



Projekt STREAMER 2013-2017

# PODSUMOWANIE I PIERWSZE WYNIKI

This project has received funding from the European Union's Seventh Framework Programme for research, technological development and demonstration under grant agreement no 608739



**Freek Bomhof**

Koordinator projektu

TNO, Holandia

([freek.bomhof@tno.nl](mailto:freek.bomhof@tno.nl))

**Streamer**   
*European research on energy-efficient healthcare districts*

Semantycznie sterowana metodyka projektowania energooszczędnych wielofunkcyjnych budynków kompleksu szpitalnego zintegrowanego z infrastrukturą techniczną otoczenia wykorzystująca systemy projektowania BIM i GIS

CP-IP FP7.EeB.NMP.2013-5:

Zoptymalizowane metody projektowania energooszczędnych budynków zintegrowanych z systemem sieci energetycznych otoczenia



**Streamer**   
European research on energy-efficient healthcare districts

# Konsorcjum



19 partnerów: 6 IND + 5 SME + 4 PUB + 4 RES | 9 państw członkowskich z 5 regionów Europy

Nr.	Nazwa/ uczestnik organizacji	Akronim	Państwo	Typ	Kompetencje kluczowe
1 Koordynator	Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek	TNO	NL	RES	Instytut Badawczo-Rozwojowy
2	Ipostudio Architetti Srl	IAA	IT	SME	Architektura & Urbanistyka
3	De Jong Gortemaker Algra	DJG	NL	SME	Architektura & Budownictwo
5	Becquerel Electric Srl	BEQ	IT	SME	MEP & Energetyka
6	DWA BV	DWA	NL	SME	Środowisko , MEP, Energetyka
7	AEC3 Ltd	AEC	UK	SME	ICT specjalista (BIM)
8	Karlsruher Institut fuer Technologie	KIT	DE	RES	ICT specjalista (GIS)
9	DEMO Consultants BV	DMO	NL	SME	ICT specjalista (informatyka)
10	Bouygues Construction	BOU	FR	IND	Firma budowlana
11	NCC AB	NCC	SE	IND	Firma budowlana
12	Mostostal Warszawa S.A.	MOW	PL	IND	Firma budowlana
13	Stichting Rijnstate Ziekenhuis	RNS	NL	PUB	Szpital (właściciel budynku/ użytkownik)
14	Assistance Publique - Hopitaux de Paris	APH	FR	PUB	Szpital (właściciel budynku/ użytkownik)
15	The Rotherham NHS Foundation Trust	TRF	UK	PUB	Szpital (właściciel budynku/ użytkownik)
16	Azienda Ospedaliero-Universitaria Careggi	AOC	IT	PUB	Szpital (właściciel budynku/ użytkownik)
17	Mazowiecka Agencja Energetyczna	MAE	PL	IND	Agencja zarządzania energią
18	Commissariat a l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives	CEA	FR	RES	Komisja do badań nad energią
19	Centre Scientifique et Technique du Batiment	CST	FR	RES	Stosowany instytut badawczy
20	Locum AB	LOC	SE	IND	Deweloper & Zarządca nieruchomości

# Obiekt i Cel



**Obiekt: Kompleks szpitalny** – wielofunkcyjny kompleks budynków z systemem zintegrowanych sieci energetycznych (np. kompleks budynków szpitalnych i kliniki, naukowo-badawczych i edukacyjnych, biurowych i tp.);

**Cel: Projekt budowlany** – zoptymalizowanie rozwiązań nowych i istniejących budynków w 3 obszarach: systemów MEP / HVAC; korpusu budynków i ich przestrzennego usytuowania; integracji systemu energetycznego kompleksu budynków z sieciami energetycznymi otoczenia.

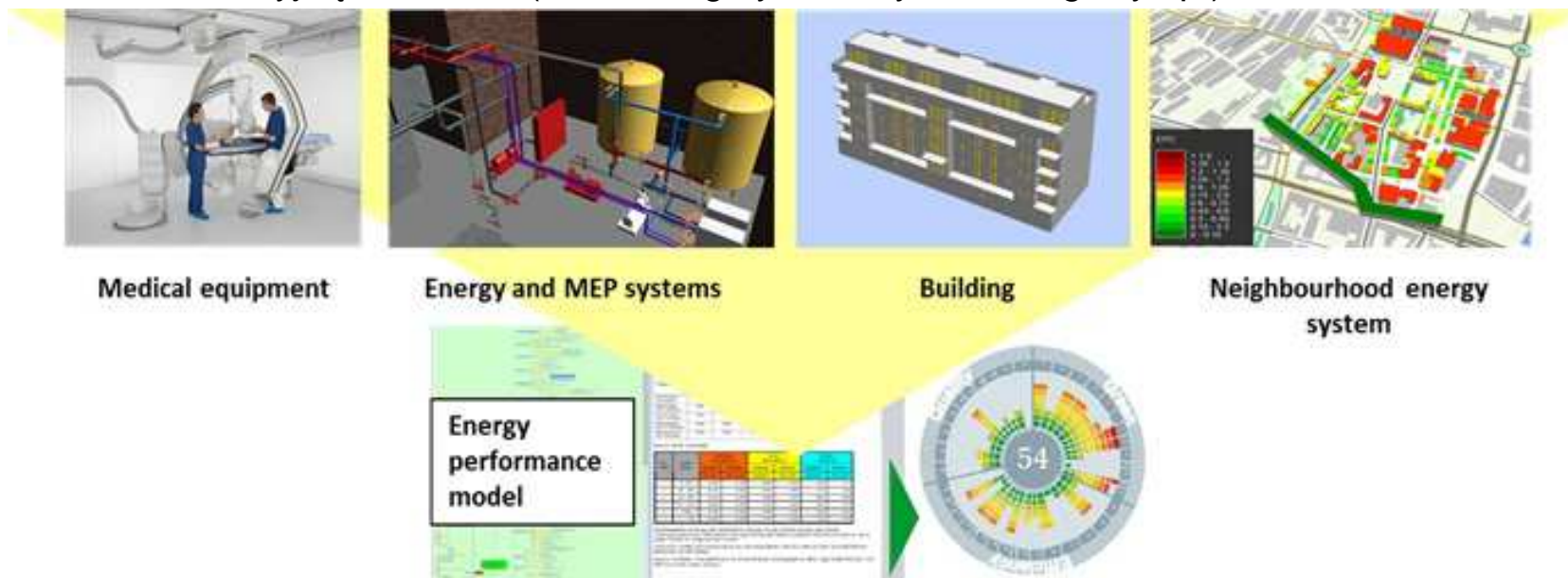


# Cel strategiczny i cele badawcze

**Strategia:** redukcja o 50% zużycia energii i emisji CO<sub>2</sub> w kompleksach szpitalnych w ciągu 10 lat.

**Badania:** efektywne projektowanie energooszczędnych i nowoczesnych kompleksów szpitalnych, obejmujące rozwiązania budowlane i instalacyjne w zakresie:

- **Instalacji MEP / HVAC** w powiązaniu ze stosowaniem sprzętu medycznego
- **Korpusu i układu przestrzennego** budynków w kontekście wymagań usług medycznych
- **Integracji rozwiązań energetycznych kompleksu** z infrastrukturą techniczną i komunikacyjną otoczenia (sieci energetyczne, system drogowy itp.)



