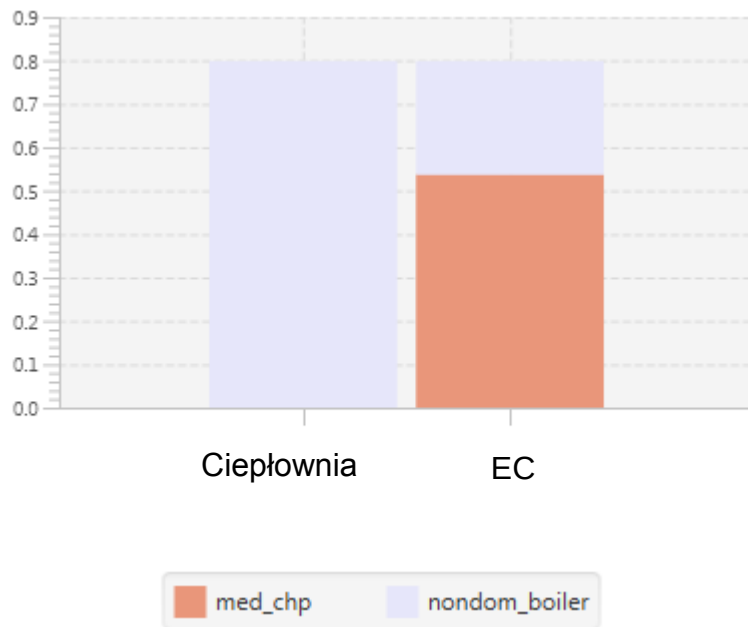
Taryfa ciepłownicza



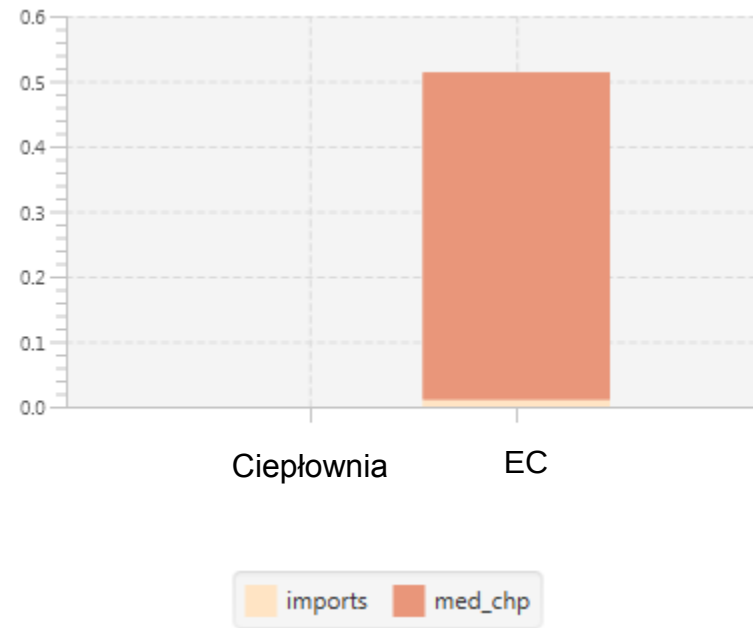


Scenariusze produkcji

Produkcja ciepła sieciowego (MW)



Produkcja energii elektrycznej (MW)





Podsumowanie

- Transferowalny model oparty na sieci
 - Może być zastosowany do miast o różnym zaawansowaniu technologicznym, kwestiach środowiskowych i ekonomicznych
 - Dane w modelu powinny być kalibrowane tak, aby odzwierciedlać warunki lokalne
 - Dostosowanie poziomu szczegółowości do skali systemu
 - Miasto ↔ Dzielnica ↔ Ulica
- Modele oparte na Mapie Ciepła
 - Interaktywne tworzenie sieci przestrzennych
 - Szacowanie zapotrzebowania na ciepło
 - Potencjalne lokalizacje zakładów



2.3 System modelowania i optymalizacji zasobów ciepła

THERMOS Heat Network Editor untitled

Map x

Search...

Legend:

- ☒ Satellite
- ☐ Road Names
- ☐ Heatmap
- ☒ Candidates

Network candidates x

SELECTED	ADDRESS	TYPE	BUILDING...	SIZE	CONSTR...	COST
☒	B501 St Jo...	connection	B Road		required	costly
☒		connection	Building co...		required	costly
☒		connection	Building co...		required	costly
☒		connection	Restricted ...		required	costly
☒	A201 Farri...	connection	A Road		required	costly
☒	Woodbridg...	connection	Local Road		required	costly
☒	Turnmill St...	connection	Local Road		required	costly
☒	Farringdon...	connection	Local Road		required	costly
☒	Dufferin St...	connection	Local Road		required	costly

Selection x Filters x

661 candidates selected

Type: connection 489 x demand 172 x

Category: unknown 18 x Commercial Offices 17 x residential 6 x Health 1 x + SHOW 22 MORE...

Postcode: unknown 534 x EC1R 3DA 1 x EC1V 8AB 1 x EC1R 0EX 1 x + SHOW 117 MORE...

Leaflet | Tiles © Esri — Source: Esri, i-cubed, USDA, USGS, AEX, GeoEye, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, UPR-EGP, and the GIS User Community



Spis treści

Trzecia część część tego modułu skupi się na:

- Koncepcji
- Metodyce
- Możliwościach aplikacji
- Wymaganych danych i zasobach



Wyzwanie...

