

Wyniki fazy testów metodyki ewaluacji wskaźnika SRI w Polsce w ramach projektu OTE

Abstrakt: W artykule omówiono wyniki fazy testów metodyki ewaluacji wskaźnika SRI w Polsce. Przedstawiono miejsce i rolę testowania metodyki ewaluacji SRI w projekcie Obserwatorium Transformacji Energetycznej (OTE) oraz uzasadniono powód włączenia tej tematyki do projektu. Omówiono szczegółowo przewidziane do realizacji zagadnienia badawcze i wdrożeniowe dotyczące wskaźnika SRI. Zwrócono uwagę, że wskaźnik gotowości budynku do inteligencji jest ważnym narzędziem służącym do oceny postępu transformacji energetycznej u największego konsumenta energii, jakim są zasoby budowlane. Z tych samych przyczyn wskaźnik może być istotnym składnikiem „indeksu transformacji energetycznej”, który jest opracowywany w ramach projektu OTE. Zaprezentowano działania podjęte w celu oficjalnego wprowadzenia Polski do europejskiej fazy testów metodyki ewaluacji wskaźnika i przedstawiono korzyści wynikające ze współpracy pomiędzy wykonawcami testów w różnych państwach członkowskich UE. W trakcie realizacji prac podjęto działania służące przybliżeniu tematyki ewaluacji wskaźnika w zainteresowanych środowiskach w Polsce. Opracowano polską wersję językową narzędzia do obliczeń wskaźnika oraz kwestionariusze i wskazówki ułatwiające wykonywanie audytów, a także przygotowano materiały szkoleniowe dla przyszłych audytorów. Zaproponowano graficzną metodę prezentacji wyników ewaluacji za pomocą syntetycznej charakterystyki gotowości budynku do inteligencji. Przedstawiono i omówiono wyniki ewaluacji łącznie 20 budynków w Polsce na tle wyników badań przeprowadzonych w innych państwach członkowskich UE. Przedyskutowano wnioski wynikające z realizacji fazy testów metodyki. Stwierdzono, że testowana metodyka ewaluacji spełnia swoje zadanie, ale przed wdrożeniem do obowiązkowej praktyki wymaga pewnych korekt, których listę zamieszczono w ostatnim rozdziale artykułu.

Słowa kluczowe: projekt OTE, SRI, wskaźnik gotowości budynku do inteligencji, ewaluacja SRI

Wprowadzenie

Projekt „Obserwatorium Transformacji Energetycznej (OTE) jako narzędzie wspierania rozwoju społeczno-gospodarczego w Polsce” jest realizowany w latach 2023–2025 przez konsorcjum, w skład którego wchodzi: Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Ministerstwo

Klimatu i Środowiska (MKiŚ) oraz Narodowe Centrum Badań Jądrowych (NCBJ). Konsorcjum wygrało konkurs w ramach Strategicznego Programu Badań Naukowych i Prac Rozwojowych „Społeczny i gospodarczy rozwój Polski w warunkach globalizujących się rynków” GOSPOSTRATEG Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Jak deklarują wykonawcy, „nadrzędnym celem projektu jest utworzenie Obserwatorium Transformacji Energetycznej (OTE) – instrumentu wspierającego optymalne podejmowanie decyzji w obszarze transformacji energetycznej (TE). Zaawansowany i precyzyjny aparat analityczny oraz repozytorium wiarygodnych danych umożliwią prowadzenie w ramach OTE oceny kosztów i korzyści związanych z wdrażaniem technologii energetycznych. W efekcie powstaną narzędzia umożliwiające podmiotom realizującym politykę rozwoju planowanie działań i programów w oparciu o obiektywne i bezstronne kryteria” (Obserwatorium Transformacji Energetycznej b.d.). W Tab. 1 przedstawiono kierunki działań oraz narzędzia analityczne opracowywane w ramach projektu. Transformacja energetyczna to proces drastycznego przekształcenia miksu energetycznego w krótkim czasie w celu ograniczenia efektu cieplarnianego powodowanego wykorzystaniem energii pochodzącej ze spalania paliw kopalnych. TE oddziałuje na wiele dziedzin, m.in. na makroekonomię, uwarunkowania społeczne oraz zmiany klimatyczne. Dlatego procesy zachodzące pod jej wpływem wymagają monitorowania w wielu aspektach.

W tabeli wymieniono te obszary transformacji, które są przedmiotem działań Obserwatorium.

Tab. 1. Umieszczenie tematu „gotowość budynków do inteligencji” w projekcie OTE

	Makroekonomiczne efekty generowane przez TE	Społeczne uwarunkowania i skutki TE	Wskaźniki monitorujące proces TE w obszarze zmian klimatycznych i jakości środowiska	Opracowanie wskaźników monitorujących proces transformacji energetycznej w zakresie aspektów technicznych
NARZĘDZIA OTE	1. Makroekonomiczne efekty TE	2. Postawy społeczne wobec TE	4. Środowiskowe efekty TE	7. Zdolności przyłączeniowe sieci dla RZE (WZPS)
		3. Wyzwania społeczne związane z TE	5. „Zefir dla Polski”	8. Gotowość budynków do inteligencji (SRI)
			6. „Zefir dla domu”	
CEL	9. Indeks TE			

W ramach projektu OTE wszystkie wymienione wyżej elementy są przedmiotem badań, których końcowym celem jest przygotowanie narzędzi analitycznych do obserwacji postępu i skutków TE w Polsce. Narzędzia te pozwolą na wszechstronną ocenę procesu transformacji za pomocą wskaźnika w postaci „indeksu transformacji energetycznej”. W ramach działań związanych z opracowaniem wskaźników monitorujących proces transformacji energetycznej w zakresie aspektów technicznych zaplanowano realizację dwóch zadań:

- 1) opracowanie metodyki wyznaczania wskaźnika zdolności przyłączeniowej sieci (WZPS) RZE, określającego potencjał sieci elektroenergetycznej do przyłączania rozproszonych, odnawialnych źródeł energii;
- 2) opracowanie krajowej metodyki oceny gotowości budynków do wykorzystania inteligentnych rozwiązań za pomocą wskaźnika gotowości do inteligencji SRI (*smart readiness indicator*).

Pierwsze z wymienionych zadań koncentruje się na stronie zasilania i opracowaniu narzędzia analitycznego do badania potencjału sieci elektroenergetycznej do zwiększenia możliwości zasilania dzięki przyłączaniu rozproszonych odnawialnych źródeł energii. Zadanie drugie poświęcone jest analizie odbioru energii elektrycznej przez największego konsumenta energii, jakim są budynki. Od końca XX w. zasoby

budowlane w Unii Europejskiej zużywają co najmniej 40% energii (EPBD 2002; w artykule przyjęto, że kolejne wersje dyrektywy EPBD będą oznaczane skrótem i rokiem uchwalenia dokumentu) i zjawisko to ma trend wzrostowy. Aktualną sytuację przedstawiają dane ze strony internetowej Komisji Europejskiej (European Commission b.d.a) zacytowane na Rys. 1.

Prowadzone analizy wykazały, że oprócz polepszenia parametrów izolacji cieplnej przegród zewnętrznych w budynkach, dalszy postęp w ograniczeniu zapotrzebowania na energię i zwiększenie efektywności energetycznej obiektów do poziomu budynków o niemal zerowym zużyciu energii (EPBD 2010) mogą nastąpić przy współdziałaniu takich pięciu czynników jak:

- 1) wysokiej jakości izolacja termiczna i szczelność powłoki (przegród zewnętrznych budynków) (EPBD 2002);
- 2) lokalnie produkowana energia odnawialna (*renewable electricity production*) (De Groote 2016);
- 3) magazynowanie energii (*energy storage*) ze źródeł odnawialnych wtedy, kiedy jest dostępna (De Groote 2016);
- 4) współdziałanie z siecią zasilającą w zakresie dopasowania odbioru energii do możliwości sieci zasilającej (*demand side response*) (De Groote 2016);
- 5) inteligentne sterowanie instalacjami technicznymi budynku z wykorzystaniem inteligentnych technologii (EPBD 2018).