# Kluczowe osiągnięcia w zakresie podjętych badań

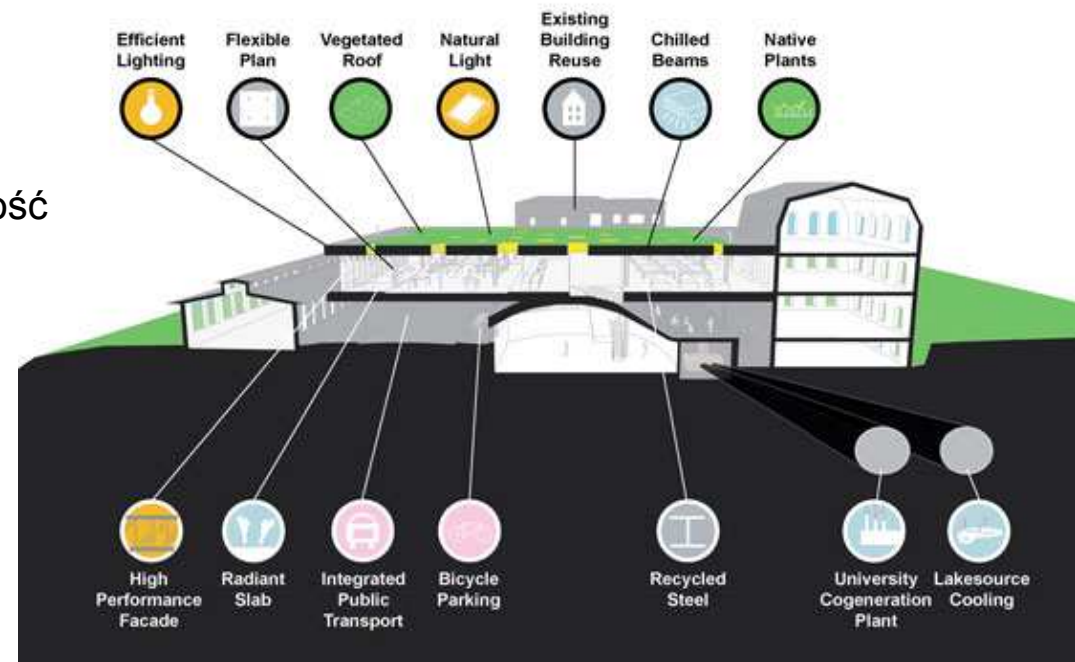
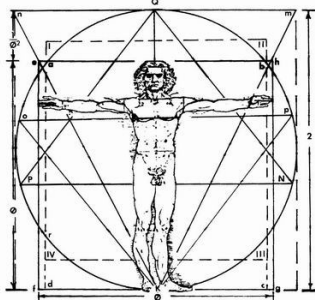


## Modele rozwiązań budowlano-instalacyjnych w systemie BIM+GIS

# 1

dla energooszczędnych kompleksów budynków opieki zdrowotnej obejmujące:  
dostrajalne semantycznie modele rozwiązań budowlano-instalacyjnych w systemie BIM+GIS  
jako zbiór elementów rozwiązań projektowych dla nowych lub modernizowanych budynków.

- Obiekt → Modelowanie wiedzy
- Obserwacja → Doświadczenie
- Wizualizacja → Interpretacja
- Specyfikacja techniczna → Wydajność



# Kluczowe osiągnięcia w zakresie podjętych badań

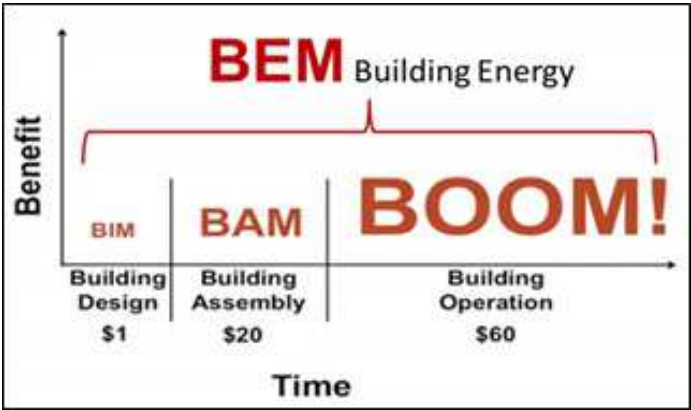
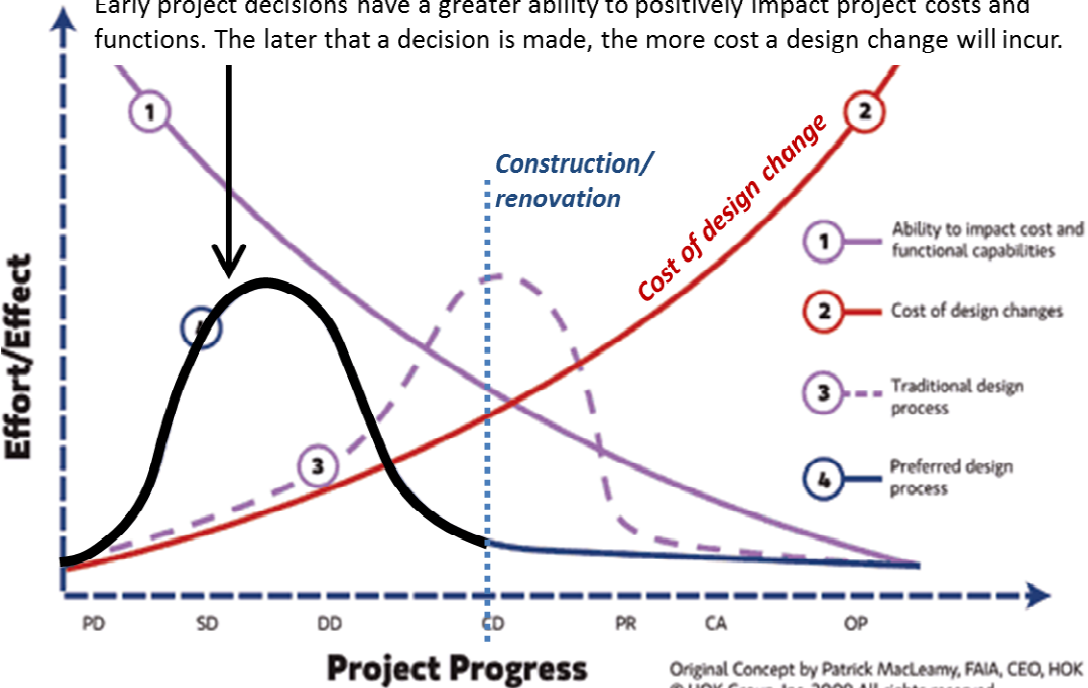


## Zakres energetycznego modelu budynku (BEM)

Model obejmujący cykl życia uwzględniający BIM, BAM, BOOM.