Identyfikacja, analiza i porównywanie ***s konkretnych wariantów systemów ciepłowniczych w prawdziwych miastach...***

- Robiona jest ręcznie przy użyciu zrobionych na zamówienie narzędzi
- Opracowania są kosztowne
- Ograniczona zdolność podejmowania analiz
- Brak przejrzystości i spójności w wykorzystywanych metodach
- Niewielkie lub brak budowania potencjału w organach publicznych



Rozwiązanie...?

THERMOS

- **Narzędzie wspierania decyzji dla planistów**, łączące dane i modele dotyczące systemu energetycznego w przystępną dla użytkownika aplikację internetową
- Dostosowane do prawdziwych warunków pracy planistów, aby usprawnić planowanie sieci ciepłowniczych



Rozwiązanie... ?

THERMOS

Główne cechy:

- Uwzględnia szeroki zasób źródeł energii (w tym ciepło odpadowe z infrastruktury transportowej)
- Wykorzystuje modelowanie zapotrzebowania, tworząc mapy systemu energetycznego na poziomie ulic (uwzględniając ciepło, chłód oraz elektryczność).
- Stosuje zaawansowane algorytmy do zamodelowania i analizy wariantów produkcji i dystrybucji energii
- Przetestowane w ośmiu miastach (pilotażowych i replikacyjnych)



Projekt aplikacji

Użytkownicy w miastach pilotażowych i replikacyjnych określili zainteresowanie we wspieraniu wybranych czynności, w związku z czym aplikacja THERMOS projektowana jest tak, aby umożliwić:

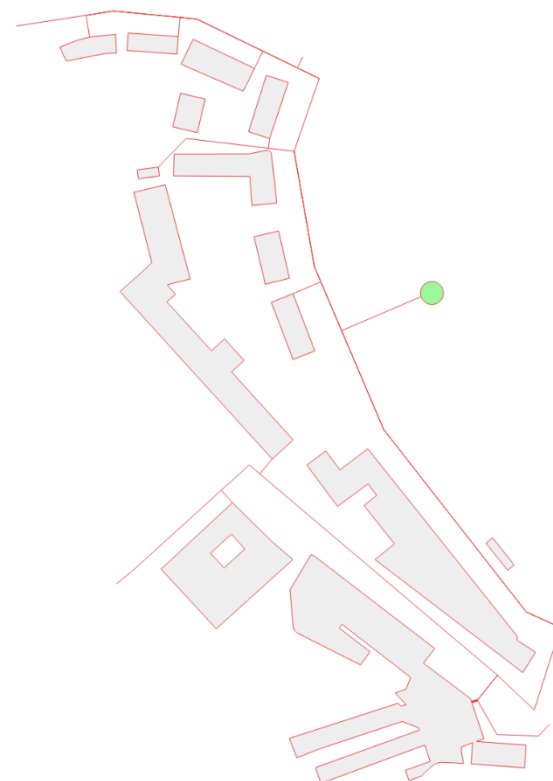
1. Dodawanie nowych obszarów i połączeń do istniejącej sieci
2. Projektowanie nowej sieci zawierającej istniejące źródło energii
3. Projektowanie nowej sieci aby zasilić dane tereny zabudowane przy wykorzystaniu jednego lub kilku źródeł energii
4. Ocenę i porównanie działania konkretnych wariantów sieci/braku sieci



Co w zasadzie daje THERMOS?

Aplikacja THERMOS określa najlepsze rozwiązanie w oparciu o dostępne źródła energii, zapotrzebowania, trasy dystrybucyjne:

Po prawo – rozwiązaniem jest producentów energii podłączonych do odbiorców energii.





Definiowanie zapytania

Często jest wiele możliwych wariantów. Pojawia się wątpliwość, które źródła i zapotrzebowania połączyć w wykonalny system?

To są decyzje, w których THERMOS wspiera swoich użytkowników.

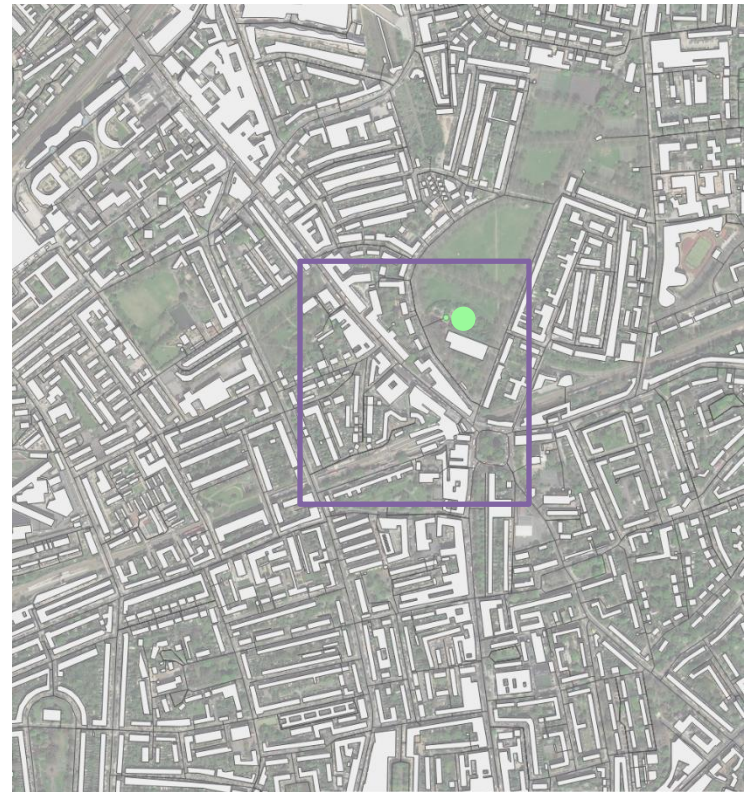




Definiowanie zapytania

Często jest wiele możliwych wariantów. Pojawia się wątpliwość, które źródła i zapotrzebowania połączyć w wykonalny system?