Rys. 1. Aktualne dane Komisji Europejskiej na temat zużycia energii przez budynki

W celu pomiaru stopnia spełniania przez budynki tych wymagań w dyrektywie EPBD z 2018 r. zdefiniowano założenia do opracowania wskaźnika gotowości budynków do inteligencji, a także uruchomiono procedurę opracowania metodyki jego ewaluacji. Wskaźnik jest bardzo ważnym elementem **oceny wpływu obiektów budowlanych na postęp transformacji energetycznej**. Z tego powodu temat wdrożenia metodyki ewaluacji wskaźnika SRI w Polsce włączono do projektu OTE jako jeden ze składników „indeksu transformacji energetycznej”.

Metodykę obliczeń wskaźnika przedstawiono szczegółowo w bieżącym wydaniu „Energetyki Rozproszonej”, w artykule *Metodyka ewaluacji wskaźnika SRI*. Z kolei w artykule *Wstępne wyniki fazy testów*

metodyki ewaluacji wskaźnika SRI w Unii Europejskiej przedstawiono drogę od uchwalenia dyrektywy z 2018 r. do uruchomienia fazy testów metodyki ewaluacji wskaźnika SRI w państwach członkowskich UE. Polska formalnie przystąpiła do tego procesu w kwietniu 2024 r.

Wskaźnik gotowości budynków do inteligencji w projekcie OTE

Działania dotyczące wskaźnika SRI zaplanowano w projekcie dla fazy badań przemysłowych (październik 2023–czerwiec 2024) oraz fazy prac przedwdrożeńowych (lipiec 2024–listopad 2025).

Plan dla fazy badań przemysłowych obejmował następujące działania.

- Opracowanie i testowanie krajowej metodyki oceny gotowości budynków do inteligencji. Po analizie aktualnego stanu prawnego oraz dokumentów unijnych dotyczących wdrażania wskaźnika SRI przygotowana zostanie polska wersja językowa arkusza kalkulacyjnego SRI excel sheet_v4.5 (dalej w skrócie: SRI_v4.5), która będzie testowana podczas oceny wskaźnika SRI dla co najmniej pięciu budynków. Pozwoli to zebrać doświadczenia w zakresie użytkowania narzędzia do realizacji obliczeń SRI oraz przygotowania metodyki szkoleń audytorów.
- Opracowanie przewodnika do metodyki oceny wskaźnika SRI w warunkach polskich jako wprowadzenie do szkoleń audytorów.

Plan dla fazy prac przedwdrożeniowych obejmował następujące działania.

- Przeprowadzenie szkolenia dla audytorów w trybie stacjonarnym, zakończonego testem weryfikującym nabyte kompetencje (minimum 10 osób).
- Przeprowadzenie cyklu otwartych wykładów online z testem kompetencyjnym przed szkoleniem i po szkoleniu; egzamin (min. 50 osób) zakończony potwierdzeniem kompetencji (wymagany wynik powyżej 80%) w zakresie oceny wartości SRI dla budynków.
- Wykonanie pilotażowej oceny wskaźnika SRI dla ok. 50 budynków przez przeszkolonych audytorów, opracowanie raportu i podsumowania wyników pilotażu.
- Ocena wskaźnika SRI dla co najmniej sześciu budynków referencyjnych wskazanych przez samorząd miasta Krakowa.

W trakcie realizacji fazy badań przemysłowych w okresie od października 2023 r. do czerwca 2024 r. wykonane zostały następujące prace.

- Formalne wprowadzenie Polski do europejskiej fazy testów metodyki ewaluacji wskaźnika SRI (8 kwietnia 2024 r.).

- Czynne uczestnictwo w grupie roboczej WG1 ds. testów (SRI WG1) w ramach Platformy SRI (SRI Platform).
- Bieżąca współpraca z Zespołem wsparcia SRI (SRI Support Team) przy DG ENER.
- Opublikowanie artykułu *SRI – inteligentne budynki w świetle dyrektywy EPBD: 2018 – część 1* w miesięczniku „Inżynier Budownictwa” nr 3/2024 wydawanym przez Polską Izbę Inżynierów Budownictwa.
- Opracowanie polskiej wersji językowej arkusza kalkulacyjnego SRI_v4.5.
- Opracowanie formularzy do audytu w celu ułatwienia zbierania danych niezbędnych do obliczenia wskaźnika SRI.
- Przeprowadzenie audytu wskaźnika SRI dla 10 różnych budynków z wykorzystaniem polskojęzycznej wersji arkusza kalkulacyjnego SRI_v4.5, wraz z weryfikacją arkusza.
- Opracowanie syntetycznej charakterystyki instalacji technicznych budynku pod kątem ewaluacji SRI.
- Uczestnictwo w posiedzeniach SRI WG1 i prezentacja wyników pierwszych testów SRI w Polsce.
- Przygotowanie materiałów informacyjnych w języku polskim na stronę SRI in EU Countries (European Commission b.d.b).
- Opracowanie instrukcji użytkowania arkusza kalkulacyjnego do ewaluacji wskaźnika SRI – materiał szkoleniowy.
- Opracowanie prezentacji szkoleniowej *Metodyka szacowania wskaźnika SRI – część 1*.
- Opracowanie uwag i wniosków dotyczących możliwości udoskonalenia arkusza SRI_v4.5.

Faza prac przedwdrożeniowych jest aktualnie w trakcie realizacji. Zgodnie z przyjętym planem w okresie od lipca 2024 r. do lutego 2025 r. wykonawcy zrealizują następujące prace:

- Czynne uczestnictwo w grupie roboczej WG1 ds. testów w Platformie SRI.
- Bieżąca współpraca z Zespołem wsparcia SRI przy DG ENER.

- Promocja tematyki SRI na II Kongresie Energetyki Rozproszonej (panel ekspertów: budownictwo) oraz na II Konferencji Naukowej Energetyki Rozproszonej – referat i udział w sesji posterowej, łącznie trzy tematy dotyczące ewaluacji wskaźnika SRI.
- Przygotowanie artykułu *SRI – inteligentne budynki w świetle dyrektywy EPBD: 2018 – część 2* do miesięcznika „Inżynier Budownictwa”.
- Przeprowadzenie audytu wskaźnika SRI dla 12 budynków Kampusu UJ.
- Uczestnictwo w posiedzeniach SRI WG1 i prezentacja wyników kolejnych testów SRI w Polsce.
- Uczestnictwo w Zespole zadaniowym ds. obliczeń SRI (SRI Calculation Task Force) w ramach Platformy SRI.
- Opracowanie programu szkoleń pierwszej grupy audytorów SRI w Polsce.
- Przygotowanie materiałów do przeprowadzenia szkolenia audytorów.
- Przeprowadzenie szkolenia stacjonarnego pierwszej grupy uczestników (13 osób).
- Uczestnictwo w pracach komitetu technicznego CEN/TC-247 (Europejski Komitet Normalizacyjny/Komitet Techniczny 247 ds. automatyki i sterowania oraz zarządzania budynkami) w zakresie normalizacji metodyki ewaluacji wskaźnika SRI.

Ewaluacja wskaźnika SRI w ramach fazy badań przemysłowych

Metodyka badań

Do obliczenia wartości wskaźnika SRI dla badanych budynków zastosowano eksperymentalny arkusz kalkulacyjny *SRI_calculation-sheet_v4.5* (dalej w skrócie: *SRI_v4.5*) udostępniony przez Zespół wsparcia SRI. Arkusz jest złożonym narzędziem obliczeniowym uwzględniającym wszystkie aspekty ewaluacji wskaźnika SRI, w tym możliwość szczegółowego zdefiniowania instalacji technicznych badanego budynku oraz ich funkcjonalności, łącznie z metodami sterowania tymi

instalacji. Wprowadzanie danych do arkusza obejmuje analizę ok. 270 właściwości instalacji technicznych stosowanych w budynku poddawany ewaluacji. Wymaga to używania ok. 1200 pojęć angielskojęzycznych stosowanych w arkuszu.

Ponieważ podczas ewaluacji konkretnego budynku konieczne jest ustalanie szczegółów ze służbami utrzymania ruchu oraz obsługą systemów technicznych budynku, w tym BMS, zdecydowano, że w pierwszej kolejności trzeba przeprowadzić lokalizację tego narzędzia do języka polskiego, co zostało zrealizowane.