# 2

**STREAMER focuses at the early design process of new and retrofitting projects:**  
Early project decisions have a greater ability to positively impact project costs and functions. The later that a decision is made, the more cost a design change will incur.



# Kluczowe osiągnięcia w zakresie podjętych badań



## Narzędzia wspomagające podejmowanie decyzji projektowych

# 3

- interaktywne narzędzia harmonizujące:

- a) Współpracę modeli BIM i GIS;
- b) Analizę efektywności energetycznej, kosztów cyklu życia i optymalizację funkcjonalną,
- c) Wymagania inwestorów i użytkowników, kryteria decyzyjne i priorytety.





## Kluczowe wyzwania

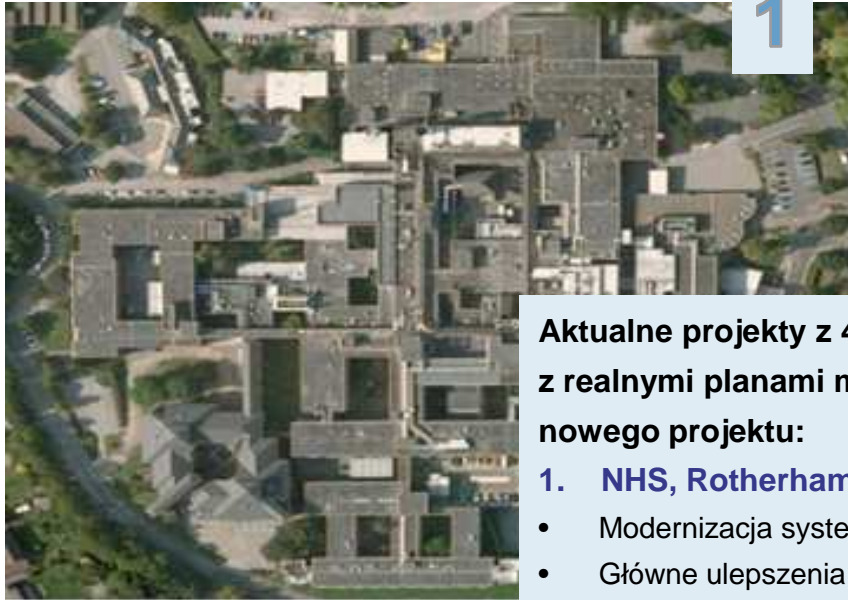
Brak globalnego podejścia do rozwiązania wielodyscyplinarnego kompleksu zagadnień.

„Proces projektowania, to nie tylko rozwiązanie problemu technicznego, ale także i przede wszystkim, to zadanie umożliwienia kontynuacji świadczenia usług medycznych podczas realizacji robót modernizacyjnych oraz udzielenia odpowiedzi na pytanie: „Jak umożliwić świadczenie wysokiej jakości usług medycznych w kontekście cięć budżetowych i redukcji personelu?”

Brak metodyki wielopoziomowej optymalizacji (komponenty - budynki - otoczenie).

„Metoda prób i błędów powoduje wprowadzanie wielu zmian ad hoc w trakcie budowy. To utrudnia optymalną konfigurację rozwiązań dla korzyści całego cyklu życia, rozwiązania projektowe nie mogą poradzić sobie z szybko zmieniającymi się uregulowaniami, technologią i procedurami opieki zdrowotnej.





1



2

**Aktualne projekty z 4 obszarów szpitalnych z realnymi planami modernizacji EeB lub nowego projektu:**

**1. NHS, Rotherham, UK**

- Modernizacja systemów zarządzania budynkiem
- Główne ulepszenia w całej strukturze budynku

**2. Rijnstate, Arnhem, NL**

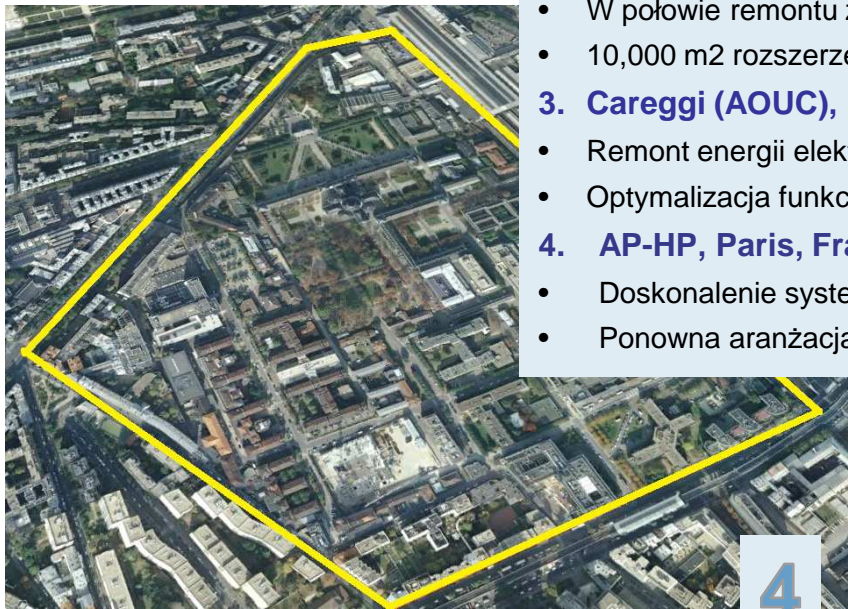
- W połowie remontu zastąpienie na system MEP
- 10,000 m2 rozszerzeń i nowych budynków

