

Doświadczenia z testowania metodyki ewaluacji wskaźnika SRI w Polsce na tle wyników z fazy testów w Unii Europejskiej

5. Studium przypadku

Wyniki ewaluacji budynków Kampusu 600-lecia Odnowienia
Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie-Ruczaju



mgr inż. Paweł Kwasnowski
AGH, WEAlIB, KEiASPE, Projekt OTE
mgr inż. Andrzej Dudała
DT Uniwersytet Jagielloński

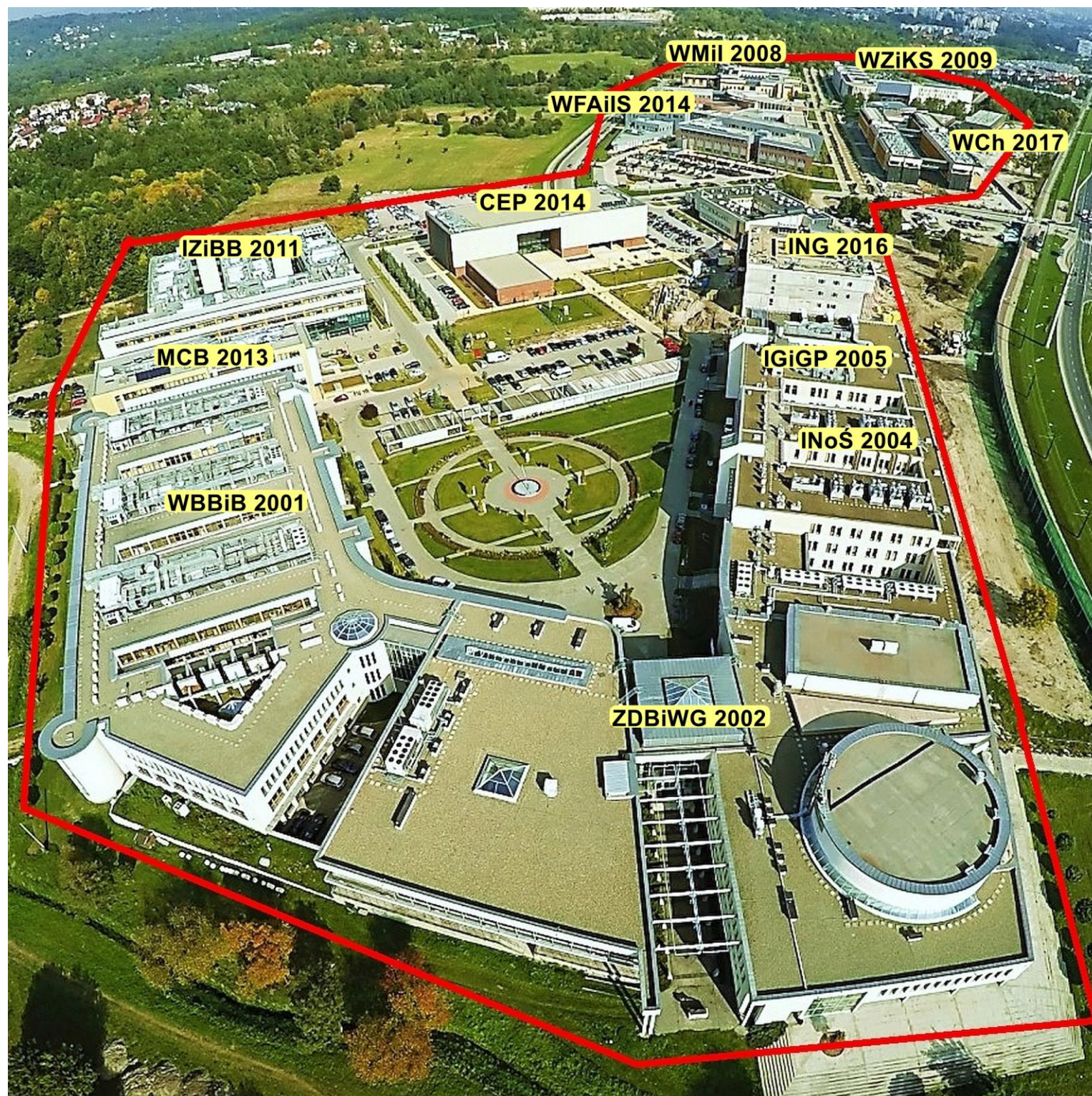
Agenda

- Wprowadzenie – krótka historia i skala inwestycji
- Ogólna charakterystyka budynków
- Wyniki ewaluacji wskaźnika SRI
- Przyczyny wyników oceny
 - Paradygmaty konstrukcji instalacji technicznych i ich systemów sterowania
 - Zasady zdolności do współdziałania (*ang. interoperability*)
- Podsumowanie

Krótką historia budowy Kampusu

- Budowa nowego Kampusu Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie-Ruczaju rozpoczęła się pod koniec XX wieku, po bardzo długich staraniach władz uczelni.
- Czynnikiem wieńczącym wieloletnie zabiegi władz uczelni (od lat 70. do połowy lat 90.) o budowę nowego kampusu Uniwersytetu była obchodzona w 2000 r. rocznica 600-lecia Odnowienia Uniwersytetu Krakowskiego przez króla Władysława Jagiełłę. Z tej okazji Sejm RP podjął uchwałę popierającą inicjatywę władz uczelni budowy nowego i nowoczesnego kampusu.
- Ustawa z dnia 23 maja 2001 r. o ustanowieniu wieloletniego programu pod nazwą "Budowa Kampusu 600-lecia Odnowienia Uniwersytetu Jagiellońskiego" zapewniła warunki finansowania inwestycji. Ustawa mówiła o 600 milionach złotych na 600-lecie UJ i zakładała, że inwestycja zakończy się w 2010 roku. Całość inwestycji zakończyła się w 2017 r., a koszt wzrósł do ok. 960 mln.
- Pierwszy duży budynek naukowo-dydaktyczny, ówczesny Instytut Biologii Molekularnej (aktualnie Wydział Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii UJ), został oddany do użytkowania w 2001 r.
- Kolejne jedenaście obiektów kompleksu, który aktualnie nosi nazwę Kampus 600-lecia Odnowienia Uniwersytetu Jagiellońskiego, było oddawanych sukcesywnie do roku 2017.
- Wszystkie budynki pełnią funkcję naukowo-dydaktyczną i są wyposażone w rozbudowane instalacje techniczne służące zapewnieniu komfortu i bezpieczeństwa użytkowania, w tym wentylację, klimatyzację i oświetlenie. Zarówno wspomniane instalacje, jak i ich systemy sterowania, musiały spełniać niestandardowe wymagania funkcjonalne i bezpieczeństwa charakterystyczne dla laboratoriów dydaktycznych i badawczych.