Arkusz *SRI_v4.5* jako aplikacja komputerowa umożliwia oczywiście bezpośrednie wprowadzanie danych pozyskiwanych podczas wywiadów ze służbami technicznymi badanych budynków, jednakże ze względu na rozmiar tabel i ilość wprowadzanych danych praca z arkuszem w warunkach niestacjonarnych jest dość czasochłonna i uciążliwa. Z tego powodu w celu sprawnego przeprowadzania audytów technicznych opracowano papierową wersję ankiet w języku polskim do pozyskiwania danych na temat instalacji technicznych oraz ich funkcjonalności w badanych budynkach. Przykład arkusza ankiety dla domeny **wentylacja** zamieszczono w Tab. 2. Aby użyć arkusza, należy wydrukować go na formacie A3 – zajmuje on wówczas osiem stron i zawiera wszystkie domeny wraz z kompletami usług i szczegółową specyfikacją wszystkich poziomów ich funkcjonalności.

Dzięki przyjętym rozwiązaniom znacznie skrócono czas przeprowadzania ankiet. Po pierwsze podczas przeprowadzania wywiadów ze służbami technicznymi budynku nie ma już potrzeby bieżącego tłumaczenia specjalistycznej terminologii z języka angielskiego na język polski. Po drugie określone informacje wystarczy odznaczać na papierowej ankiecie, zlikwidowano więc konieczność wpisywania parametrów do dużego i wymagającego ciągłego przewijania na ekranie okien arkusza kalkulacyjnego. Sam proces zbierania danych o budynku został skrócony do ok. 1,5–2,5 godziny, w zależności od wiedzy służb utrzymania ruchu na temat funkcjonalności instalacji w badanym budynku oraz konieczności (lub nie) sięgania do dokumentacji technicznej instalacji budynku.

Tab. 2. Przykład arkusza ankiety do audytu – domena wentylacja

Usługa		Poziom funkcjonalności usługi											
		0	1	2	3	4							
Ankieta do audytu budynku wg arkusza kalkulacyjnego SRI v. 4.5 Domena Wentylacja wymuszona													
A	B	C	D	E	F	G	H	I	U	V	W	X	Y
Domena	Kod	Grupa usług	Usługa gotowa do inteligencji	Poziom funkcjonalności 0 (jako nieinteligentny - domyślny)	Poziom funkcjonalności 1	Poziom funkcjonalności 2	Poziom funkcjonalności 3	Poziom funkcjonalności 4	Czy usługa jest używana	Procent pokrycia budynku i usług i sterow.	Poziom sterowania	Procent pokrycia alternat. poziom. sterow.	Alternat. poziom tej usługi
1	Wentylacja wymuszona												
29	V-1a	Sterowanie przepływem powietrza	Sterowanie przepływem powietrza na poziomie pomieszczenia, np. klapy, VAV	Brak systemu wentylacji lub sterowanie ręczne	Sterowanie wg czasu (zegara)	Sterowanie na bazie wykrywania zajętości	Centralne sterowanie popytem (zapotrzebowaniem) oparte na czujnikach jakości powietrza (CO ₂ , LZO) [dotnie względnie ograniczenie] wilgotność	Lokalne sterowanie zapotrzebowaniem w oparciu o czujniki jakości powietrza (CO ₂ , LZO) i regulację za pomocą przepustnic lokalnego przepływu z/do strefy					
30	V-1c	Sterowanie przepływem powietrza	Sterowanie przepływem lub ciśnieniem powietrza na poziomie centrali wentylacyjnej	Brak sterowania automatycznego; ciągłe zasilanie przepływu powietrza na maksymalne zapotrzebowanie wszystkich pomieszczeń	Sterowanie załącz/wyłącz wg czasu; ciągłe dostarczanie przepływu powietrza wg maksymalnego zapotrzebowania we wszystkich pomieszczeniach podczas nominalnego czasu zajętości	Sterowanie wielostopniowe: w celu obniżenia zapotrzebowania na dodatkową energię używaną przez wentylatory	Automatyczne sterowanie przepływem (powietrza) lub ciśnieniem bez rezerwowania ciśnienia; zasilanie strumieniem powietrza w zależności od obciążenia dla zapotrzebowania wszystkich podłączonych pomieszczeń (dla systemów o zmiennej ilości powietrza z VFD)	Automatyczna regulacja przepływu lub ciśnienia z resetowaniem ciśnienia; Zasilanie strumieniem powietrza w zależności od obciążenia zapotrzebowania wszystkich podłączonych pomieszczeń (dla systemów o zmiennej ilości powietrza z VFD)					
31	V-2c	Sterowanie temperaturą powietrza	Sterowanie odzyskiem ciepła; zapobieganie przegrzaniu	Brak zabezpieczenia przed przegrzewaniem	Modulacja lub obcięcie (bypass) wymiennika odzysku ciepła na podstawie czujników w wywiejanym powietrzu	Modulowanie lub obcięcie (bypass) wymiennika odzysku ciepła na podstawie czujników temperatury z wielu pomieszczeń lub sterowania predykcyjnego	Nie zdefiniowano tego poziomu funkcjonalności dla tej usługi	Nie zdefiniowano tego poziomu funkcjonalności dla tej usługi					
32	V-2d	Sterowanie temperaturą powietrza	Sterowanie temperaturą powietrza na poziomie centrali wentylacyjnej	Brak sterowania automatycznego	Stala wartość zadana; pętla sterowania stabilizuje temperaturę powietrza nawiewanego; wartość zadana jest stała i może być zmodyfikowana wyłącznie ręcznie	Zmniejsza wartość zadana z kompensacją zależną od obciążenia; pętla sterowania umożliwia sterowanie temperaturą powietrza nawiewanego; wartość zadana jest definiowana jako funkcja obciążenia w pomieszczeniu	Sterowanie na podstawie entalpii (H-X): ilość powietrza zewnętrznego i powietrza recykulacyjnego są modulowane przez cały czas, aby zminimalizować ilość chłodzenia mechanicznego; obliczenia przeprowadza się na podstawie temperatury i wilgotności (entalpii)	Nie zdefiniowano tego poziomu funkcjonalności dla tej usługi					
33	V-3	Chłodzenie pasywne - Free cooling	Free cooling (chłodzenie bierne, nocne) przez system wentylacji mechanicznej	Brak sterowania automatycznego	Chłodzenie nocne (free cooling)	Free cooling: (chłodzenie bierne) modułowany przepływ powietrza przez cały czas w celu minimalizacji ilości chłodzenia mechanicznego	Monitorowanie w czasie rzeczywistym i informacje historyczne o jakości powietrza w pomieszczeniach dostępne dla użytkowników + ostrzeżenia o potrzebach konserwacyjnych lub działaniach użytkowników (np. otwieranie okien)	Nie zdefiniowano tego poziomu funkcjonalności dla tej usługi					
34	V-6	Informacja zwrotna - raportowanie	Reportowanie informacji dotyczących jakości powietrza wewnątrz budynku	Brak raportowania	Czujniki jakości powietrza (np. CO ₂) i autonomiczne monitorowanie w czasie rzeczywistym	Monitorowanie w czasie rzeczywistym i dane historyczne dotyczące jakości powietrza dostępne dla użytkowników	Nie zdefiniowano tego poziomu funkcjonalności dla tej usługi	Nie zdefiniowano tego poziomu funkcjonalności dla tej usługi					

Oznaczenie, czy dana usługa jest stosowana w budynku? ↑

W jakiej części budynku (w procentach) jest używany główny poziom funkcjonalności danej usługi? ↑

Główny poziom funkcjonalności danej usługi (używany w przeważającej części budynku) ↑

W jakiej części budynku (w procentach) jest używany inny poziom funkcjonalności danej usługi? ↑

Alternatywny poziom funkcjonalności danej usługi (używany w mniejszej części budynku) ↑

Dane zebrane za pomocą ankiety można wprowadzić do arkusza kalkulacyjnego w warunkach stacjonarnych w ciągu ok. 15–45 minut, w zależności od poziomu zaawansowania technicznego instalacji w budynku. Ponieważ gromadzone dane techniczne mogą mieć charakter wrażliwy, badane budynki zostały poddane anonimizacji i w dalszej części artykułu oznaczone są nazwami Budynek 1–10.