To są decyzje, w których THERMOS wspiera swoich użytkowników.

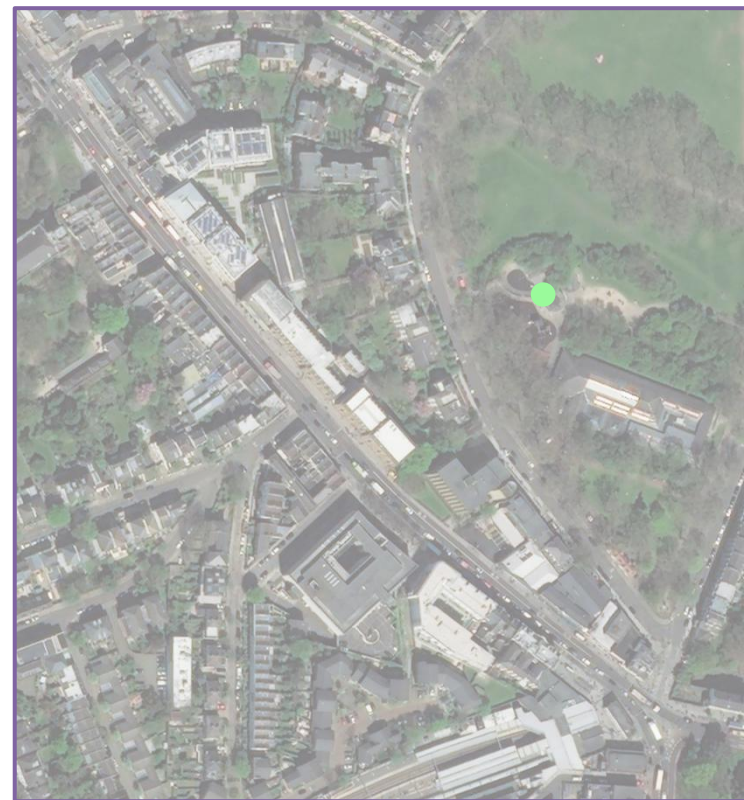




Definiowanie zapytania

Często jest wiele możliwych wariantów. Pojawia się wątpliwość, które źródła i zapotrzebowania połączyć w wykonalny system?

To są decyzje, w których THERMOS wspiera swoich użytkowników.





Definiowanie zapytania

Często jest wiele możliwych wariantów. Pojawia się wątpliwość, które źródła i zapotrzebowania połączyć w wykonalny system?

To są decyzje, w których THERMOS wspiera swoich użytkowników.





Definiowanie zapytania

Często jest wiele możliwych wariantów. Pojawia się wątpliwość, które źródła i zapotrzebowania połączyć w wykonalny system?

To są decyzje, w których THERMOS wspiera swoich użytkowników.

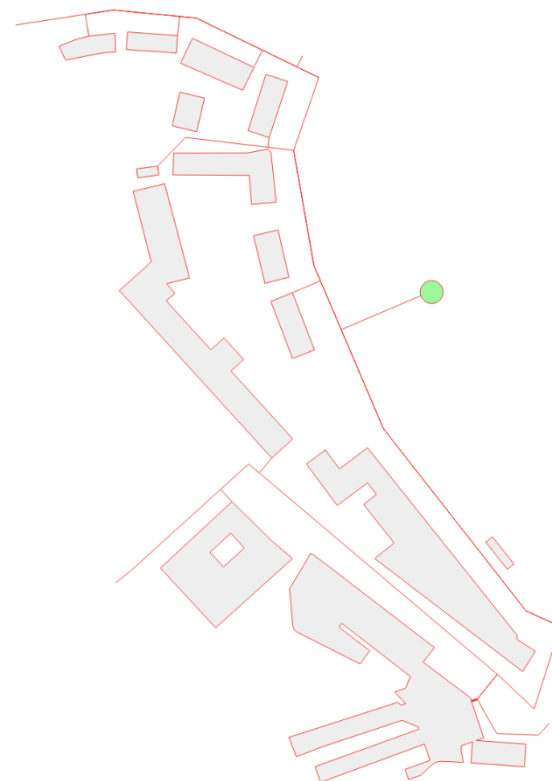




Definiowanie zapytania

Często jest wiele możliwych wariantów. Pojawia się wątpliwość, które źródła i zapotrzebowania połączyć w wykonalny system?

To są decyzje, w których THERMOS wspiera swoich użytkowników.





Struktura zapytania

Zapytanie, w aplikacji THERMOS składa się z elementów, które mogą bądź muszą znajdować się w proponowanym rozwiązaniu.