Skala i czasokres inwestycji



2001

2017



Ogólna charakterystyka budynków

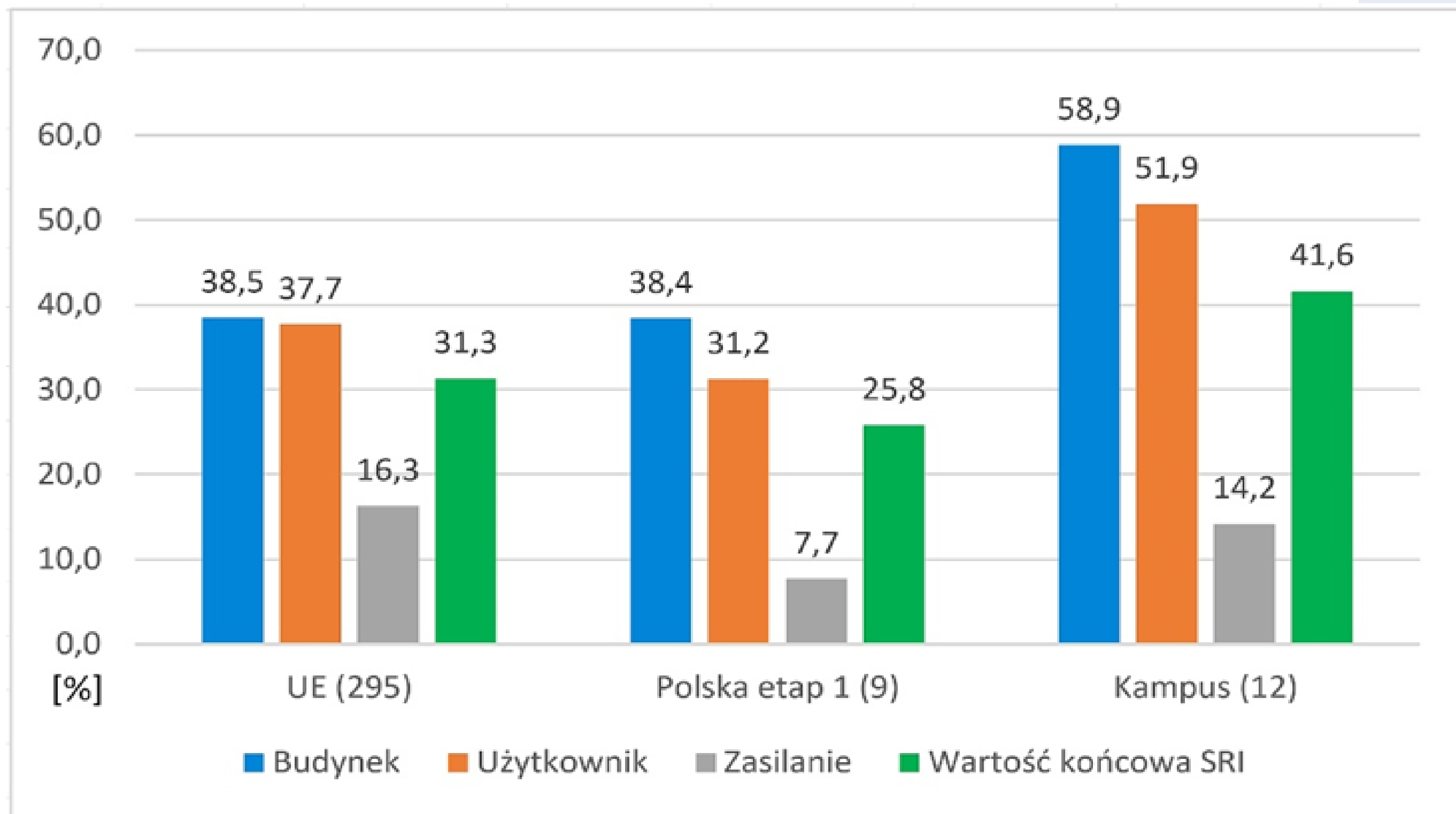
Poz.	Akronim	Budynek lub kompleks budynków	Rok budowy /modernizacji BACS & BMS	Powierz. [m ²]	Liczba	
					pomieszczeń	sterowników
1.	WBBiB	Wydział Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii	2001/2018	12.800	240	420
2.	ZDBiWG	Zespół Dydaktyczno-Biblioteczny i Wejścia Głównego	2002/2018	8.200	80	200
3.	INoŚ	Instytut Nauki o Środowisku	2004	7.200	80	240
4.	IGiGP	Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej	2005	5.800	50	120
5.	WMiI	Wydział Matematyki i Informatyki	2008	13.300	360	570
6.	WZiKS	Wydział Zarządzania i Komunikacji Społecznej	2009	23.700	220	410
7.	IZiBB	Instytut Zoologii i Badań Biomedycznych	2011	10.000	460	1.090
8.	MCB	Małopolskie Centrum Biotechnologii	2013	6.200	140	300
9.	WFAiIS	Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej	2014	24.000	830	1.300
10.	CEP	Centrum Edukacji Przyrodniczej – Wystawa i muzeum	2014	4.800	50	125
11.	ING	Instytut Nauk Geologicznych	2016	5.800	150	370
12.	WCh	Wydział Chemii	2017	28.000	800	4.000
Łącznie w całym Kampusie				149.800	3.460	9.145