**3. Careggi (AOUC), Firenze, Italy**

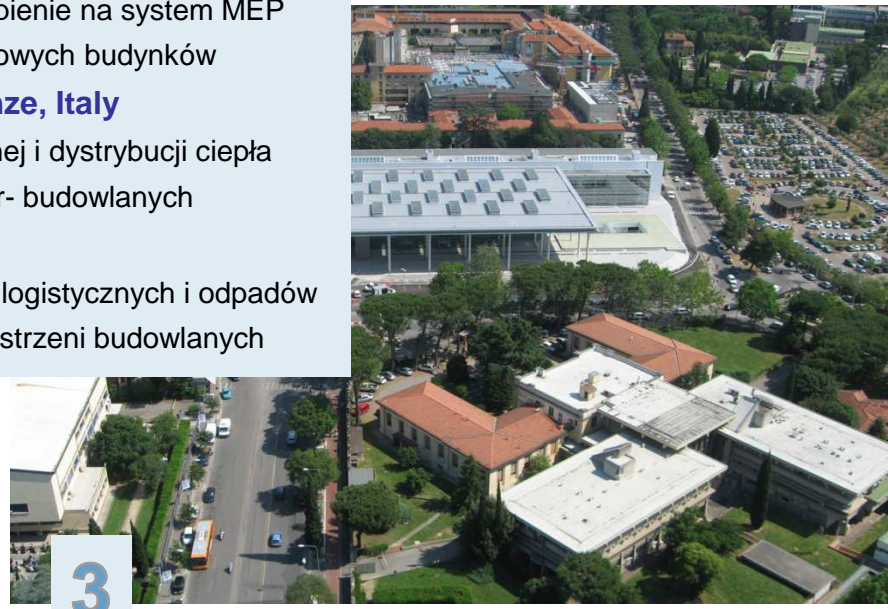
- Remont energii elektrycznej i dystrybucji ciepła
- Optymalizacja funkcji inter- budowlanych

**4. AP-HP, Paris, France**

- Doskonalenie systemów logistycznych i odpadów
- Ponowna aranżacja przestrzeni budowlanych