Rodzaje elementów:



dbiorca energii – z reguły budynek

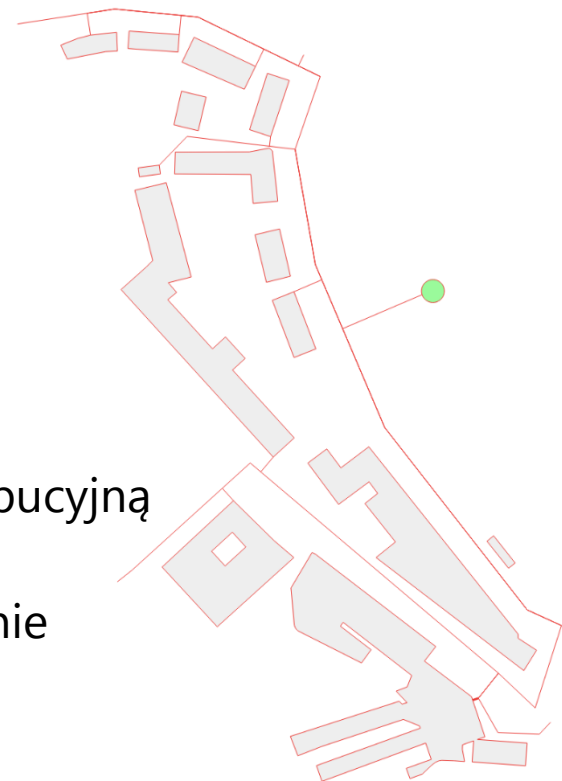


Źródło energii – EC, kocioł, pompa ciepła



Połączenia – łączą się ze sobą tworząc sieć dystrybucyjną

Ponadto – należy określić, co znaczy „**najlepsze**” rozwiązanie





Struktura zapytania

Słowo „najlepsze” określa, które cechy należy optymalizować w modelu systemu energetycznego. Na przykład można oczekiwać wariantów o wskaźniku:

- Najwyższej wartości bieżącej netto(NPV)
- Najniższych kosztów inwestycyjnych (CAPEX)
- Najniższych emisjach
- Najwyższym pokryciu zapotrzebowania
- (pozostałe kryteria)



Uzyskiwanie odpowiedzi

Po otrzymaniu odpowiednio sformułowanego zapytania, aplikacja utworzy opis rozwiązania, zawierający elementy takie jak:

- koszty (inwestycja, paliwo, NPV)
- Wsad paliwa, uzysk ciepła
- Emisje
- Lista i mapa obszarów (produkcja i odbiór) i połączenia
- Wybrane szczegóły właściwości każdego obszaru i połączenia

Podsumowanie

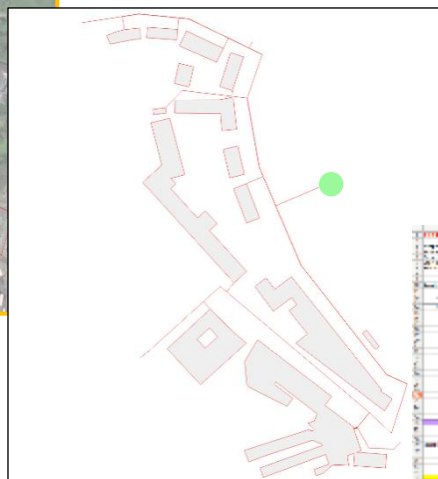
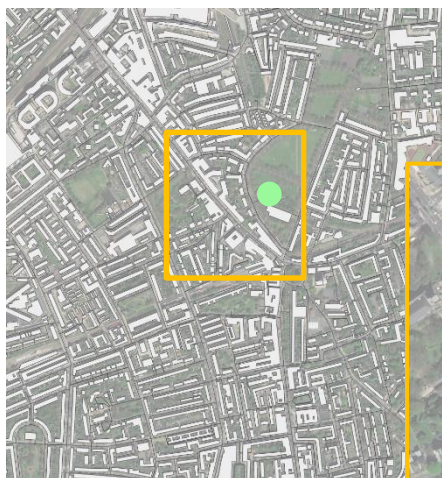