Wyniki ewaluacji wskaźnika SRI

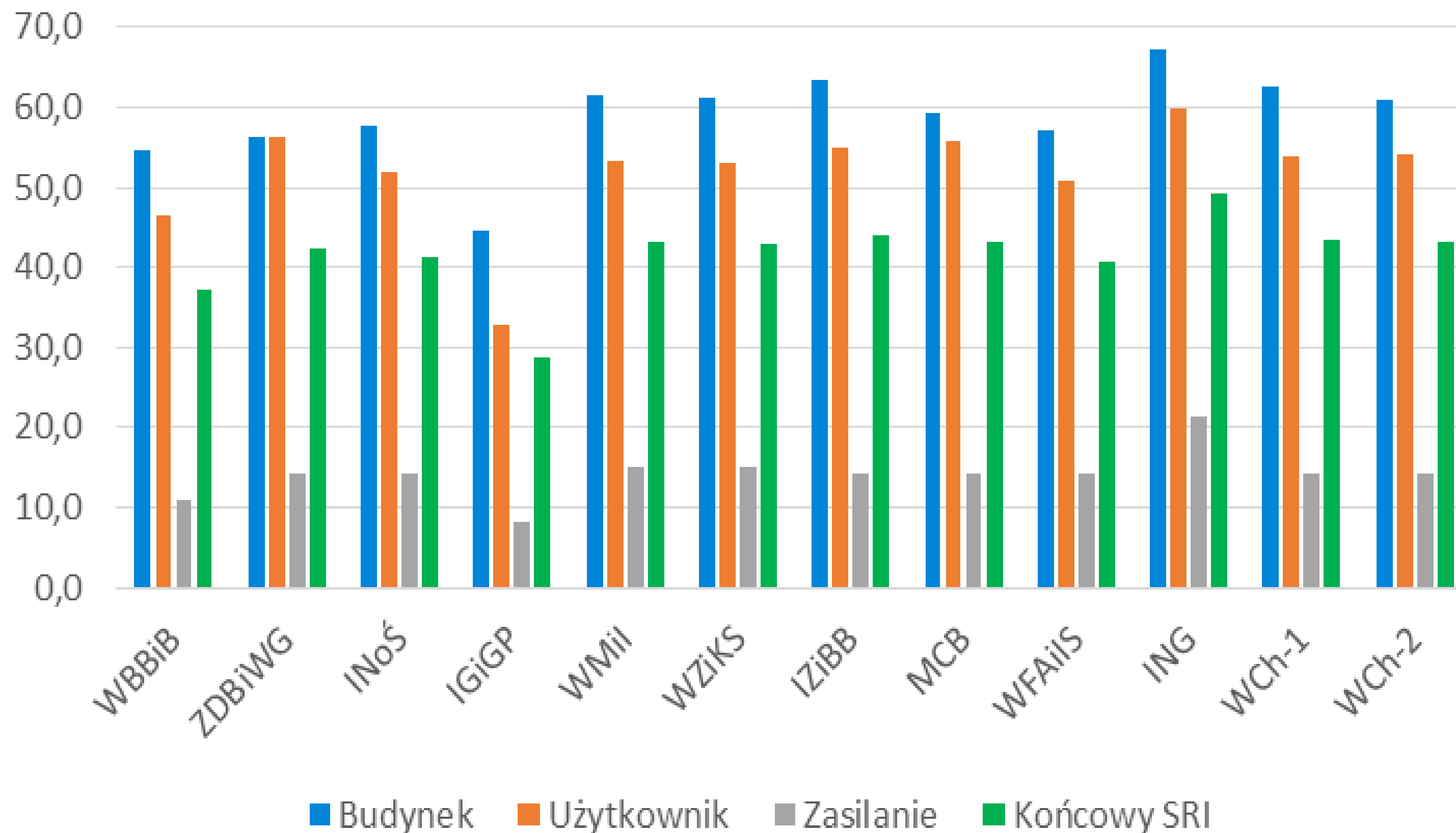
Poz.	Typ	Powierzchnia [m2]	Rok budowy	Metoda oceny	Wynik SRI [%]			
					Budynek	Użytkownik	Zasilanie	Końcowy
1.	E/Lab/B	10.000-25.000	1990-2010	B	54,7	46,4	10,9	37,3
2.	E/B	1.000-10.000	1990-2010	B	56,4	56,3	14,2	42,3
3.	E/B	1.000-10.000	1990-2010	B	57,6	51,9	14,2	41,2
4.	E/B	1.000-10.000	1990-2010	B	44,6	32,8	8,3	28,7
5.	E/B	10.000-25.000	1990-2010	B	61,4	53,2	15,0	43,2
6.	E/B	10.000-25.000	1990-2010	B	61,1	52,9	15,0	43,0
7.	E/Lab/B	10.000-25.000	>2010	B	63,3	54,8	14,2	44,1
8.	Lab/B	1.000-10.000	>2010	B	59,3	55,7	14,2	43,1
9.	E/Lab/B	10.000-25.000	>2010	B	57,2	50,9	14,2	40,8
10.	Wystawa	1.000-10.000	>2010	B	Nie oceniany			
11.	E/B	1.000-10.000	>2010	B	67,1	59,8	21,2	49,3
12.1	E/B	10.000-25.000	>2010	B	62,7	53,8	14,2	43,5
12.2	E/Lab	10.000-25.000	>2010	B	61,0	54,0	14,2	43,1