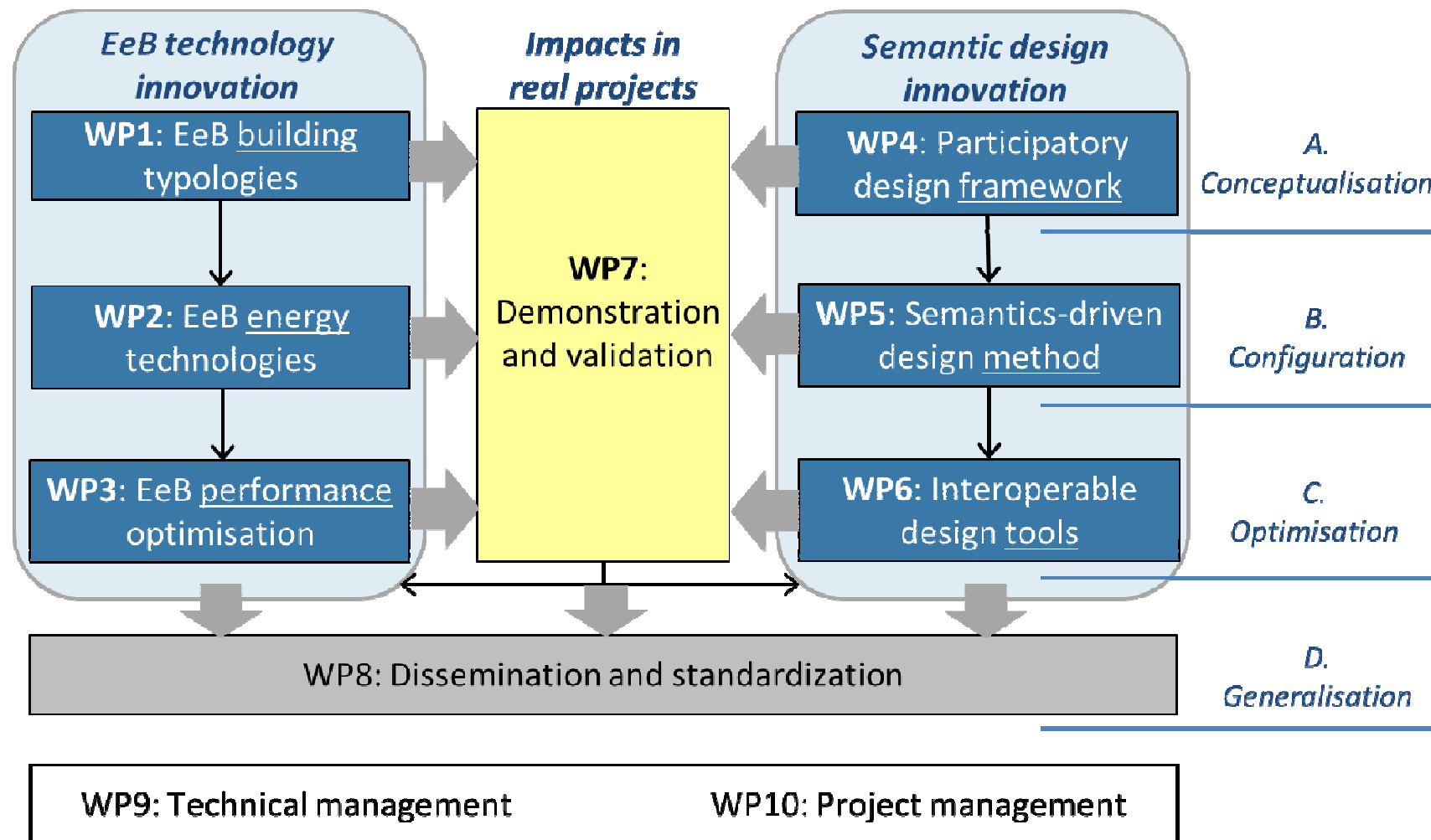
4



3

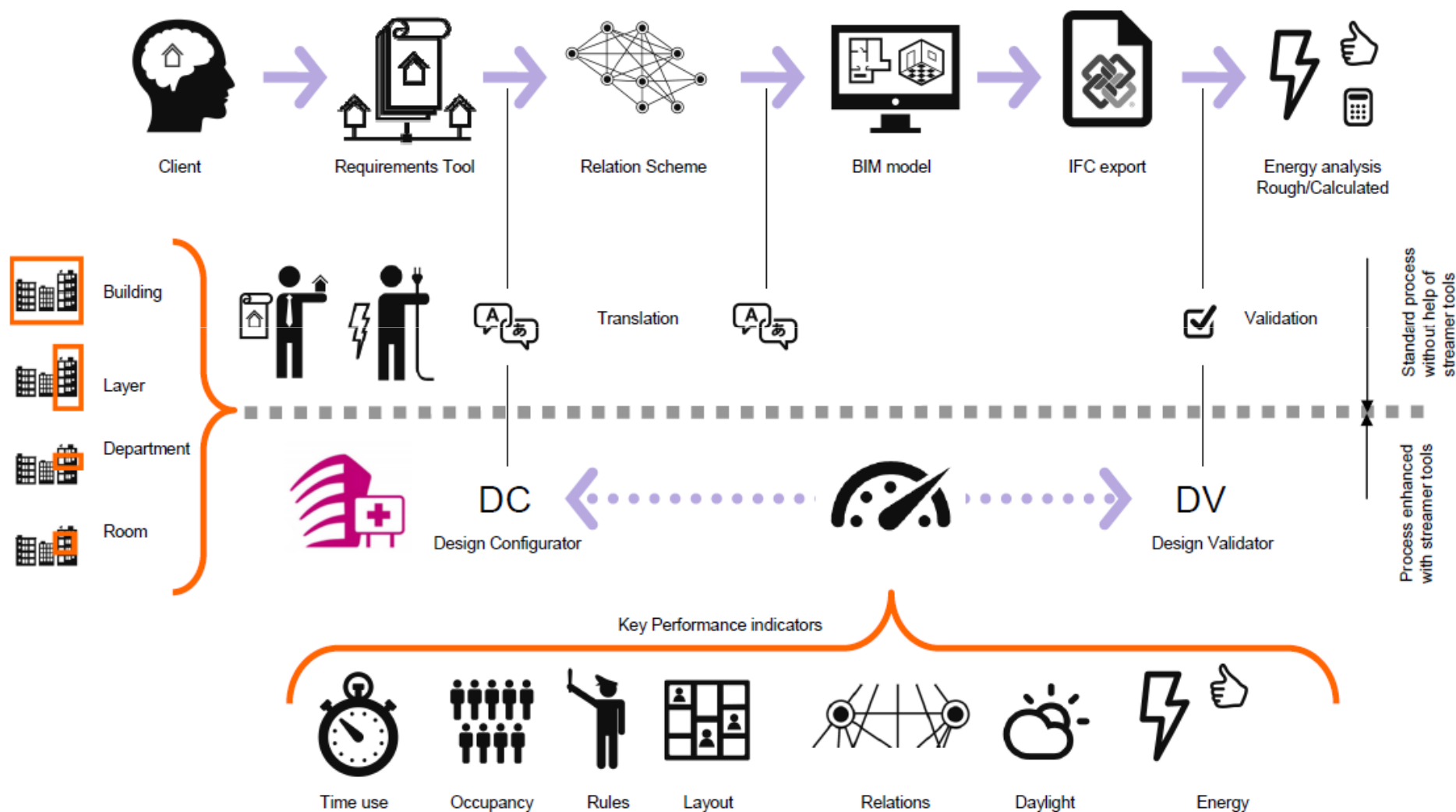


# Organizacja prac - Pakiety robocze



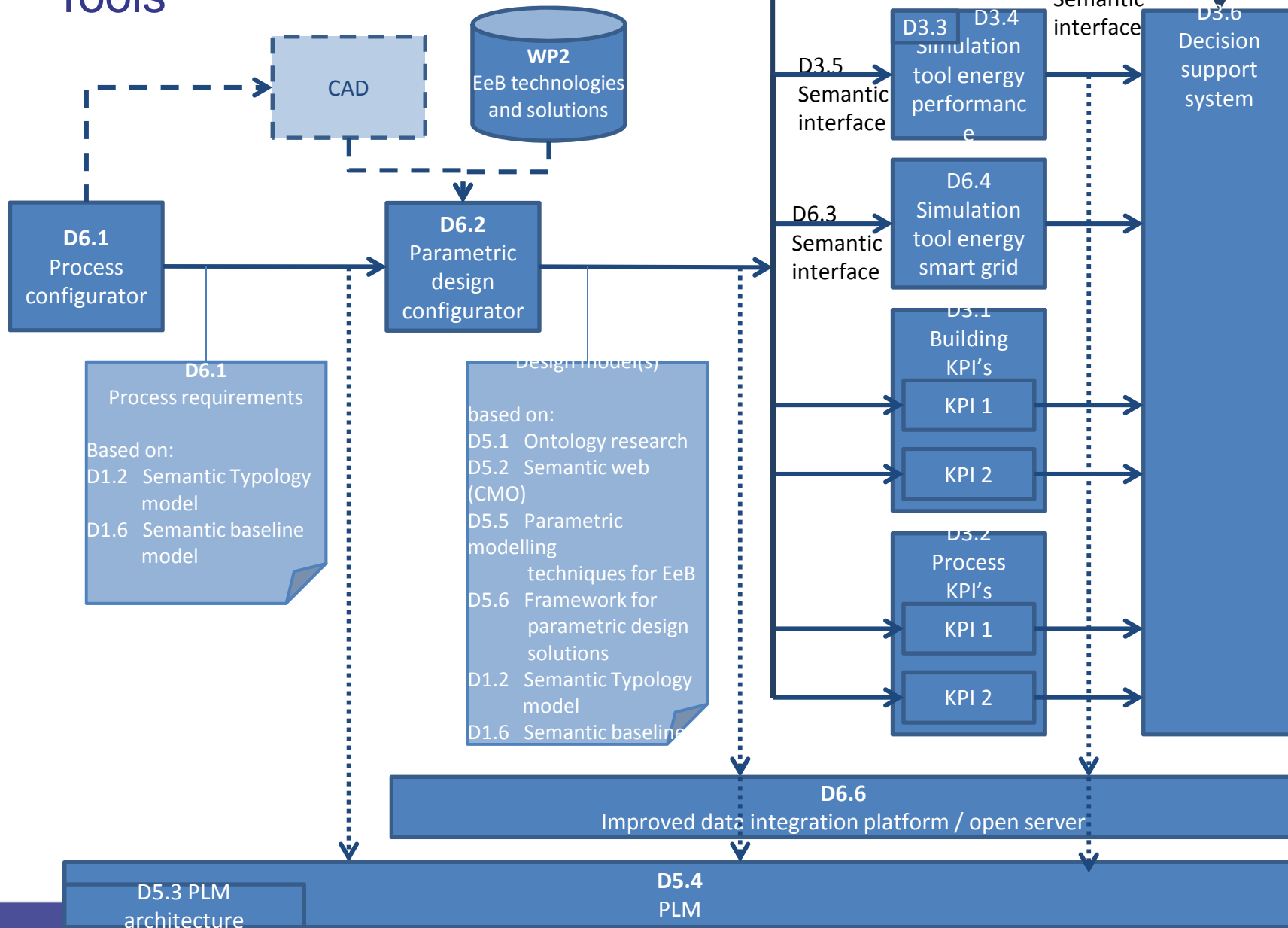


# Proces projektowania





# Tools





## Rozwiązywanie wyzwań

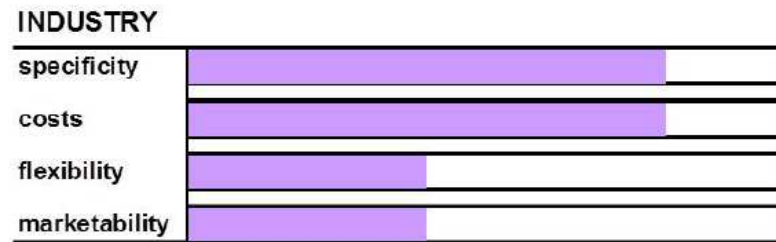
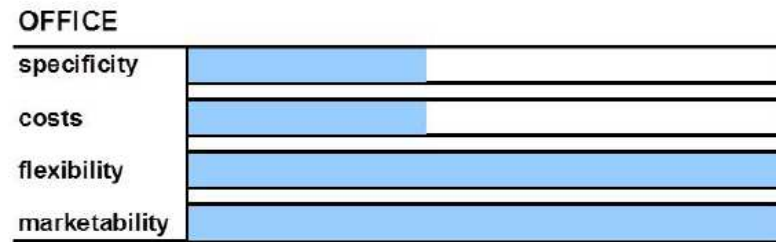
Nikt nie powiedział że będzie łatwo...