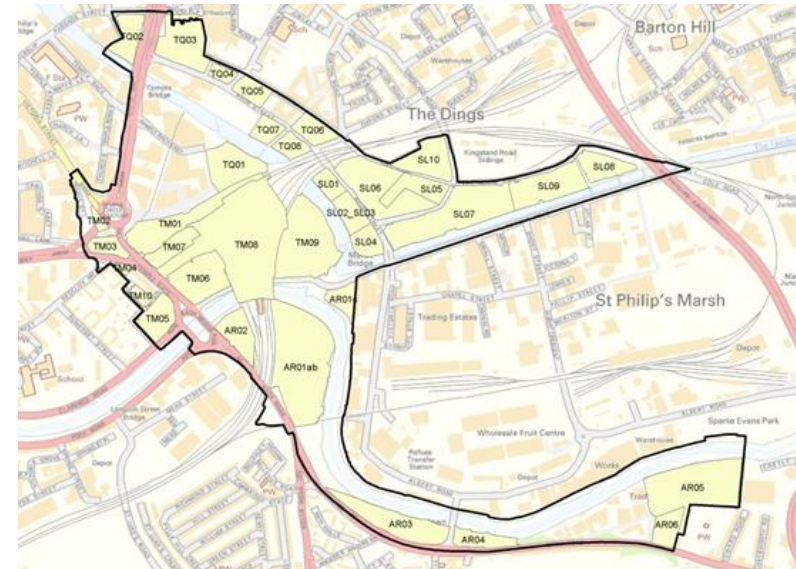
Tabela 1. Parametry techniczne i ekonomiczne dla poszczególnych źródeł ciepła				Tabela 2. Parametry techniczne i ekonomiczne dla poszczególnych źródeł ciepła			
Źródło	Typ	Opis	Wartość	Źródło	Typ	Opis	Wartość
1	W	Woda	1000000	1	W	Woda	1000000
2	W	Woda	1000000	2	W	Woda	1000000
3	W	Woda	1000000	3	W	Woda	1000000
4	W	Woda	1000000	4	W	Woda	1000000
5	W	Woda	1000000	5	W	Woda	1000000
6	W	Woda	1000000	6	W	Woda	1000000
7	W	Woda	1000000	7	W	Woda	1000000
8	W	Woda	1000000	8	W	Woda	1000000
9	W	Woda	1000000	9	W	Woda	1000000
10	W	Woda	1000000	10	W	Woda	1000000
11	W	Woda	1000000	11	W	Woda	1000000
12	W	Woda	1000000	12	W	Woda	1000000
13	W	Woda	1000000	13	W	Woda	1000000
14	W	Woda	1000000	14	W	Woda	1000000
15	W	Woda	1000000	15	W	Woda	1000000
16	W	Woda	1000000	16	W	Woda	1000000
17	W	Woda	1000000	17	W	Woda	1000000
18	W	Woda	1000000	18	W	Woda	1000000
19	W	Woda	1000000	19	W	Woda	1000000
20	W	Woda	1000000	20	W	Woda	1000000
21	W	Woda	1000000	21	W	Woda	1000000
22	W	Woda	1000000	22	W	Woda	1000000
23	W	Woda	1000000	23	W	Woda	1000000
24	W	Woda	1000000	24	W	Woda	1000000
25	W	Woda	1000000	25	W	Woda	1000000
26	W	Woda	1000000	26	W	Woda	1000000
27	W	Woda	1000000	27	W	Woda	1000000
28	W	Woda	1000000	28	W	Woda	1000000
29	W	Woda	1000000	29	W	Woda	1000000
30	W	Woda	1000000	30	W	Woda	1000000
31	W	Woda	1000000	31	W	Woda	1000000
32	W	Woda	1000000	32	W	Woda	1000000
33	W	Woda	1000000	33	W	Woda	1000000
34	W	Woda	1000000	34	W	Woda	1000000
35	W	Woda	1000000	35	W	Woda	1000000
36	W	Woda	1000000	36	W	Woda	1000000
37	W	Woda	1000000	37	W	Woda	1000000
38	W	Woda	1000000	38	W	Woda	1000000
39	W	Woda	1000000	39	W	Woda	1000000
40	W	Woda	1000000	40	W	Woda	1000000
41	W	Woda	1000000	41	W	Woda	1000000
42	W	Woda	1000000	42	W	Woda	1000000
43	W	Woda	1000000	43	W	Woda	1000000
44	W	Woda	1000000	44	W	Woda	1000000
45	W	Woda	1000000	45	W	Woda	1000000
46	W	Woda	1000000	46	W	Woda	1000000
47	W	Woda	1000000	47	W	Woda	1000000
48	W	Woda	1000000	48	W	Woda	1000000
49	W	Woda	1000000	49	W	Woda	1000000
50	W	Woda	1000000	50	W	Woda	1000000
51	W	Woda	1000000	51	W	Woda	1000000
52	W	Woda	1000000	52	W	Woda	1000000
53	W	Woda	1000000	53	W	Woda	1000000
54	W	Woda	1000000	54	W	Woda	1000000
55	W	Woda	1000000	55	W	Woda	1000000
56	W	Woda	1000000	56	W	Woda	1000000
57	W	Woda	1000000	57	W	Woda	1000000
58	W	Woda	1000000	58	W	Woda	1000000
59	W	Woda	1000000	59	W	Woda	1000000
60	W	Woda	1000000	60	W	Woda	1000000
61	W	Woda	1000000	61	W	Woda	1000000
62	W	Woda	1000000	62	W	Woda	1000000
63	W	Woda	1000000	63	W	Woda	1000000
64	W	Woda	1000000	64	W	Woda	1000000
65	W	Woda	1000000	65	W	Woda	1000000
66	W	Woda	1000000	66	W	Woda	1000000
67	W	Woda	1000000	67	W	Woda	1000000
68	W	Woda	1000000	68	W	Woda	1000000
69	W	Woda	1000000	69	W	Woda	1000000
70	W	Woda	1000000	70	W	Woda	1000000
71	W	Woda	1000000	71	W	Woda	1000000
72	W	Woda	1000000	72	W	Woda	1000000
73	W	Woda	1000000	73	W	Woda	1000000
74	W	Woda	1000000	74	W	Woda	1000000
75	W	Woda	1000000	75	W	Woda	1000000
76	W	Woda	1000000	76	W	Woda	1000000
77	W	Woda	1000000	77	W	Woda	1000000
78	W	Woda	1000000	78	W	Woda	1000000
79	W	Woda	1000000	79	W	Woda	1000000
80	W	Woda	1000000	80	W	Woda	1000000
81	W	Woda	1000000	81	W	Woda	1000000
82	W	Woda	1000000	82	W	Woda	1000000
83	W	Woda	1000000	83	W	Woda	1000000
84	W	Woda	1000000	84	W	Woda	1000000
85	W	Woda	1000000	85	W	Woda	1000000
86	W	Woda	1000000	86	W	Woda	1000000
87	W	Woda	1000000	87	W	Woda	1000000
88	W	Woda	1000000	88	W	Woda	1000000