Porównanie wyników

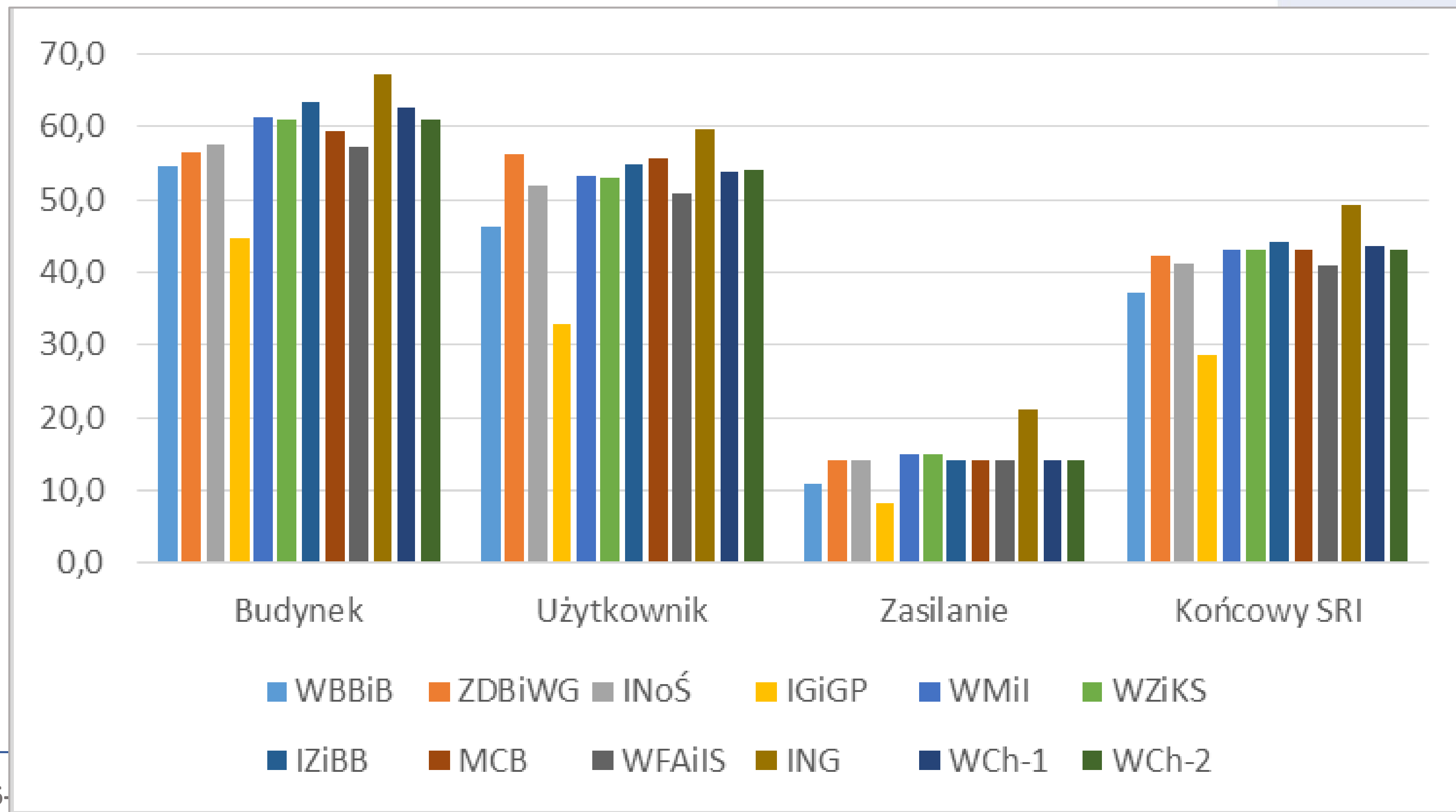
Wartości średnie UE - Polska - Kampus



Porównanie wyników Budynki - Właściwości



Porównanie wyników Właściwości - budynki



Przyczyny wyników ewaluacji budynków Kampusu

Dlaczego budynki Kampusu otrzymały stosunkowo wysokie wyniki ewaluacji SRI, chociaż były zbudowane przed pojawieniem się EPBD 2018 i metodyki oceny w 2020 r. ?

Przyczyny wyników ewaluacji budynków Kampusu

Dlaczego budynki Kampusu otrzymały stosunkowo wysokie wyniki ewaluacji SRI, chociaż były zbudowane przed pojawieniem się EPBD 2018 i metodyki oceny w 2020 r. ?

1. Władze Uniwersytetu Jagiellońskiego przystępując do uruchomienia inwestycji pod koniec lat 90. postawiły projektantom wymaganie:

BUDYNKI KAMPUSU MAJĄ BYĆ INTELIGENTNE!

Przyczyny wyników ewaluacji budynków Kampusu

Dlaczego budynki Kampusu otrzymały stosunkowo wysokie wyniki ewaluacji SRI, chociaż były zbudowane przed pojawieniem się EPBD 2018 i metodyki oceny w 2020 r. ?

1. Władze Uniwersytetu Jagiellońskiego przystępując do uruchomienia inwestycji pod koniec lat 90. postawiły projektantom wymaganie:

BUDYNKI KAMPUSU MAJĄ BYĆ INTELIGENTNE!

2. W wyniku prac studialnych i badawczych prowadzonych w Katedrze Automatyki Napędu i Urządzeń Przemysłowych WEAlE AGH w latach 90. w zakresie rozproszonych systemów sterowania, na Seminarium w 1999 r. przedstawiono UJ paradygmaty inteligencji budynków.

Przyczyny wyników ewaluacji budynków Kampusu

ZDANIA   **ELEKTROMONTAŻ-2 KRAKÓW S.A.**

Seminarium
pod patronatem
Prezydenta Miasta Krakowa

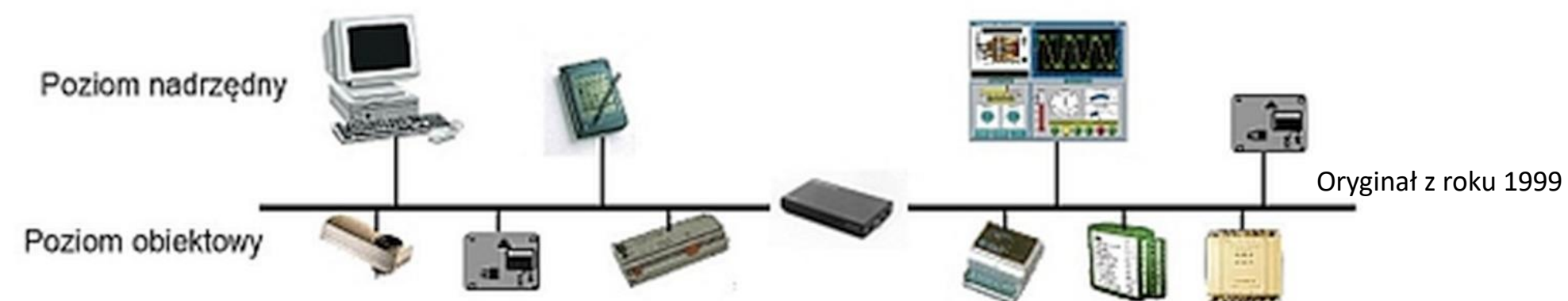
 **CRA CO VIA**

**Systemy Automatykacji i Zarządzania Budynków
Użyteczności Publicznej
Inteligentne Budynki**
na tle doświadczeń AGH
z wdrażania pilotażowej instalacji automatykacji budynku