- Nie 'najlepsze' istniejące modele symulacyjne gospodarki energetycznej;
- Instalacje MEP i ich rzeczywista charakterystyka użytkowania nie są częstokroć brane pod uwagę;
- Energia nie jest jedynym wskaźnikiem do optymalizacji;
- Modernizacje i inwestycje są jednocześnie podobnymi, ale także niezwykle różnymi procesami;
- Projektowanie dla celów modernizacji jest wielowymiarowy puzzlem.

Podejście:

- Użyj jak najwięcej istniejącego oprogramowania;
- Użyj metodyki semantycznej dla pozyskania i przekazania (bez słów) wymagań projektowych;
- Opisuj rozwiązania projektowe przy użyciu tej samej metodyki semantycznej;
- Używaj kombinacji zautomatyzowanych procesów projektowania jak i interaktywnych narzędzi wspierających proces projektowania.

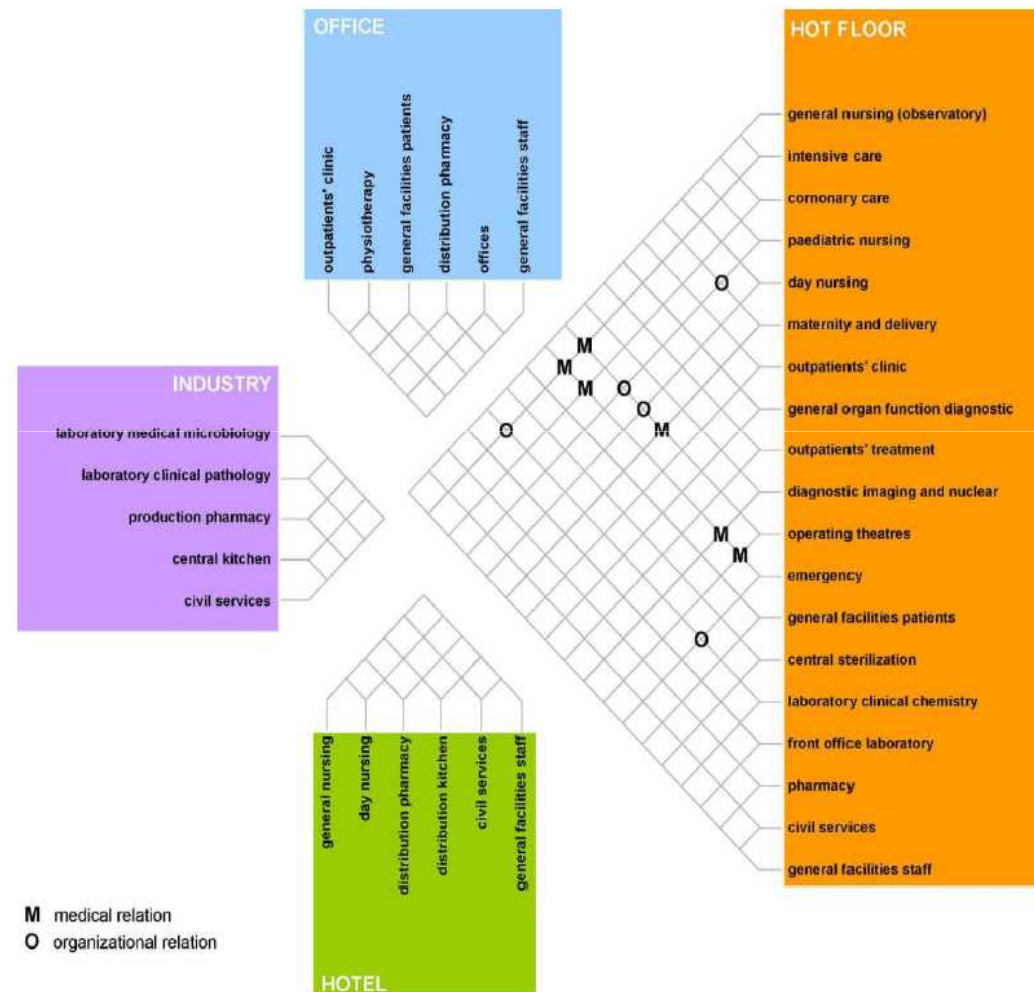
# Przykład: Modelu warstwowego





# Model warstwy dla formułowania wytycznych projektowych

- Zastosowano pojęcie warstwy do optymalizacji projektu budynku szpitalnego obejmującego strefy funkcjonalne o różnych wymaganiach jakościowych;
- Techniczny cykl życia stref 'biura', 'hotelu', 'oddział ratunkowy', czy 'strefy 'przemysłowej' jest różny;
- Różne wymagania remontowe;
- Różne możliwości ponownego zagospodarowania;
- Model stworzony przez TNO.





## Następnie: Semantyczne etykiety na poziomie pokoju (1/2)

Label	Level
<b>Hygienic classes (has a relation with amount of ventilation, air tightness, cleaning, materials)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• H1 (corridor, reception, toilet , etc.)</li><li>• H2 (office, bath room, etc.)</li><li>• H3 (patient room, examination room, treatment room, etc.)</li><li>• H4 (operating room, insulation room, etc.) -&gt; additional air tightness and ventilation extra ductwork is necessary</li><li>• H5 (laboratory, production pharmacy, etc.) -&gt; additional air tightness ventilation extra ductwork is necessary</li></ul>
<b>Accessibility (has a relation with the position in the hospital, safety/protective/security device)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• A1 (Public)</li><li>• A2 (Patients, visitors and staff)</li><li>• A3 (Patients and staff)</li><li>• A4 (All staff members)</li><li>• A5 (Specific staff members)</li></ul>
<b>Equipment (has a relation with the type of function, high electric power needed, medical gasses, , ICT data points)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• EQ1 (Office level)</li><li>• EQ2 (EQ1 and medical gases)</li><li>• EQ3 (EQ1 and extra electric power)</li><li>• EQ4 (EQ1 and extra ICT data points)</li><li>• EQ5 (EQ2, EQ3 and EQ4)</li><li>• EQ6 (High electrical safety)</li><li>• EQ7 (special equipment)</li></ul>