89	W	Woda	1000000	89	W	Woda	1000000
90	W	Woda	1000000	90	W	Woda	1000000
91	W	Woda	1000000	91	W	Woda	1000000
92	W	Woda	1000000	92	W	Woda	1000000
93	W	Woda	1000000	93	W	Woda	1000000
94	W	Woda	1000000	94	W	Woda	1000000
95	W	Woda	1000000	95	W	Woda	1000000
96	W	Woda	1000000	96	W	Woda	1000000
97	W	Woda	1000000	97	W	Woda	1000000
98	W	Woda	1000000	98	W	Woda	1000000
99	W	Woda	1000000	99	W	Woda	1000000
100	W	Woda	1000000	100	W	Woda	1000000
101	W	Woda	1000000	101	W	Woda	1000000
102	W	Woda	1000000	102	W	Woda	1000000
103	W	Woda	1000000	103	W	Woda	1000000
104	W	Woda	1000000	104	W	Woda	1000000
105	W	Woda	1000000	105	W	Woda	1000000
106	W	Woda	1000000	106	W	Woda	1000000
107	W	Woda	1000000	107	W	Woda	1000000
108	W	Woda	1000000	108	W	Woda	1000000
109	W	Woda	1000000	109	W	Woda	1000000
110	W	Woda	1000000	110	W	Woda	1000000
111	W	Woda	1000000	111	W	Woda	1000000
112	W	Woda	1000000	112	W	Woda	1000000
113	W	Woda	1000000	113	W	Woda	1000000
114	W	Woda	1000000	114	W	Woda	1000000
115	W	Woda	1000000	115	W	Woda	1000000
116	W	Woda	1000000	116	W	Woda	1000000
117	W	Woda	1000000	117	W	Woda	1000000
118	W	Woda	1000000	118	W	Woda	1000000
119	W	Woda	1000000	119	W	Woda	1000000
120	W	Woda	1000000	120	W	Woda	1000000
121	W	Woda	1000000	121	W	Woda	1000000
122	W	Woda	1000000	122	W	Woda	1000000
123	W	Woda	1000000	123	W	Woda	1000000
124	W	Woda	1000000	124	W	Woda	1000000
125	W	Woda	1000000	125	W	Woda	1000000
126	W	Woda	1000000	126	W	Woda	1000000
127	W	Woda	1000000	127	W	Woda	1000000
128	W	Woda	1000000	128	W	Woda	1000000
129	W	Woda	1000000	129	W	Woda	1000000
130	W	Woda	1000000	130	W	Woda	1000000
131	W	Woda	1000000	131	W	Woda	1000000
132	W	Woda	1000000	132	W	Woda	1000000
133	W	Woda	1000000	133	W	Woda	1000000
134	W	Woda	1000000	134	W	Woda	1000000
135	W	Woda	1000000	135	W	Woda	1000000
136	W	Woda	1000000	136	W	Woda	1000000
137	W	Woda	1000000	137	W	Woda	1000000
138	W	Woda	1000000	138	W	Woda	1000000
139	W	Woda	1000000	139	W	Woda	1000000
140	W	Woda	1000000	140	W	Woda	1000000
141	W	Woda	1000000	141	W	Woda	1000000
142	W	Woda	1000000	142	W	Woda	1000000
143	W	Woda	1000000	143	W	Woda	1000000
144	W	Woda	1000000	144	W	Woda	1000000
145	W	Woda	1000000	145	W	Woda	1000000
146	W	Woda	1000000	146	W	Woda	1000000
147	W	Woda	1000000	147	W	Woda	1000000
148	W	Woda	1000000	148	W	Woda	1000000
149	W	Woda	1000000	149	W	Woda	1000000
150	W	Woda	1000000	150	W	Woda	1000000
151	W	Woda	1000000	151	W	Woda	1000000
152	W	Woda	1000000	152	W	Woda	1000000
153	W	Woda	1000000	153	W	Woda	1000000
154	W	Woda	1000000	154	W	Woda	1000000
155	W	Woda	1000000	155	W	Woda	1000000
156	W	Woda	1000000	156	W	Woda	1000000
157	W	Woda	1000000	157	W	Woda	1000000
158	W	Woda	1000000	158	W	Woda	1000000
159	W	Woda	1000000	159	W	Woda	1000000
160	W	Woda	1000000	160	W	Woda	1000000
161	W	Woda	1000000	161	W	Woda	1000000
162	W	Woda	1000000	162	W	Woda	1000000
163	W	Woda	1000000	163	W	Woda	1000000
164	W	Woda	1000000	164	W	Woda	1000000
165	W	Woda	1000000	165	W	Woda	1000000
166	W	Woda	1000000	166	W	Woda	1000000
167	W	Woda	1000000	167	W	Woda	1000000
168	W	Woda	1000000	168	W	Woda	1000000
169	W	Woda	1000000	169	W	Woda	1000000
170	W	Woda	1000000	170	W	Woda	1000000
171	W	Woda	1000000	171	W	Woda	1000000
172	W	Woda	1000000	172	W	Woda	1000000
173	W	Woda	1000000	173	W	Woda	1000000
174	W	Woda	1000000	174	W	Woda	1000000
175	W	Woda	1000000	175	W	Woda	1000000
176	W	Woda	1000000	176	W	Woda	1000000
177	W	Woda	1000000	177	W	Woda	1000000
178	W	Woda	1000000				