VD VILLA DECIUS
17 XI 1999



Paradygmaty systemów BACS dla Kampusu UJ (zaproponowane w roku 1999 i konsekwentnie dotrzymywane przez Inwestora przez 18 lat)



1. System dwupoziomowy, pełna otwartość na każdym poziomie,
2. Poziom obiektowy oparty na technologii LON, dzisiaj standard EN ISO 14908
3. Poziom nadrzędny oparty na PC, IP oraz oprogramowanie klasy SCADA
4. Bezpośrednia integracja funkcjonalności automatyki i bezpieczeństwa na poziomie obiektowym (kontrola dostępu i SSWiN) w celu realizacji sterowania „on demand energy control” w indywidualnych pomieszczeniach
5. Indywidualne sterowniki pomieszczeniowe połączone siecią sterującą

Przyczyny wyników ewaluacji budynków Kampusu





Seminarium
pod patronatem
Prezydenta Miasta Krakowa



**Systemy Automatykacji i Zarządzania Budynków
Użyteczności Publicznej
Inteligentne Budynki**
na tle doświadczeń AGH
z wdrażania pilotażowej instalacji automatykacji budynku

VD VILLA DECIUS
17 XI 1999

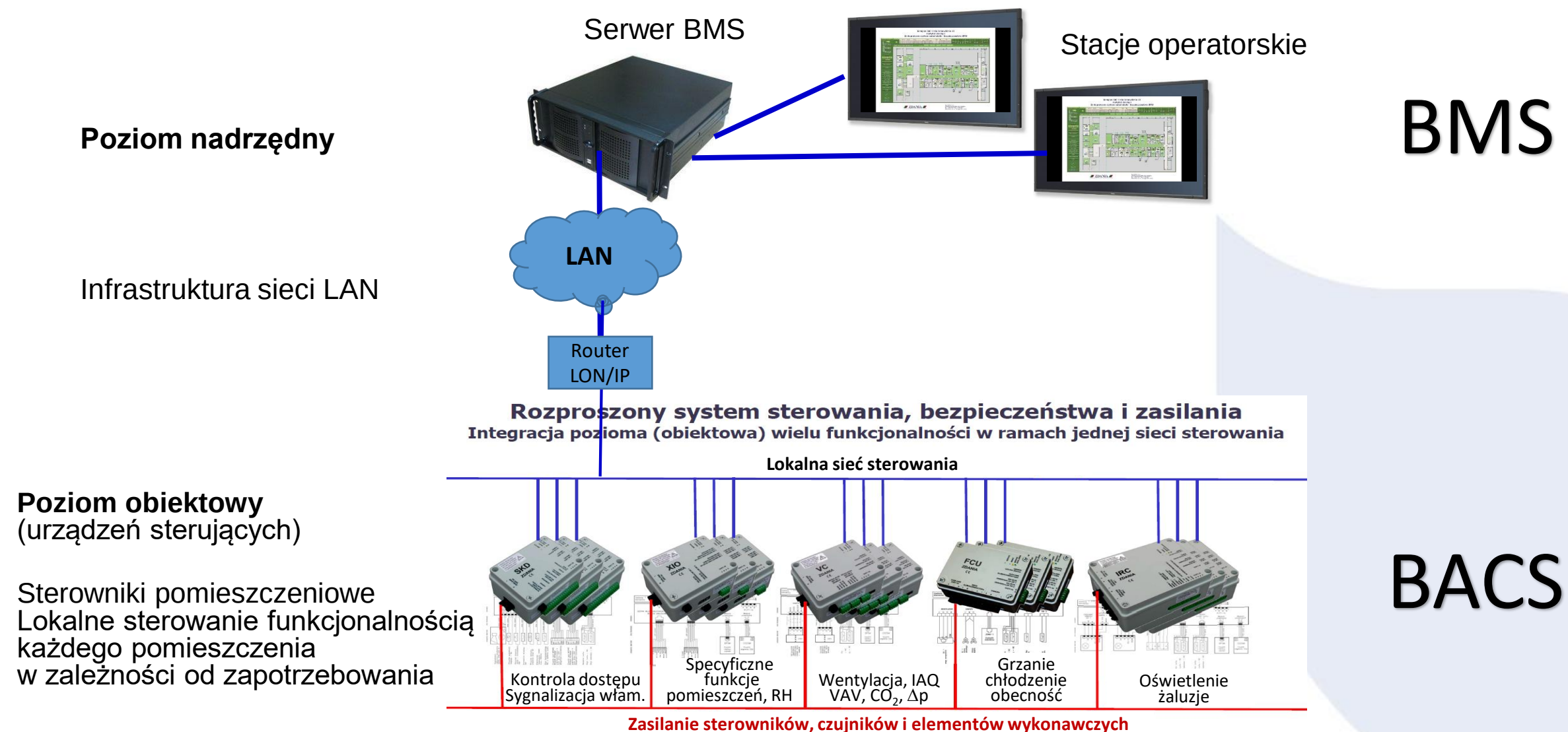
Paradygmaty systemów BACS dla Kampusu UJ (zaproponowane w roku 1999 i konsekwentnie dotrzymywane przez Inwestora przez 18 lat)



1. System dwupoziomowy, pełna otwartość na każdym poziomie,
2. Poziom obiektowy oparty na technologii LON, dzisiaj standard EN ISO 14908
3. Poziom nadrzędny oparty na PC, IP oraz oprogramowanie klasy SCADA
4. Bezpośrednia integracja funkcjonalności automatyki i bezpieczeństwa na poziomie obiektowym (kontrola dostępu i SSWiN) w celu realizacji sterowania „on demand energy control” w indywidualnych pomieszczeniach
5. Indywidualne sterowniki pomieszczeniowe połączone siecią sterującą

3. Paradygmaty te zostały przyjęte do realizacji i były konsekwentnie dotrzymywane przez cały okres realizacji inwestycji w latach 2000 – 2017.