## Kontynuacja: Semantyczne etykiety na poziomie pokoju (2/2)

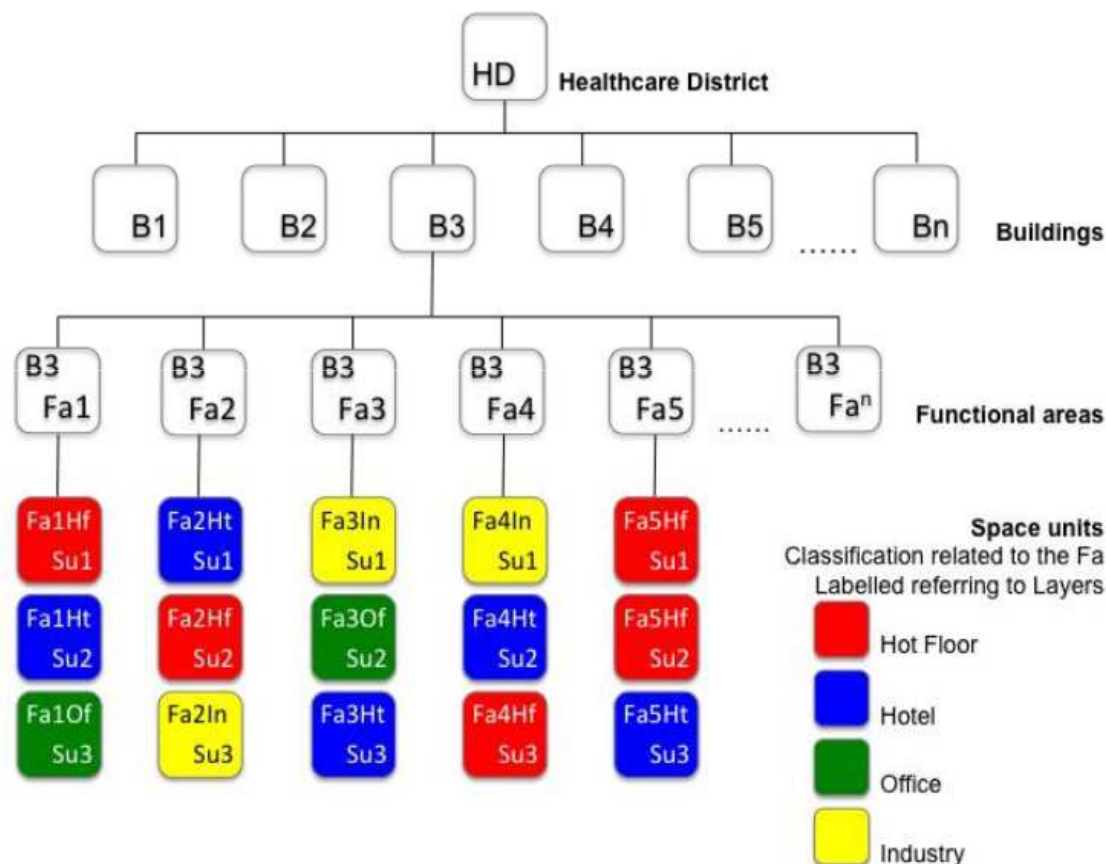
Label	Level
<b>Construction (has a relation with floor strength, shielding against radiation, floor height, air tightness)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• C1 (Office level)</li><li>• C2 (Office level with extra floor strength)</li><li>• C3 (Office level with extra floor height)</li><li>• C4 (C2 and C3)</li><li>• C5 (Accessible from the outside with heavy load)</li><li>• C6 (Shielding against radiation)</li><li>• C7 (high level of air tightness)</li></ul>
<b>User profile (has a relation with the type of use)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• U1 (Monday to Friday from 8:00 – 18:00)</li><li>• U2 (U1 extended till 20:00)</li><li>• U3 (U1 with emergency function outside this timeslot)</li><li>• U4 (24*7)</li></ul>



## Wykorzystano z system etykiet

Dla:

- formułowania zasady projektowania;
- logicznego grupowania pomieszczeń w budynku;
- wykrywania kolizji (automatycznie lub wzrokowo);
- określenia profili energetycznych;
- formułowania wymagań dodatkowych, jak bezpieczeństwo, elastyczność, sąsiedztwo, logistyka; komfort personelu/pacjentów itp.;
- ograniczenia liczby wariantów rozwiązań MEP





# Zasady projektowania ze stosowaniem semantycznych etykiet

- Zapis „bez słów” wiedzy projektanta
- Zapisany w XML, SPARQL lub N3

XML generation	
<b>Rule</b>	[negotiable] Rule "Proximity Intensive care and Operating theatres": all functional area (name="Intensive care ward") must have horizontal separation equal to 0 meters to functional area (name="Operating theatres");
<b>XML</b>	<pre>&lt;rule name ="Proximity Intensive care and Operating theatres"&gt;   &lt;priority&gt;negotiable&lt;/priority&gt;   &lt;quantity&gt;all&lt;/quantity&gt;   &lt;when&gt;     &lt;Object type="functional area"&gt;       &lt;attributes&gt;         &lt;attribute name="name"&gt;           &lt;value&gt;Intensive care ward&lt;/value&gt;         &lt;/attribute&gt;       &lt;/attributes&gt;     &lt;/Object&gt;   &lt;/when&gt;   &lt;then&gt;     &lt;condition type="horizontal separation"&gt;       &lt;distance operator="equal to"&gt;0&lt;/distance&gt;       &lt;Object type="functional area"&gt;         &lt;attributes&gt;           &lt;attribute name="name"&gt;             &lt;value&gt;Operating theatres&lt;/value&gt;           &lt;/attribute&gt;         &lt;/attributes&gt;       &lt;/Object&gt;     &lt;/condition&gt;   &lt;/then&gt; &lt;/rule&gt;</pre>

## Przykłady

Reguła „Wysokość kondygnacji określona przez etykietę konstrukcyjną”: Wszystkie strefa funkcjonalna (budowa = "C2") musi być w sąsiedztwie na tej samej kondygnacji (rzeczywista wysokość  $\geq$  "3.5");

Reguła „Grupowanie funkcjonalnych obszarów o tych samych wymaganiach ograniczenia dostępu”: cały obszar funkcjonalny „ograniczonego dostępu dostępu" musi być zgrupowany w pionie i poziomie;

Reguła „Odległość rozmieszczenia schodów pomiędzy ": wszystkimi pomieszczeniami objętymi ruchem pieszym (name="stairs" i user\_profile $\leq$ "U3") musi mieć odległość mniej niż 60 m;