Arkusz kalkulacyjny umożliwia wygenerowanie wyników audytu w postaci dwóch stron formatu A4. Na pierwszej stronie zamieszczone są podstawowe dane o budynku i stosowanych w nim domenach technicznych, a także informacje o audytorze i dacie przeprowadzenia audytu. Na drugiej stronie znajdują się: wynik końcowy wskaźnika SRI i wynikająca z niego klasa SRI budynku oraz wykresy słupkowe wyników kategorii wpływu i oceny wpływu poszczególnych domen. Ponadto zamieszczona jest macierz przedstawiająca wyniki liczbowe wpływu poszczególnych domen na wszystkie kategorie wpływu, czyli na podstawowe oczekiwane właściwości budynku, a także wyniki zagregowane SRI w kategoriach: **budynek**, **użytkownik** oraz **sieć zasilająca**. Przykład raportu wytwarzanego przez arkusz SRI_v4.5 przedstawiono na Rys. 2 i 3.

Po wprowadzonych rozszerzeniach z arkusza kalkulacyjnego można wydrukować także szczegółowe arkusze oceny domen, ich instalacji technicznych (czyli usług) wraz z uwzględnionym w obliczeniach poziomem funkcjonalności. W przypadku gdy dana usługa występuje w budynku z dwoma poziomami funkcjonalności, podawany jest ich udział procentowy w obiekcie. Przykład takiego wydruku zamieszczono w Tab. 3. Zestaw wypełnionych danymi arkuszy dla wszystkich domen, po podpisaniu przez administratora budynku, stanowi dokument potwierdzający przeprowadzenie audytu. Wydruki arkuszy informacji o domenach zawierają komplet informacji o właściwościach instalacji technicznych ocenianego budynku. Jednak ze względu na konieczność szczegółowego przeglądu ośmiu arkuszy formatu A3 nie dają możliwości szybkiego wglądu i łatwej oceny przyczyn uzyskania przez budynek określonej wartości wskaźnika SRI.

Przedstawiony na Rys. 2 i 3 standardowy raport prezentujący wyniki oceny wskaźnika SRI dla konkretnego budynku także nie pozwala odpowiedzieć wprost na pytanie, dlaczego jeden budynek uzyskał niską wartość wskaźnika, a inny wysoką.

Raport z ewaluacji wskaźnika gotowości budynku do inteligencji (SRI)

INFORMACJE O AUDYTORZE	
Nazwisko i imię	Nazwisko i imię
Organizacja	Audyt SRI
Kontakt	
adres e-mail:	xxxx@yyyyy
Nr telefonu (opcjonalnie)	xx xxx xxx xxx

OGÓLNE INFORMACJE O BUDYNKU	
Typ budynku	niemieszkalny
Sposób użytkowania	niemieszkalny - edukacja
Lokalizacja	Polska
Strefa klimatyczna	Europa Północno-Wschodnia
Całkowita powierzchnia użytkowa budynku	1.000 - 10.000 m ²
Rok budowy	> 2010
Stan budynku	Oryginalny
	Budynek przykładowy art. 3
Proszę zamieścić krótki opis budynku	
Adres	Kraków

Wybrana metodyka oceny	
Współczynniki wagowe	Domyślny
Preferowany katalog usług	B
Domeny w budynku Czy następujące systemy techniczne występują w budynku? Jeżeli nie, to czy są obowiązkowe w nowych budynkach w Polsce? 1 - Domena występuje w budynku; 2 - Domeny nie ma, ale jest obowiązkowa; 0 - Domeny nie ma i nie jest obowiązkowa	
Ogrzewanie	1
Ciepła woda użytkowa	1
Chłodzenie	1
Wentylacja wymuszona	1
Oświetlenie	1
Dynamiczna powłoka budynku	1
Elektryczność - OZE, magazyny i sieć	1
Ładowanie pojazdów elektrycznych	0
Monitoring i sterowanie	1

DATA AUDYTU	
Rok	2024
Miesiąc	9
Dzień	29

Faza testów metodyki ewaluacji wskaźnika SRI w Polsce

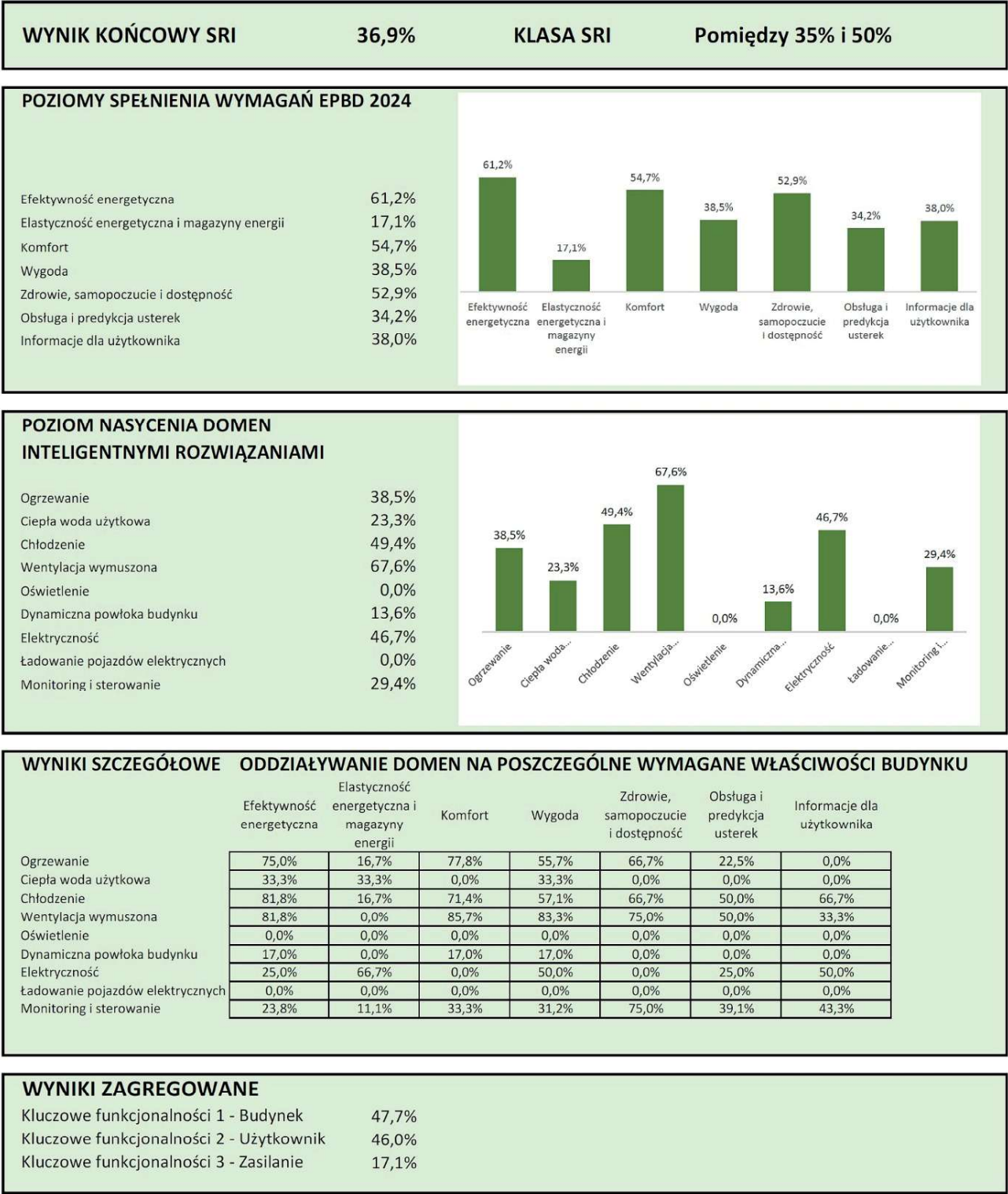
Projekt Obserwatorium Transformacji Energetycznej

Rys. 2. Przykład raportu z audytu – informacja o budynku

Raport z ewaluacji wskaźnika gotowości budynku do inteligencji (SRI)

Obliczenia SRI zostały wykonane za pomocą narzędzia eksperymentalnego. Należy pamiętać, że wyniki i wizualna prezentacja wyników służą wyłącznie do celów testowych. Korzystanie z tego eksperymentalnego narzędzia w żadnym wypadku nie może prowadzić do roszczeń dotyczących rzeczywistej punktacji lub certyfikatu budynku.