Struktura systemu BACS i BMS każdego budynku Kampusu



Poziom obiektowy jest bezpośrednio powiązany z elementami nastawczymi instalacji technologicznych, odpowiedzialnymi za emisję energii w poszczególnych pomieszczeniach.

Ciekawostka z okresu realizacji inwestycji

Jak wspomina mgr inż. arch. Jerzy Boruta, główny inspektor nadzoru budowy III Kampusu UJ, po realizacji budynku Instytutu Biologii Molekularnej i Biotechnologii:

Cyt.: „Wymyśliliśmy w pierwszym obiekcie biologii molekularnej, że zrobimy – co nie było jeszcze w Polsce znane – BMS – pełną obsługę inteligentnego budynku. I zrobiliśmy to, uruchomiliśmy, a po dwóch latach była kontrola NIK, wielka awantura, że około 1,8 mln zł przeznaczaliśmy na coś, o czym nikt nie wie, o co chodzi. Ale zaczęliśmy liczyć i okazało się, że po dwóch latach eksploatacji pieniądze się zwróciły, i było zalecenie: proszę zrobić BMS na wszystkich obiektach. I to zrobiliśmy, cały pomysł był tak wymyślony, że wszystkie obiekty są złączone w jeden system uniwersalny i do dzisiaj to świetnie zdaje egzamin, to jest rozszerzane, to jest kilkanaście tysięcy punktów automatyki w każdym obiekcie, które regulują wymianę powietrza, temperaturę, wilgotność, energię elektryczną”¹.

Warto jeszcze dodać, cyt.: „Budynek IBMiB udowadnia, iż wyższe środki finansowe zainwestowane w system mogą się zwracać w postaci niskich kosztów eksploatacji. W zimie 2001/2002 obserwowano spadek kosztów eksploatacji. Przy średniej uniwersyteckiej 12 zł/m², utrzymanie obiektu kosztowało około 6 zł/m². Koszty instalacji systemu automatyki i BMS zwróciły się po 18 miesiącach”².

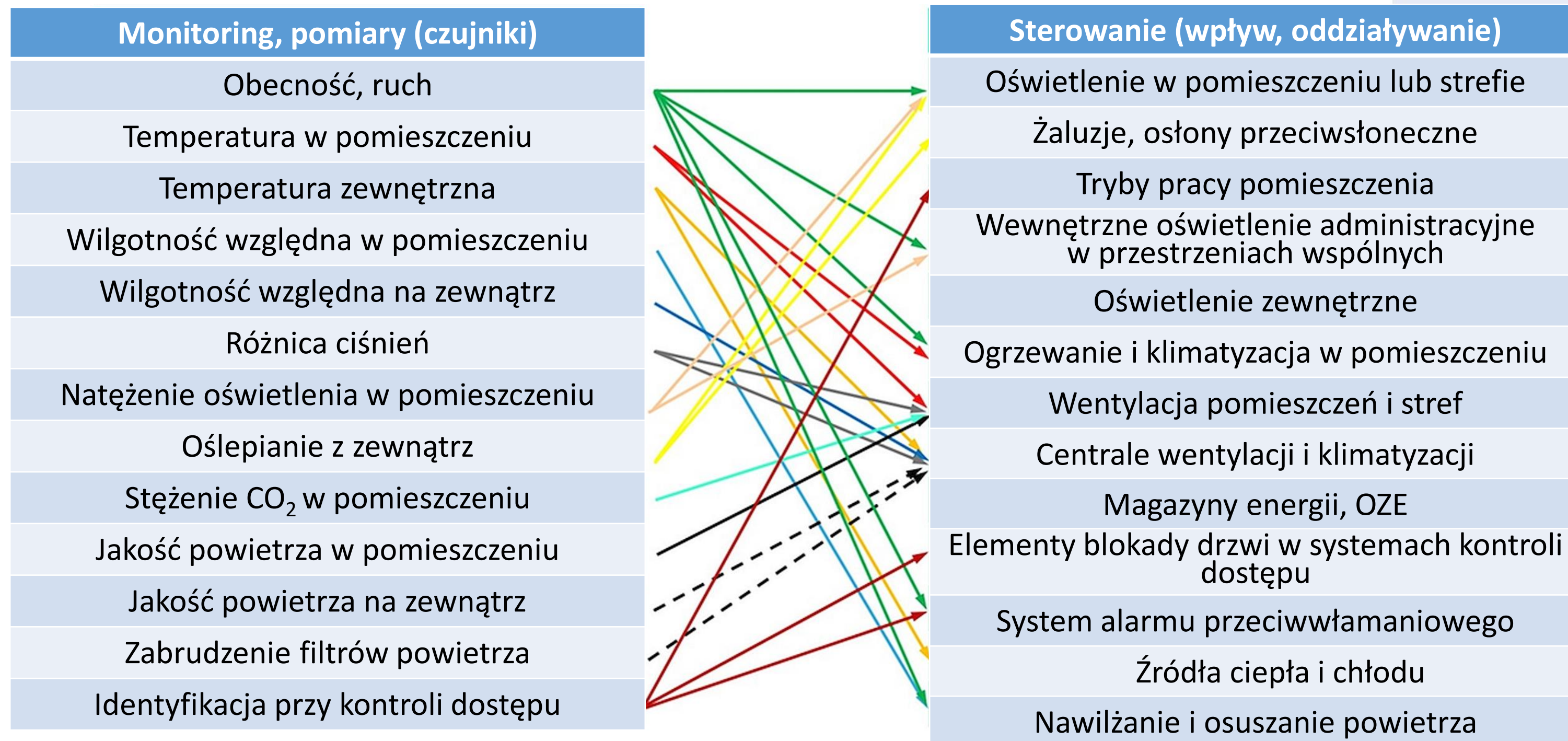
¹ Franaszek P. (red.), 2020, *Kampus 600-lecia Odnowienia Uniwersytetu Jagiellońskiego*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków, s. 142-143