Wymagane dane

Aplikacja musi być wyposażona w dobrze zdefiniowany model systemu energetycznego oraz dużo danych. Duża część projektu składa się z budowania, porównania i łączenia poniższych informacji:

- Model optymalizacyjny systemu energetycznego
- Dane przestrzenne dotyczące budynków i dróg
- Szacunki wykorzystania energii dla wszystkich budynków...





Wymagane dane

Aplikacja musi być wyposażona w dobrze zdefiniowany model systemu energetycznego oraz dużo danych. Duża część projektu składa się z budowania, porównania i łączenia poniższych informacji:

- Szacunki kosztu budowy indywidualnych przyłączy
- Szacunki kosztów technologii
- Aplikacja łączy wszystkie powyższe informacje i pozwala zmieniać założenia w razie posiadania dokładnych informacji

Sector & phase		CO ₂ saving from RE installed [tonnes/yr]	Biomass boiler CAPEX	Heat pump CAPEX	Solar PV CAPEX	Solar hot water CAPEX	Gas CHP Capex
Existing domestic		147	£0	£268,200	£197,864	£30,127	—
Existing non-domestic		2,242	£1,803,425	£1,567,548	£1,080,728	£1,193,634	£1,273,546
Phase 1 (2013-2018)	Domestic	334	£115,605	£100,007	£444,571	£15,069	—
	Non-domestic	733	£240,671	£285,156	£1,097,129	£74,191	—
Phase 2 (2018-2023)	Domestic	1,189	£271,502	£111,538	£1,340,040	£28,311	—
	Non-domestic	1,529	£242,631	£859,980	£1,969,209	£187,283	—
Phase 3 (2023-2036)	Domestic	506	£97,217	£57,116	£434,501	£9,049	—
	Non-domestic	55	£0	£74,656	£82,189	£22,313	—
Total		6,735	£2,771,051	£3,324,201	£6,646,231	£1,559,977	£1,273,546



Architektura aplikacji

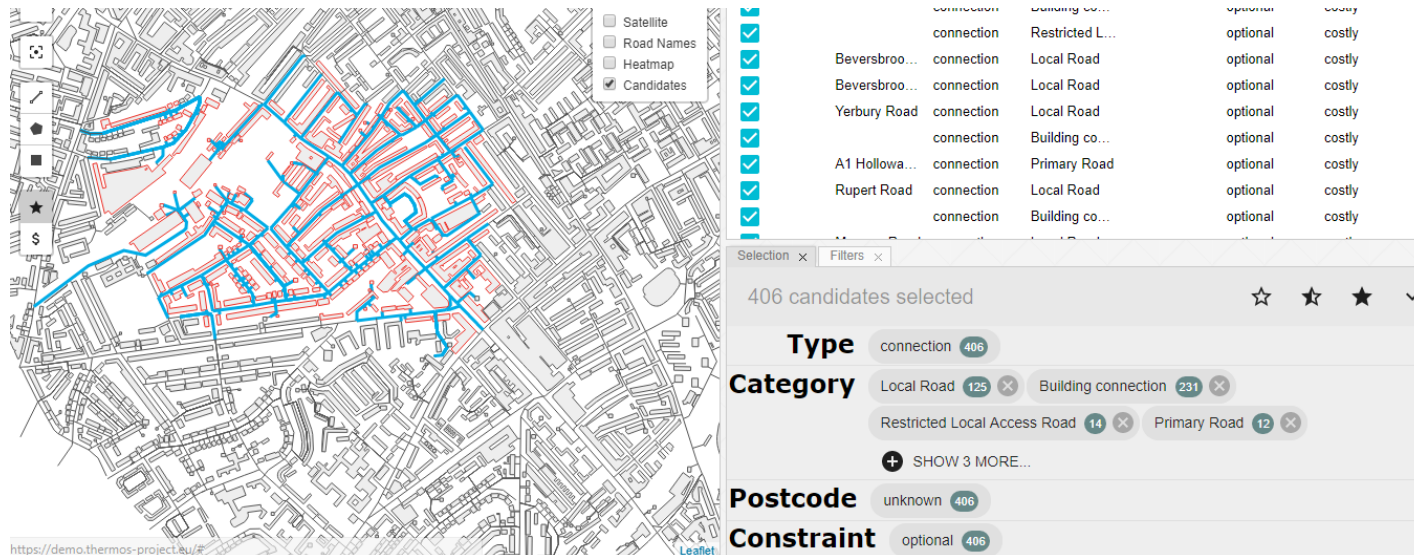
THERMOS będzie **aplikacją sieciową**, obsługiwaną przez przeglądarkę, ponieważ:

- Szybki rozwój
- Łatwość dystrybucji
- Wysoka kompatybilność
- Elastyczność umożliwiająca dostosowanie się do dostępnych danych