Arkusz kalkulacyjny SRI



Rys. 3. Przykład raportu z audytu – wyniki szczegółowe

Tab. 3. Przykład – wypełniony danymi arkusz audytu dla domeny ogrzewanie

Ankieta do audytu budynku wg arkusza kalkulacyjnego SRI v. 4.5 Arkusz 1 z 8 Domena Ogrzewanie													Dane z audytu budynku 9				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	U	V	W	X	Y			
	Domena	Kod	Grupa usług	Usługa gotowa do inteligencji	Poziom funkcjonalności 0 (jako nieinteligentny - domyślny)	Poziom funkcjonalności 1	Poziom funkcjonalności 2	Poziom funkcjonalności 3	Poziom funkcjonalności 4	Czy usługa jest używana	Procent pokrycia budynku usługą i poziom. sterow.	Procent pokrycia alternat. sterow. i poziom. usług	Procent alternat. sterow. i poziom. usług	Alternat. poziom. usług			
1	Ogrzewanie	H-1a	Serowanie ogrzewaniem - strona odboru	Sterowanie emisją ciepła w pomieszczeniach, np. grzejniki wodne (kaloryfery), klimatyzatory, grzejniki elektryczne	Brak sterowania automatycznego	Centralne sterowanie automatyczne (np. centralny termostat)	Indywidualne sterowanie w pomieszczeniu (pokój) np. zawory termostaticzne lub sterowniki elektroniczne	Indywidualne sterowanie pomieszczeniowe z komunikacją między sterownikami i z systemem automatyki sterowania budynków (BACS).	Indywidualne sterowanie pomieszczeniem z dwukierunkową komunikacją i wykrywaniem zażęość	1	90%	4	10%	2			
4	Ogrzewanie	H-1b	Serowanie ogrzewaniem - strona odboru	Sterowanie emisją dla elementów struktury budynku (TABS) (tryb grzania), np. ogrzewanie podłogowe, ściennie, itp.	Brak sterowania automatycznego	Centralne sterowanie automatyczne	Zaawansowane centralne sterowanie automatyczne	Zaawansowane centralne sterowanie automatyczne z pracą przerywaną i/lub sterowaniem ze sprzężeniem zwrotnym od temperatury w pomieszczeniu	Nie zdefiniowano tego poziomu funkcjonalności dla tej usługi	0	-	-	-	-			
5	Ogrzewanie	H-1c	Serowanie ogrzewaniem - strona odboru	Dotyczy pomieszczeń. Sterowanie temperaturą medium na zasilaniu lub powrocie (przepływającego powietrza lub wody) - Pdobna funkcja może być stosowana do sterowania instalacją z bezpośrednim ogrzewaniem elektrycznym	Brak sterowania automatycznego	Sterowanie pogodowe na podstawie temperatury zewnętrznej	Sterowanie wg zapotrzebowania	Nie zdefiniowano tego poziomu funkcjonalności dla tej usługi	Nie zdefiniowano tego poziomu funkcjonalności dla tej usługi	0	-	-	-	-			
6	Ogrzewanie	H-1d	Serowanie ogrzewaniem - strona odboru	Sterowanie pompami dystrybucyjnymi w instalacjach z medium grzewczym	Brak sterowania automatycznego	Sterowanie włącz/wyłącz	Sterowanie wielostopniowe	Sterowanie zmieniając prędkością pomp na stałą lub zmieniając wartość Δp (automatycznie wewn. pomp)	Sterowanie zmieniając prędkością pomp na stałą lub zmieniając wartość Δp (automatycznie wewn. pomp)	1	100%	4	-	-			
7	Ogrzewanie	H-1f	Serowanie ogrzewaniem - strona odboru	Magazyn energii cieplnej (TES) (tryb do ogrzewania budynku (z wyłączeniem TABs)	Ciągłe działanie magazynu	Działanie magazynu według harmonogramu czasowego	Działanie magazynu oparte na przewidywaniu obciążenia	Magazyrowanie ciepła z możliwością elastycznego sterowania za pomocą sygnałów z sieci zasilania (np. DSM)	Nie zdefiniowano tego poziomu funkcjonalności dla tej usługi	0	-	-	-	-			
8	Ogrzewanie	H-2a	Serowanie ogrzewaniem - źródło ciepła	Sterowanie źródłem ciepła (za wyjątkiem pomp ciepła)	Stabilizacja temperatury	Zmienne sterowanie temperaturą w zależności od temperatury zewnętrznej	Zmienne sterowanie temperaturą w zależności od obciążenia (np. zależność od wartości zadanej temperatury wody zasilającej)	Nie zdefiniowano tego poziomu funkcjonalności dla tej usługi	Nie zdefiniowano tego poziomu funkcjonalności dla tej usługi	1	100%	2	-	-			
9	Ogrzewanie	H-2b	Serowanie ogrzewaniem - źródło ciepła	Sterowanie źródłem ciepła (dla pomp ciepła)	Sterowanie złącz/wyłącz źródła ciepła	Wielostopniowe serowanie wydajnością źródła ciepła zależnie od obciążenia lub zapotrzebowania (np. załączenie/wyłączenie kilku sprężarek)	Zmienne sterowanie wydajnością źródła ciepła, zależnie od obciążenia lub zapotrzebowania (np. Bypass na gorących gazie czynnika w pompie ciepła, sterowanie częstotliwością inwerterów pomp, sprężarek lub wentylatorów)	Zmienne sterowanie wydajnością źródła ciepła w zależności od obciążenia ORAZ sygnałów zewnętrznych z sieci zasilania	Nie zdefiniowano tego poziomu funkcjonalności dla tej usługi	0	-	-	-	-			
10	Ogrzewanie	H-2d	Serowanie ogrzewaniem - źródło ciepła	Sekwencjonowanie w przypadku różnych źródeł ciepła	Priorytety tylko na podstawie czasu działania	Sterowanie zgodnie ze stałą listą priorytetów, np. na podstawie efektywności energetycznej	Sterowanie według dynamicznej listy priorytetów (na podstawie aktualnej efektywności energetycznej, emisji dwutlenku węgla i wydajności źródła ciepła, np. solarów, ciepła geotermicznego, instalacji kogeneracji, paliw kpalnych)	Sterowanie według dynamicznej listy priorytetów (na podstawie aktualne ORAZ przewidywane obciążenie, efektywność energetyczną, emisji dwutlenku węgla, moc źródła ORAZ sygnały zewnętrzne z sieci zasilającej)	Sterowanie według dynamicznej listy priorytetów (w oparciu o aktualne ORAZ przewidywane obciążenie, efektywność energetyczną, emisję dwutlenku węgla, moc źródła ORAZ sygnały zewnętrzne z sieci zasilającej)	0	-	-	-	-			
11	Ogrzewanie	H-3	Informacja dla użytkowników i zarządzaw	Raportowanie informacji dotyczących wydajności systemu ogrzewania	Brak raportowania	Centralne lub zdalne raportowanie aktualnych parametrów (np. temperatur, podliczników zużycia energii)	Centralne lub zdalne raportowanie aktualnej wydajności danych historycznych	Centralne lub zdalne raportowanie oceny działania, w tym prognozowanie i/lub analiza porównawcza	Centralne lub zdalne raportowanie oceny działania, w tym prognozowanie lub analiza porównawcza; obejmujące również zarządzanie predykcje i wykrywanie usterek	1	100%	2	-	-			
12	Ogrzewanie	H-4	Elastyczność i współdziałanie z siecią zasilającą	Elastyczność oraz współdziałanie z siecią zasilającą	Brak współdziałania z siecią zasilającą	Działanie systemu ogrzewania według harmonogramu	Samo-uczące się sterowanie optymalne systemu ogrzewania	System grzewczy z możliwością elastycznego sterowania za pomocą sygnałów z sieci zasilającej (np. DSM)	Zapytaliwzawiane sterowanie systemem grzewczym w oparciu o lokalne prognozy i sygnały z sieci zasilającej (np. poprzez sterowanie predykcje z modelem)	1	100%	1	-	-			
13	Projekt: Obserwatorium Transformacji Energetycznej													Projekt: Obserwatorium Transformacji Energetycznej			

Syntetyczna charakterystyka właściwości budynku pod kątem wymagań EPBD 2018

Autor niniejszego artykułu zaproponował metodę syntetycznego ujęcia właściwości funkcjonalnych budynku w zakresie jego gotowości do inteligencji udokumentowanych podczas audytu. Jest to macierz, której kolumny stanowią wszystkie domeny techniczne, a wiersze zawierają poszczególne usługi techniczne tych domen. Przykład prezentacji zidentyfikowanego stanu gotowości budynku do inteligencji według zaproponowanej metody przedstawiono w Tab. 4. Kolor tła komórki usługi wskazuje, czy dana usługa określonej domeny występuje w budynku, a jeżeli tak, to z jakim przeważającym poziomem funkcjonalności jest zastosowana. Metoda pozwala przedstawić na arkuszu o formacie A4 wszystkie usługi każdej domeny wraz z ich poziomami funkcjonalności, co daje jednoznaczny obraz gotowości budynku do inteligencji oraz dobrą prognozę porównawczą wartości wskaźnika SRI. W uproszczeniu, im więcej koloru zielonego występuje w macierzy, tym

bardziej budynek jest gotowy do inteligencji i posiada wyższy wskaźnik SRI.