² Tamże, s. 143

Paradygmaty - podsumowanie

1. System dwupoziomowy, pełna otwartość (rozumiana jako niezależność od jakiegokolwiek dostawcy na każdym poziomie i w każdym rozwiązaniu sprzętowym i programowym).
2. Poziom obiektowy – rozproszony system sterowania (DCS) oparty na otwartych protokołach sieci sterującej.
3. System zbierania danych i system nadrzędny oparty na komputerach klasy PC, lokalnych sieciach transmisji danych, standardowych protokołach LAN, w tym protokołach IP i OPC oraz przemysłowym oprogramowaniu klasy SCADA.
- 4. Bezpośrednia integracja funkcjonalności automatyki i bezpieczeństwa na poziomie obiektowym (kontrola dostępu i wykrywanie włamania) w celu sterowania zużyciem energii w każdym pomieszczeniu w zależności od zapotrzebowania (na podstawie wykrywania obecności użytkownika).**
- 5. Indywidualne sterowniki pomieszczeniowe połączone lokalną siecią sterującą na poziomie obiektowym, sterowanie i zarządzanie emisją każdej formy energii w każdym pomieszczeniu przy współdziałania różnych systemów.**

Współdziałanie systemów w budynkach Kampusu



Właściwości budynków Kampusu

Syntetyczna charakterystyka funkcjonalności

Budynek 1								
Ogrzewanie	CWU	Chłodzenie	Wentylacja	Oświetlenie	DPB	Elektryczność	ładow. EV	BMS
Lokalne sterowanie emisją ciepła w pomieszczeniach	Ładowanie zasob. Grzałki elektrycz. Pompy ciepła	Lokalne sterow. emisją chłodu w pomieszczeniach	Lokalne sterowanie przepływem powietrza w pom.	Sterowanie włącz/wyłącz od zajętości	Oslony słoneczne	Lokalne wytwarzanie energii elektrycz.	Pojemność - ile stacji ładowania	Zarządzanie czasem pracy HVAC
Emisja ciepła przez TABS	Ładowanie zasobników wodą grzewczą	Emisja chłodu przez TABS	Sterowanie przepł. pow. na poziomie centrali	Jw. + sterowanie poziomem natężenia ośw.	Otwieranie/zamykanie okien	Lokalne magazynowanie energii elektrycz.	Bilansowanie ładowania z siecią zasilającą	Wykrywanie usterek i diagnostyka
Lokalne sterowanie temperaturą medium grzewczego	Ładowanie zasobników: kolektory słoneczne, inne	Lokalne sterow. temp. medium	Zapobieganie przegrzewowi przy odzysku ciepła		Informacje dla użytkownika	Optymalizacja autokonsumpcji własnej en. elektr.	Informacje dla użytkownika	Lokalne sterowanie emisją energii zależne od zajętości
Sterowanie pompami dystrybuc. medium grzewczego	Sekwencjonow. źródeł ciepła	Sterow. pompami dystrybucyjnymi wody lodowej	Ster. temperaturą nawiewu na poziomie centrali			Zintegrowane instalacje CHP		Raportowanie wydajności TBS i zużycia energii
Magazyn TES energii cieplnej wody grzewczej	Informacje dla użytkownika	Blokada równoc. grzania i chłodz. w pomieszczeniu	Chłodzenie bierne (Free cooling)			Zastosowanie Demand-Side Management		Integracja z inteligentnymi sieciami zasilającymi
Sterowanie źródłem ciepła (bez pomp ciepła)		Magazyn wody lodowej	Informacje dla użytkownika			Raportowanie dot. lokalnych mag. ener. elektr.		Raportowanie efektywności działania DSM
Sterowanie pompami ciepła		Sterowanie źródłami chłodu				Raportowanie zużycia en. elektr.		Możliwość wyłączenia działania DSM
Sekwencjonowanie źródeł ciepła		Sekwencjonow. źródeł chłodu						Platforma informat. do TBM
Informacje dla użytkownika		Informacje dla użytkownika						
Elastyczność i współdziałanie z el. siecią zasilającą		Elastyczność i współdziałanie z el. siecią zasil.						
Poziom funkcjonalności usługi		Brak domeny	Brak usługi	0	1	2	3	4

Budynek spoza Kampusu								
Ogrzewanie	CWU	Chłodzenie	Wentylacja	Oświetlenie	DPB	Elektryczność	ładow. EV	BMS
Lokalne sterowanie emisją ciepła w pomieszczeniach	Ładowanie zasob. Grzałki elektrycz.	Lokalne sterow. emisją chłodu w pomieszczeniach	Lokalne sterowanie przepływem powietrza w pom.	Sterowanie włącz/wyłącz od zajętości	Oslony słoneczne	Lokalne wytwarzanie energii elektrycz.	Pojemność - ile stacji ładowania	Zarządzanie czasem pracy HVAC
Emisja ciepła przez TABS	Ładowanie zasobników wodą grzewczą	Emisja chłodu przez TABS	Sterowanie przepł. pow. na poziomie centrali	Jw. + sterowanie poziomem natężenia ośw.	Otwieranie/zamykanie okien	Lokalne magazynowanie energii elektrycz.	Bilansowanie ładowania z siecią zasilającą	Wykrywanie usterek i diagnostyka
Lokalne sterowanie temperaturą medium grzewczego	Ładowanie zasobników: kolektory słoneczne, inne	Lokalne sterow. temp. medium	Zapobieganie przegrzewowi przy odzysku ciepła		Informacje dla użytkownika	Optymalizacja autokonsumpcji własnej en. elektr.	Informacje dla użytkownika	Lokalne sterowanie emisją energii zależne od zajętości
Sterowanie pompami dystrybuc. medium grzewczego	Sekwencjonow. źródeł ciepła	Sterow. pompami dystrybucyjnymi wody lodowej	Ster. temperaturą nawiewu na poziomie centrali			Zintegrowane instalacje CHP		Raportowanie wydajności TBS i zużycia energii
Magazyn TES energii cieplnej wody grzewczej	Informacje dla użytkownika	Blokada równoc. grzania i chłodz. w pomieszczeniu	Chłodzenie bierne (Free cooling)			Zastosowanie Demand-Side Management		Integracja z inteligentnymi sieciami zasilającymi
Sterowanie źródłem ciepła (bez pomp ciepła)		Magazyn wody lodowej	Informacje dla użytkownika			Raportowanie dot. lokalnych mag. ener. elektr.		Raportowanie efektywności działania DSM
Sterowanie pompami ciepła		Sterowanie źródłami chłodu				Raportowanie zużycia en. elektr.		Możliwość wyłączenia działania DSM
Sekwencjonowanie źródeł ciepła		Sekwencjonow. źródeł chłodu						Platforma informat. do TBM
Informacje dla użytkownika		Informacje dla użytkownika						
Elastyczność i współdziałanie z el. siecią zasilającą		Elastyczność i współdziałanie z el. siecią zasil.						
Poziom funkcjonalności usługi		Brak domeny	Brak usługi	0	1	2	3	4