Cechy aplikacji

- Ustawienie widoku mapy analizowanego obszaru
- Mapa pokazuje elementy (budynki, źródła energii) i dostępne połączenia (trasy) na mapie
- Edycja mapy poprzez dodanie i usunięcie elementów i połączeń





Cechy aplikacji

Określanie zapytania:

- Wybór elementów i tras, poprzez zaznaczenie lub kliknięcie, oraz ustawienie ich statusu jako:
 - * **"Forbidden"**(niedozwolony) – nie może być użyty do rozwiązania
 - * **"Optional"**(opcjonalny) – nie może być użyty do rozwiązania
 - * **"Required"**(wymagany) – musi być użyty do rozwiązania
- Wybór celu – zdefiniowanie **najlepszego** rozwiązania – maksymalizacja zapotrzebowania lub NPV, minimalizacja emisji



Cechy aplikacji

- Zapytania można zapisać i wysłać do rozwiązania przed obejrzeniem i pobraniem rozwiązania

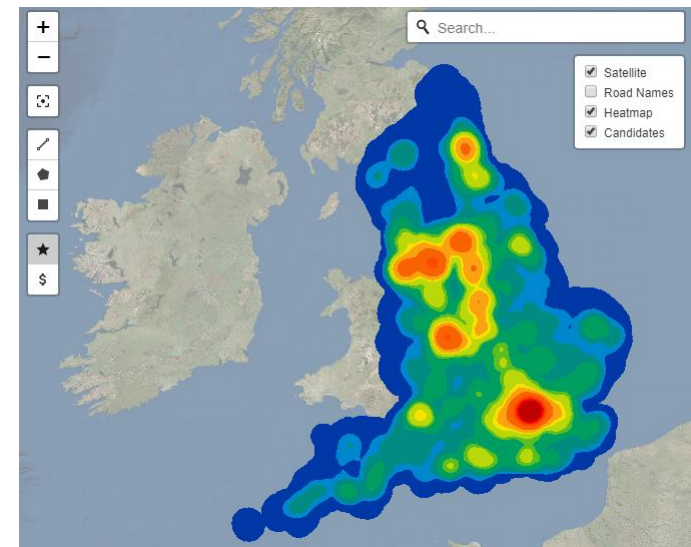


- Można nadpisać domyślne wartości niektórych właściwości, tj.:
 - Zapotrzebowanie na energię
 - Koszt budowy przyłączy
 - Charakterystyka Technologii



Wartość dodana

- Umożliwia planowanie przestrzenne systemów energetycznych na poziomie indywidualnych budynków – do przeskalowania na miasta, regiony i kraje
- Umożliwia modelowanie systemów energetycznych i bezpośrednie odzwierciedlenie sieci – coś więcej niż mapowanie 2D
- Wykonuje optymalizację do identyfikacji najlepszych rozwiązań
- Darmowa aplikacja open-source, do wykorzystania przez władze lokalne, nie wymaga drogiego oprogramowania





Wartość dodana

- Wykorzystuje publicznie dostępne dane tam, gdzie to możliwe
- Bliska współpraca z władzami lokalnymi pilotażowych miast gwarantuje stworzenie narzędzia z potrzebnymi funkcjami
- Wspierane wdrażanie u partnerów replikacyjnych zapewni trwałość i stabilność aplikacji po zakończeniu projektu





Aby wykorzystać całość potencjału THERMOS, potrzebne będą:

- Znajomość systemów cieplnych w budynkach
- Wiedza o analizowanej lokalizacji
- Ponadto, dostęp do danych n.t:
 - Zapotrzebowania na ciepło budynków
 - Lokalizacji źródeł ciepła
 - Koszt technologii i paliwa





Aby wykorzystać całość potencjału THERMOS, potrzebne będą:

- Konkretnie zapytania, dostosowane do struktury aplikacji
- Sprawny komputer, dobre łącze internetowe, przeglądarka internetowa (rekomendowane: Google Chrome)
- Umiejętności w obszarze GIS, oprogramowanie GIS, aby opracować raporty z programu.





Podsumowanie – THERMOS

- Narzędzie THERMOS jest aplikacją sieciową, dostosowaną do rzeczywistych potrzeb planistów, w celu usprawnienia procesu planowania sieci ciepłowniczych.
- Określa najlepsze rozwiązania (w zależności od definicji słowa „najlepsze”), na podstawie danych dot. Potencjalnych źródeł ciepła, zapotrzebowania na ciepło, tras dystrybucyjnych
- Opracowany we współpracy z czterema miastami pilotażowymi i przetestowany na czterech miastach replikacyjnych
- W trakcie opracowywania – planowany koniec prac – początek 2019



Podziękowania

Imperial College

Prof. Nilay Shah
James Keirstead
Nouri Samsatli
Sara Giarola
Clemence Morlet
Romain Lambert
Koen H. van Dam
Salvador Acha
Axelle Delangle
Mark Jennings
Kostas Zavitsas
Miles Loeber

CSE Bristol

Josh Thumim
Tom Hinton
Richard Tiffin
Glenn Searby
Martin Holley

THERMOS



web

thermos-project.eu



email

info@thermos-project.eu



twitter

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



linkedin

[THERMOS project](https://www.linkedin.com/company/THERMOS-project)



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement no 723636. The sole responsibility for the content of this presentation lies with its author and in no way reflects the views of the European Union.