Twórcy metodyki ewaluacji (Verbeke et al. 2020) odwzorowali poziomy funkcjonalności poszczególnych usług na podstawie normy EN 15232:2017. W normie nie zastosowano konsekwentnie rozróżnienia pięciu poziomów funkcjonalności dla poszczególnych wariantów instalacji technicznych (w terminologii metodyki SRI – usług technicznych), co jest zilustrowane w Tab. 3. Usługi o kodach H-1a, H-1d, H-2d, H-3 i H-4 posiadają pięć poziomów funkcjonalności. Usługi H-1b, H-1f i H-2b posiadają cztery poziomy funkcjonalności, a usługi H-1c i H-2a mają sklasyfikowane tylko trzy poziomy funkcjonalności. Kolor zielony w polu danej usługi zawsze reprezentuje najwyższy dla danej usługi poziom funkcjonalności, a kolor czerwony – najniższy poziom funkcjonalności usługi, czyli brak jakiejkolwiek możliwości oddziaływania na daną usługę. System kodowania poziomów funkcjonalności usług na syntetycznej charakterystyce właściwości budynku w zależności od liczby sklasyfikowanych dla danej usługi poziomów funkcjonalności zilustrowano na Rys. 4.

Tab. 4. Przykład syntetycznej charakterystyki funkcjonalności instalacji technicznych

Budynek testowy								
Ogrzewanie	CWU	Chłodzenie	Wentylacja	Oświetlenie	DPB	Elektroen.	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



Rys. 4. Kodowanie poziomu funkcjonalności usługi na charakterystyce syntetycznej budynku

Zaproponowana charakterystyka może nosić nazwę **syntetycznej charakterystyki gotowości budynku do inteligencji** lub krócej – **syntetycznej charakterystyki SRI budynku**.

Charakterystyka budynków objętych audytami testowymi w pierwszej fazie badań

Ze względu na eksperymentalny charakter pierwszych testów metodyki ewaluacji wskaźnika SRI w Polsce wybrano do nich budynki z bezpośredniego otoczenia wykonawców, gdyż dawało to łatwy dostęp do danych. Łącznie przeprowadzono ewaluację wskaźnika dla ośmiu budynków uniwersyteckich, w tym pięciu budynków Akademii Górniczo-Hutniczej, dwóch budynków Uniwersytetu Jagiellońskiego i jednego budynku Politechniki Krakowskiej, a także dwóch budynków mieszkalnych: domu jednorodzinnego oraz domu wielorodzinnego. Wybrane obiekty różniły się znacznie czasem powstania oraz wyposażeniem technicznym i właściwościami układów/systemów automatyki instalacji technicznych. Oprócz ewaluacji budynków rzeczywistych przeprowadzono także procedurę ewaluacji dla budynków teoretycznych. W pierwszym referencyjnym budynku teoretycznym założono wyłącznie wyposażenie techniczne spotykane w obiektach tradycyjnych, a więc instalacje ogrzewania, ciepłej wody użytkowej oraz oświetlenia z usługami na niskim poziomie funkcjonalnym, głównie ze sterowaniem ręcznym lub prostym lokalnym sterowaniem automatycznym. W drugim budynku teoretycznym założono pełne wyposażenie we wszystkie instalacje przynależne do

domen technicznych budynku zgodnie z nomenklaturą metodyki obliczania wskaźnika SRI, ze wszystkimi usługami w każdej domenie na najwyższym poziomie funkcjonalności. Obiekt uzyskał oczywiście wskaźnik SRI na poziomie 100%, ale jednocześnie stał się punktem odniesienia do dalszych badań wpływu na zmiany wartości wskaźnika takich elementów jak zastosowane w budynku domeny, usługi oraz ich poziomy funkcjonalności.

Pierwszy etap prac – wyniki przeprowadzonych audytów w fazie badań przemysłowych

Wyniki audytów przeprowadzonych na pierwszym etapie prac przedstawiono w Tab. 5.

Aby nie ujawniać informacji, które umożliwiłyby identyfikację konkretnego budynku, w tabeli zawarto orientacyjne dane o budynkach, takie jak: sposób użytkowania (rubryka: Typ), zakres powierzchni budynków, przedział czasu powstania obiektu, zastosowana metoda oceny (metoda B oznacza analizę podczas ewaluacji wszystkich 57 usług z katalogu usług SRI – ocena dotyczy tylko usług stosowanych w budynku). Ujęto w niej także wyniki oceny gotowości budynku do inteligencji, które zawierają oceny składowe w trzech obszarach właściwości budynków określonych w dyrektywach EPBD 2018 i EPBD 2024 (**budynek**, **użytkownik** i **zasilanie**) oraz wynik końcowy SRI oceny całego budynku. Obszar **budynek** obejmuje takie właściwości obiektu jak: efektywność energetyczna i pewność działania zapewniona przez predykcyjne zapobieganie wystąpieniu usterek. Obszar **użytkownik** obejmuje jakość obsługiwaną przez

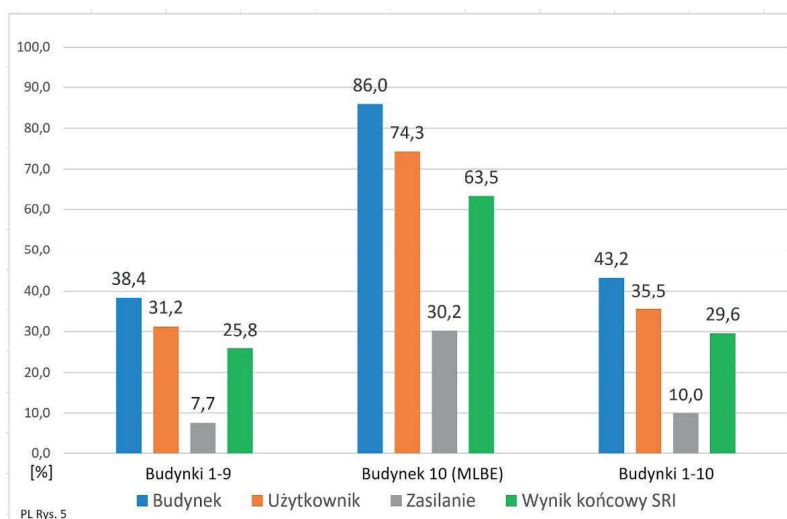
budynek potrzeb użytkownika w takich dziedzinach jak: reaktywne zapewnienie komfortu, wygody, dobrych warunków zdrowotnych i samopoczucia oraz dostarczanie informacji dla użytkownika. Obszar **zasilanie** obejmuje elastyczność energetyczną budynku opartą na reaktywnym współdziałaniu z inteligentną siecią zasilającą, własnej produkcji i magazynowaniu energii ze źródeł odnawialnych oraz samoograniczeniu zapotrzebowania na energię w przypadkach jej niedostatku w sieci zasilającej i zasobach własnych. Liczby w kolumnach **budynek**, **użytkownik** i **zasilanie** reprezentują w procentach poziom spełniania przez budynek wymaganych własności. W kolumnie **wynik końcowy SRI** przedstawiona jest wartość końcowa wskaźnika gotowości budynku do inteligencji, która pokazuje, w jakim stopniu w skali od 0% do 100% budynek spełnia sumarycznie wszystkie właściwości wymagane przez dyrektywę EPBD.