Budynek Kampusu (1) 2001 SRI = 37,3%

Inny budynek biurowy 2014 SRI = 16,2%

Prawie taki sam zestaw usług technicznych w obu budynkach, ale bardzo różne poziomy ich funkcjonalności.
Brak współdziałania pomiędzy usługami.

Wskaźnik SRI wykrywa te różnice.

Główne przyczyny stosunkowo wysokiej oceny wartości SRI budynków Kampusu:

1. Otwartość systemów na każdym poziomie sprzętu i oprogramowania.
2. Zastosowanie znormalizowanych standardów transmisji danych w każdym systemie technicznym na każdym poziomie.
3. Wymiana danych pomiędzy różnymi systemami technicznymi na poziomie obiektowym.
4. Integracja systemów automatyki instalacji technicznych (sterowanie) i systemów bezpieczeństwa (źródła sygnałów o wykorzystaniu pomieszczeń) na poziomie obiektowym i automatyczne ustawianie trybów pracy pomieszczeń w zależności od obecności/zajętości pomieszczenia.
5. Głęboka integracja funkcjonalności odpowiedzialnych za zużycie energii na poziomie obiektowym w celu osiągnięcia synergii pomiędzy różnymi systemami technicznymi budynku, możliwa dzięki punktom 1, 2, 3 i 4.

Wartość dodana dzięki dotrzymaniu wymagania otwartości

1. W kolejnych budynkach, systemach automatyki i BMS, stosowano coraz nowsze rozwiązania techniczne i informatyczne, wynikające z postępu w mikroelektronice i IT, które dzięki zachowaniu otwartości spełniały paradygmaty zdefiniowane na początku inwestycji. Nowo wdrażane systemy bezproblemowo współdziałały z systemami wdrażanymi wcześniej.
2. Dzięki przestrzeganiu paradygmatów dla systemów automatyki i BMS w kolejnych budynkach, możliwe było łatwe unowocześnianie systemów BMS w budynkach, które powstały w pierwszej fazie inwestycji (WBBiB, ZDBiWG) do poziomu systemów, które zostały zainstalowane w budynkach powstałych w końcowej fazie inwestycji. Takie modernizacje i aktualizacje mogły być przeprowadzane w trakcie normalnego użytkowania budynków, bez konieczności wyłączania ich z eksploatacji.
3. Paradygmat otwartości pozwolił na całkowitą unifikację sprzętu serwerowego, systemów operacyjnych, oprogramowania SCADA-BMS i interfejsu użytkownika dla wszystkich budynków do najnowszych dostępnych wersji, niezależnie od daty oddania budynku do użytkowania.
4. Utrzymanie tego paradygmatu pozwala także na dalsze modernizacje, rozbudowy i rozwój, w tym wdrożenie centralnego systemu zarządzania energią na terenie kampusu w oparciu o współpracę z lokalnymi klastrami energii odnawialnej i inteligentnymi sieciami zasilającymi.

Konkluzja końcowa

Wdrażana obecnie w Unii Europejskiej, prawie 25 lat po opracowaniu paradygmatów inteligentnych budynków dla Kampusu 600-lecia Odnowienia Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie

metodyka ewaluacji wskaźnika gotowości budynków do inteligencji (SRI)

w pełni potwierdziła słuszność zaproponowanej wówczas koncepcji systemów sterowania instalacjami technicznymi w budynkach Kampusu pod kątem:

- 1. Wysokiej efektywności energetycznej budynków,**
- 2. Obniżania kosztów eksploatacji przy jednoczesnym zapewnieniu komfortu i spełnianiu oczekiwań/wymagań użytkowników,**
- 3. Gotowości do wykorzystania nowoczesnych technologii.**

Dziękuję za uwagę

Pytania?

Paweł Kwasnowski
kwasn@agh.edu.pl



Seminarium #5 projektu OTE

Wykład #8 cyklu Konteksty transformacji energetycznej



**DOFINANSOWANO
ZE ŚRODKÓW BUDŻETU PAŃSTWA**

**SPOŁECZNY I GOSPODARCZY ROZWÓJ POLSKI W WARUNKACH
GLOBALIZUJĄCYCH SIĘ RYNKÓW
GOSPOSTRATEG**

Obserwatorium Transformacji Energetycznej jako instrument wspierania
społeczno-gospodarczego rozwoju Polski (OTE)

DOFINANSOWANIE
7 719 705 PLN
CAŁKOWITA WARTOŚĆ
7 881 705 PLN



**Projekt współfinansowany przez Narodowe Centrum Badań
i Rozwoju w ramach programu badań naukowych i prac
rozwojowych "Społeczny i gospodarczy rozwój Polski
w warunkach globalizujących się rynków" GOSPOSTRATEG**

Wniosek GOSPOSTRATEG.IX-000D_22
Wartość projektu: 7 881 705 PLN
Wartość dofinansowania: 7 719 705 PLN