# Zgodność rozwiązań projektowych

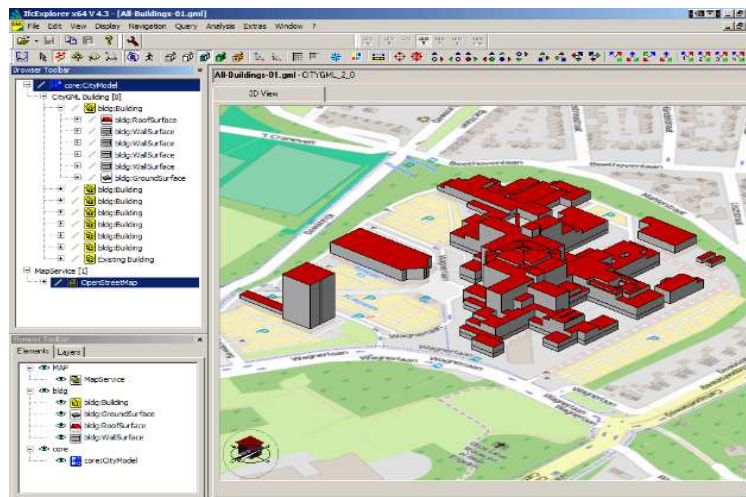
- Ogromna matryca do pokazania kompatybilności rozwiązań MEP
- Zmniejszenie powierzchni rozwiązań

	DESIGN RULES							
	SOLUTION		LABELS					
	RETROFITTING	NEW DESIGN (only reference to D2.3)	Hygienic class	Equipment	User profile	Comfort class	Accessibility	Construction
<b>TECHNICAL SOLUTIONS</b>								
<b>1  HEATING</b>								
<b>1.1 HEATING SYSTEM EMISSION</b>								
Radiator heating								
1.1.1 Local heating, including (electric) radiant heating	YES	YES	< H4	< EQ5	U1-U3	Ct1, Ct2	A1-A5	C1-C6
1.1.2 Radiator heating and / or convectors for outer walls								

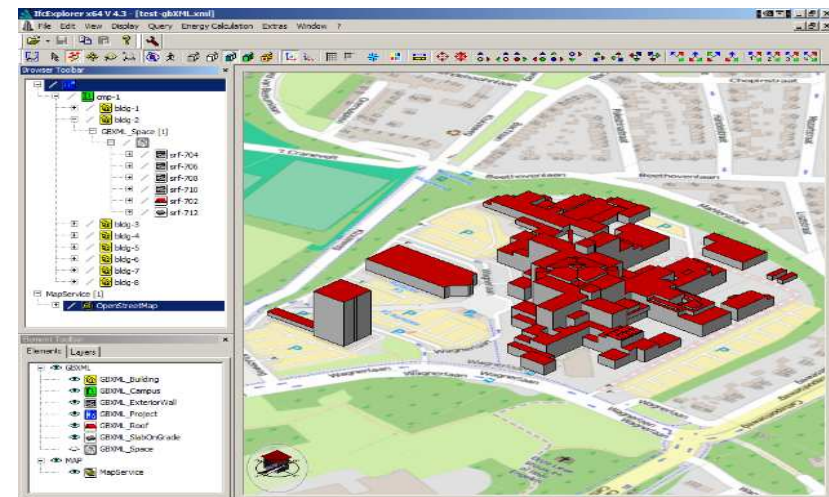


## Włączenie informacji GIS

- Brak system wymiany informacji między systemami symulacji rozwiązań instalacji energetycznych dla budynku i sąsiedniej zabudowy kompleksu;
- Stworzono domenę CityGML dla informacji energetycznych (charakterystyka budynku; system energetyczny; zachowanie użytkownika)
- Przekształcono IFC do CityGML i do gbXML;
- gbXML wprowadza dane do wielu energetycznych pakietów symulacyjnych.



CityGML



gbXML



# Automatyczne generowanie alternatywnych rozwiązań

- Interaktywny proces opracowania rozwiązań w zadanych ramach
- Kreowanie alternatyw do oceny i korekty przez projektanta

The screenshot shows the STREAMER Design Configurator interface. The main window displays a floor plan layout with various rooms and corridors. A progress dialog box is open in the foreground, showing the following information:

Thread	Progress	Message
THREAD_9		Satisfaction: 2.01236e+007/101958   Depth: 1 Substate 0: 61.4205   Substate 1: 515...state 7: 10270.9   Substate 8: 20195.8 out: 429   in: 1210   layout swaps: 5 Left cells: 23 Optimize state: 1   Optimize pause: 1   Improvements: 10   SSI: 220
THREAD_10		Satisfaction: 123223/101958   Depth: 1 Substate 0: 61.4205   Substate 1: 515...state 7: 10270.9   Substate 8: 20131.3 out: 337   in: 1240   layout swaps: 6 Left cells: 23 Optimize state: 1   Optimize pause: 10   Improvements: 6   SSI: 298

The dialog box also includes a "Cancel" button and a message: "The best result will be used if the current process is canceled". At the bottom of the interface, there are statistics: Total requirement area: 1000.0, Total requirement count: 136, Total building area: 17.47%.

The screenshot shows the STREAMER Design Configurator interface with a different floor plan layout. A progress dialog box is open in the foreground, showing the following information:

Thread	Progress	Message
THREAD_9		Satisfaction: 21305.3/20936.2   Depth: 1 Substate 0: 4112.19   Substate 1: 249...state 7: 292.468   Substate 8: 14633.5 out: 835   in: 2110   layout swaps: 9 Left cells: 65 Optimize state: 0   Optimize pause: 48   Improvements: 27   SSI: 411
THREAD_10		Satisfaction: 21379.7/20935.1   Depth: 1 Substate 0: 4112.19   Substate 1: 195...state 7: 292.744   Substate 8: 14727.4 out: 708   in: 2186   layout swaps: 14 Left cells: 69 Optimize state: 1   Optimize pause: 35   Improvements: 18   SSI: 507

The dialog box also includes a "Cancel" button and a message: "The best result will be used if the current process is canceled". At the bottom of the interface, there are statistics: Total requirement area: 1000.0, Total requirement count: 136, Total building area: 17.47%.



## Następne kroki

Duża lista życzeń:

- Użycie etykiet do tworzenia wejścia energii modelom symulacyjnym
- Włączenie metodyki etykiet do narzędzi wspomagających projektowanie
- Automatyczna weryfikacja projektu na zgodność z zasadami projektowania
- Obliczanie wskaźników KPI na podstawie etykiet (!)
- Włączenie informacji z GIS do stosowanej metodologii

Dobra wiadomość: mamy 24 miesiące do zakończenia!