W tabeli wyników możemy odczytać, że typowe budynki z drugiej połowy XX w. uzyskują wynik końcowy SRI około 15%, budynki z przełomu wieków uzyskują wynik SRI około 10% wyższy, a niektóre obiekty z tego okresu nawet ok. 20% wyższy, natomiast budynki zbudowane po 2010 r.,

za wyjątkiem budynku 3, uzyskują wynik końcowy SRI powyżej 40%. Jeden z badanych obiektów uzyskał rekordowy wynik 63,5%. Otrzymane wyniki w tej fazie badań nie są oczywiście reprezentatywne dla całości zasobów budowlanych w Polsce. Po pierwsze ze względu na bardzo małą próbkę przebadanych obiektów, a po drugie dlatego, że badane budynki (jak opisano w podrozdziale *Charakterystyka budynków objętych audytami testowymi w pierwszej fazie badań*) pochodziły z bezpośredniego otoczenia wykonawców i zostały wybrane do badań z powodu łatwego dostępu do danych. Pomimo takiej selektywnej próbki obiektów dostępnych do wykonania testów metodyki ewaluacji, wyniki potwierdziły tendencję, której można było oczekiwać. Budynki z drugiej połowy XX w., o ile nie zostały poddane gruntownej renowacji instalacji technicznych, wyposażone są w najprostsze instalacje wymagane do zapewnienia w budynkach minimum funkcjonalności i komfortu potrzebnego do pracy lub mieszkania. Oddziaływanie na te instalacje realizowane jest wyłącznie ręcznie przez użytkownika, a w tamtych czasach nikt nie przywiązywał szczególnej wagi do oszczędzania energii.

Tab. 5. Wyniki audytów przeprowadzonych w fazie badań przemysłowych. Kody typów budynków: E – edukacja, DW>10 – dom wielomieszkaniowy o ponad 10 mieszkaniach, B – biura, DJ – dom jednorodzinny

Nr budynku	Typ	Powierzchnia m2	Rok budowy	Metoda oceny	Wynik SRI [%]			
					Budynek Efektywność energetyczna, Pewność działania [%]	Użytkownik Potrzeby użytkownika, Informacja [%]	Zasilanie Elastyczność energetyczna, OZE, magazyny, smart grid [%]	Wynik końcowy SRI [%]
0	Budynek testowy, typowy, minimum			B	11,3	10,4	0,0	7,2
1	E	1.000-10.000	<1960	B	26,6	16,3	0,0	14,3
2	DW>10	1.000-10.000	1960-1990	B	24,2	19,2	0,0	14,5
3	E/B	10.000-25.000	>2010	B	19,4	21,7	7,4	16,2
4	E/B	1.000-10.000	<1960	B	31,2	18,9	0,0	16,7
5	DJ	<200	1960-1990	B	37,8	30,2	13,9	27,3
6	E/B	1.000-10.000	1990-2010	B	44,6	32,8	8,3	28,7
7	E/B	1.000-10.000	1990-2010	B	47,7	46,0	17,1	36,9
8	E/B	10.000-25.000	1990-2010	B	54,7	46,3	10,9	37,3
9	E/B	10.000-25.000	>2010	B	59,6	49,6	11,8	40,3
10	E	1.000-10.000	>2010	B	86,0	74,3	30,2	63,5
100	Budynek testowy wyposażenie MAX			B	100	100	100	100



Rys. 5. Wartości średnie składników SRI z wyników ewaluacji budynków na pierwszym etapie

Końcówka lat 90. XX w. przyniosła pierwsze zwiastuny idei budynków inteligentnych, które spowodowały, że budynki budowane w kolejnym dziesięcioleciu zaczynały posiadać niektóre właściwości obiektów, które w dzisiejszych czasach są dla budynków obowiązkowe. Pierwszy etap realizacji testów ewaluacji wskaźnika SRI potwierdził, że metodyka spełnia swoje zadanie – pozwala oceniać budynki pod względem spełniania przez nie współczesnych oczekiwań. Na Rys. 5 przedstawiono wartości średnie z otrzymanych wyników ewaluacji dla badanej grupy budynków. Pokazane wartości średnie wskaźników obliczone zostały z puli budynków 1–9, budynku 10 i średniej z puli 1–10. Budynek 10 to Małopolskie Laboratorium Budownictwa Energooszczędnego Politechniki Krakowskiej – obiekt zbudowany z zastosowaniem nowych technologii w budownictwie, w tym także w zakresie lokalnej generacji i magazynowania energii oraz systemów sterowania instalacjami technicznymi pod kątem badania wpływu tych instalacji na efektywność energetyczną budynków. Wartości wskaźnika SRI i jego składników dla tego budynku znacznie odbiegają od średniej dla typowych budynków. Ze szczególnymi właściwościami tego budynku i przyczynami tak wysokiej oceny jego wskaźnika SRI można zapoznać się w artykule *Studium przypadku – budynek MLBE Politechniki Krakowskiej* w bieżącym wydaniu „Energetyki Rozproszonej”.

Drugi etap – ewaluacja wskaźnika SRI w ramach fazy prac przedwdrożeniowych

W fazie badań przedwdrożeniowych przeprowadzono audyt dwunastu budynków Kampusu 600-lecia Odnowienia Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie.

Charakterystyka budynków poddanych ewaluacji

Budynki Kampusu 600-lecia Odnowienia Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie-Ruczaju są obiektami szczególnymi w kontekście czasów, w których powstały. Dwanaście dużych akademickich obiektów naukowo-dydaktycznych z licznymi specjalistycznymi laboratoriami badawczymi było sukcesywnie budowane w latach 2000–2017. Każdy budynek był przedmiotem oddzielnego zadania inwestycyjnego ze wszystkimi fazami takiego zadania, którym są: opracowanie założeń, projekt, budowa, uruchomienie oraz odbiór. Większość z faz realizowana była w wyniku oddzielnych przetargów, tylko niektóre zrealizowano w procedurze „zaprojektuj i wybuduj”. To, co odróżnia wszystkie budynki Kampusu od innych podobnych inwestycji, to fakt, że inwestor, którym był Uniwersytet

Jagielloński, postawił wymaganie, aby projektowane budynki były inteligentne. Historię powstania Kampusu i założenia, które wyznaczyły właściwości jego obiektów, przedstawiono szczegółowo w bieżącym wydaniu „Energetyki Rozproszonej”, w artykule *Studium przypadku – ewaluacja SRI budynków Kampusu 600-lecia Odnowienia Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie*. W dalszej części artykułu do celów

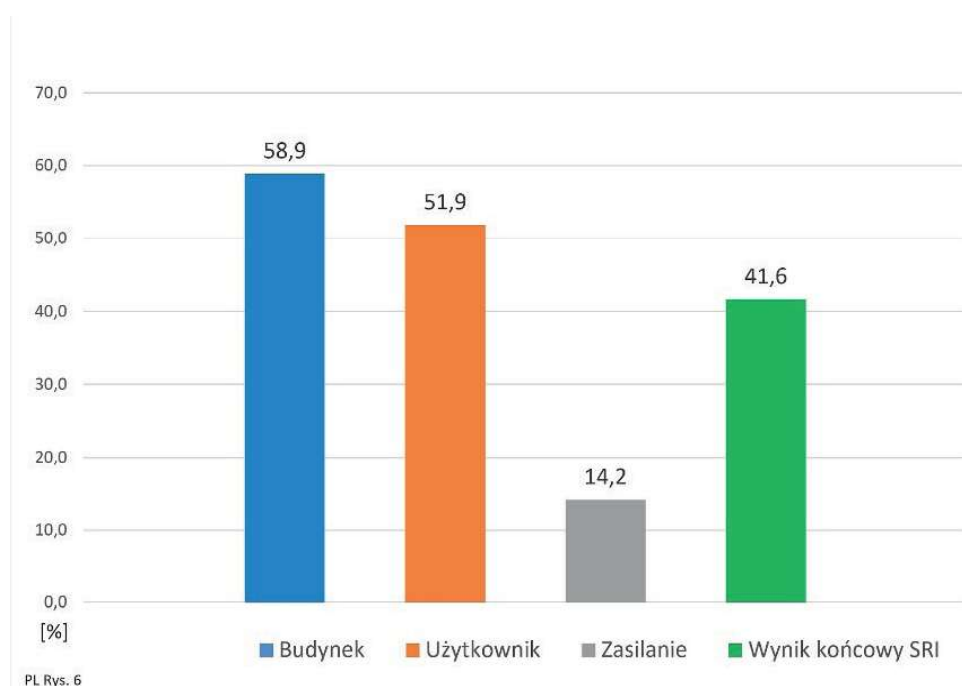
porównawczych przytoczone zostały zaprezentowane tam wyniki.

Wyniki ewaluacji przeprowadzonych w drugim etapie prac

Wyniki audytów przeprowadzonych w drugiej fazie badań przedstawiono w Tab. 6. i na Rys. 6.

Tab. 6. Wyniki audytów przeprowadzonych w drugiej fazie badań. Kody typów budynków: DB – dydaktyka i biura, Lab – laboratoria

Nr budynku	Typ	Powierzchnia m ²	Rok budowy	Metoda oceny	Wynik SRI [%]			
					Budynek Efektywność energetyczna, Pewność działania [%]	Użytkownik Potrzeby użytkownika, Informacja [%]	Zasilanie Elastyczność energetyczna, OZE, magazyny, smart grid [%]	Wynik końcowy SRI [%]
1	DB Lab	10.000-25.000	1990-2010	B	54,7	46,4	10,9	37,3
2	DB	5.000-10.000	1990-2010	B	56,4	56,3	14,2	42,3
3	DB	5.000-10.000	1990-2010	B	57,6	51,9	14,2	41,2
4	DB	5.000-10.000	1990-2010	B	44,6	32,8	8,3	28,7
5	DB Lab	10.000-25.000	1990-2010	B	61,4	53,2	15,0	43,2
6	DB	10.000-25.000	1990-2010	B	61,1	52,9	15,0	43,0
7	DB Lab	10.000-25.000	>2010	B	63,3	54,8	14,2	44,1
8	DB Lab	5.000-10.000	>2010	B	59,3	55,7	14,2	43,1
9	DB Lab	10.000-25.000	>2010	B	57,2	50,9	14,2	40,8
10	DB	5.000-10.000	>2010	B	67,1	59,8	21,2	49,3
11	DB	10.000-25.000	>2010	B	62,7	53,8	14,2	43,5
12	Lab	10.000-25.000	>2010	B	61,0	54,0	14,2	43,1



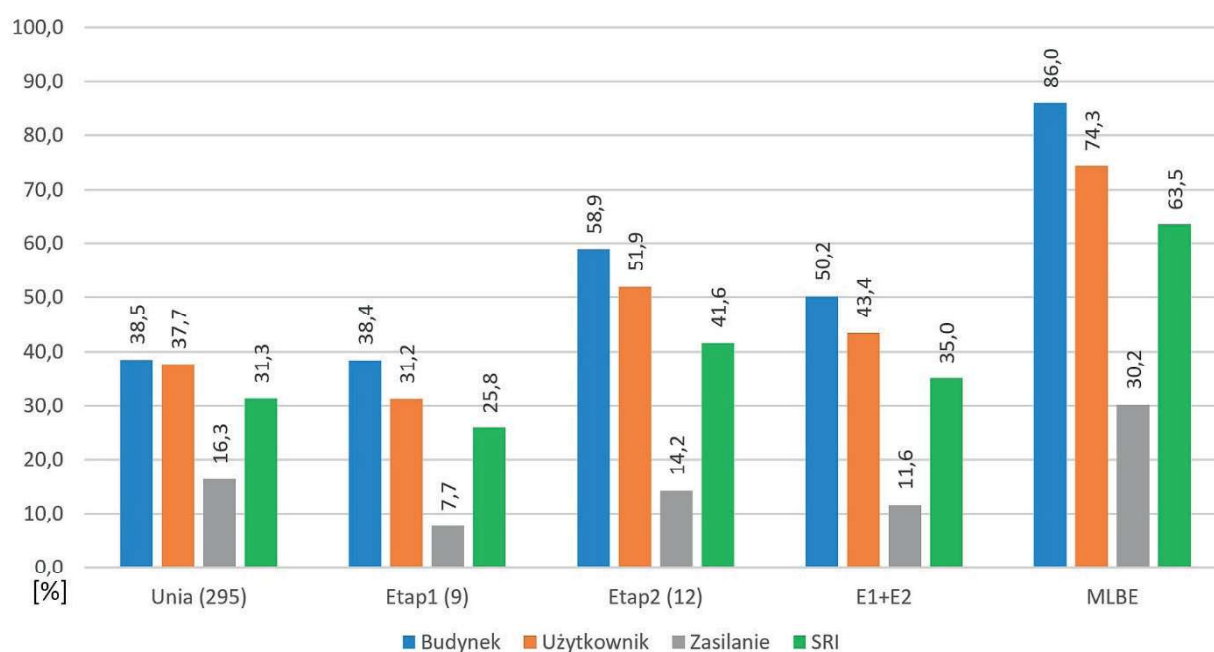
Rys. 6. Wartości średnie składników SRI z wyników ewaluacji budynków na drugim etapie prac

Zauważalne różnice pomiędzy wynikami ewaluacji wskaźnika SRI wynikają z doboru budynków, które były oceniane na poszczególnych etapach prac. Na pierwszym etapie oceniono typowe budynki z przełomu wieków, natomiast na drugim przedmiotem ewaluacji były budynki Kampusu 600-lecia Odnowienia Uniwersytetu Jagiellońskiego. Przy projektowaniu i budowie jego kolejnych obiektów konsekwentnie zastosowano „paradygmaty dla budynków inteligentnych”, mimo że (co oczywiste) nie były jeszcze znane ani zalecenia i wymogi dyrektyw EPBD z lat 2018 i 2024, ani idea i metodyka ewaluacji wskaźnika SRI. Przyczyny, które spowodowały, że wartości wskaźnika SRI dla budynków Kampusu UJ znacznie odbiegają od średniej dla budynków typowych z lat 2000–2020, zostały omówione we wspomnianym wyżej artykule.

Porównanie wyników testów metodyki w Polsce i Unii Europejskiej

Interesujące jest porównanie średnich wyników ewaluacji 295 budynków w UE w ramach fazy testów metodyki ewaluacji wskaźnika SRI z wynikami uzyskanymi

w ramach testów realizowanych w Polsce dzięki projektowi OTE (Rys. 7). Na podstawie zaprezentowanych wyników nie należy wyciągać pochopnego wniosku, że budynki w Polsce spełniają w większym stopniu wymagania dyrektyw EPBD niż budynki w innych państwach Unii Europejskiej. Przy porównywaniu trzeba wziąć pod uwagę, że zestawienie obejmuje właściwie dane nieporównywalne: z jednej strony średnie wyniki badania prawie 300 budynków z UE, które rzeczywiście mogą reprezentować pełny przekrój typowych budynków z danego okresu, a z drugiej strony mała liczba budynków, w tym tylko osiem o właściwościach typowych dla czasów, w których powstały. Natomiast kolejnych dwanaście obiektów to budynki zaprojektowane z założeniem, aby były inteligentne (na swoje czasy). W porównaniu ujmujemy także oddzielnie wspomniany budynek MLBE. Trzeba jednak pamiętać, że faza testów metodyki ewaluacji wskaźnika SRI w Unii Europejskiej rozpoczęła się w 2021 r., a w Polsce formalnie w kwietniu 2024 r. Tym niemniej otrzymane wyniki ewaluacji są dobrym potwierdzeniem, że zaproponowana metodyka spełnia postawione przed nią zadania. Wyniki oceny wykazują różnice pomiędzy budynkami o różnym wyposażeniu i różnych poziomach funkcjonalności usług.



Rys. 7. Porównanie wyników ewaluacji wskaźnika SRI w UE i w Polsce

Wnioski z przeprowadzonych badań

W tym konkretnym przypadku przez pojęcie badań należy rozumieć zarówno ewaluację wartości wskaźnika SRI dla różnych budynków, jak i testowanie samej metodyki oceny wskaźnika SRI zaproponowanej przez Komisję Europejską.

Potwierdzenie skuteczności metodyki ewaluacji wskaźnika gotowości budynku do inteligencji

Przeprowadzone badania testowe bez wątpienia potwierdziły skuteczność metodyki przygotowanej w ramach prac wdrożeniowych opisanych w *Raporcie końcowym...* (Verbeke et al. 2020). Zaproponowana metodyka reaguje na różnice w wyposażeniu i funkcjonalnościach instalacji technicznych budynków. Prawdopodobnie pokazuje i różnicuje poziom spełniania oczekiwań wobec współczesnych budynków zdefiniowanych precyzyjnie w dyrektywie EPDB 2018, co zostało zilustrowane na Rys. 8 za pomocą omówionych powyżej syntetycznych charakterystyk gotowości budynków do inteligencji.

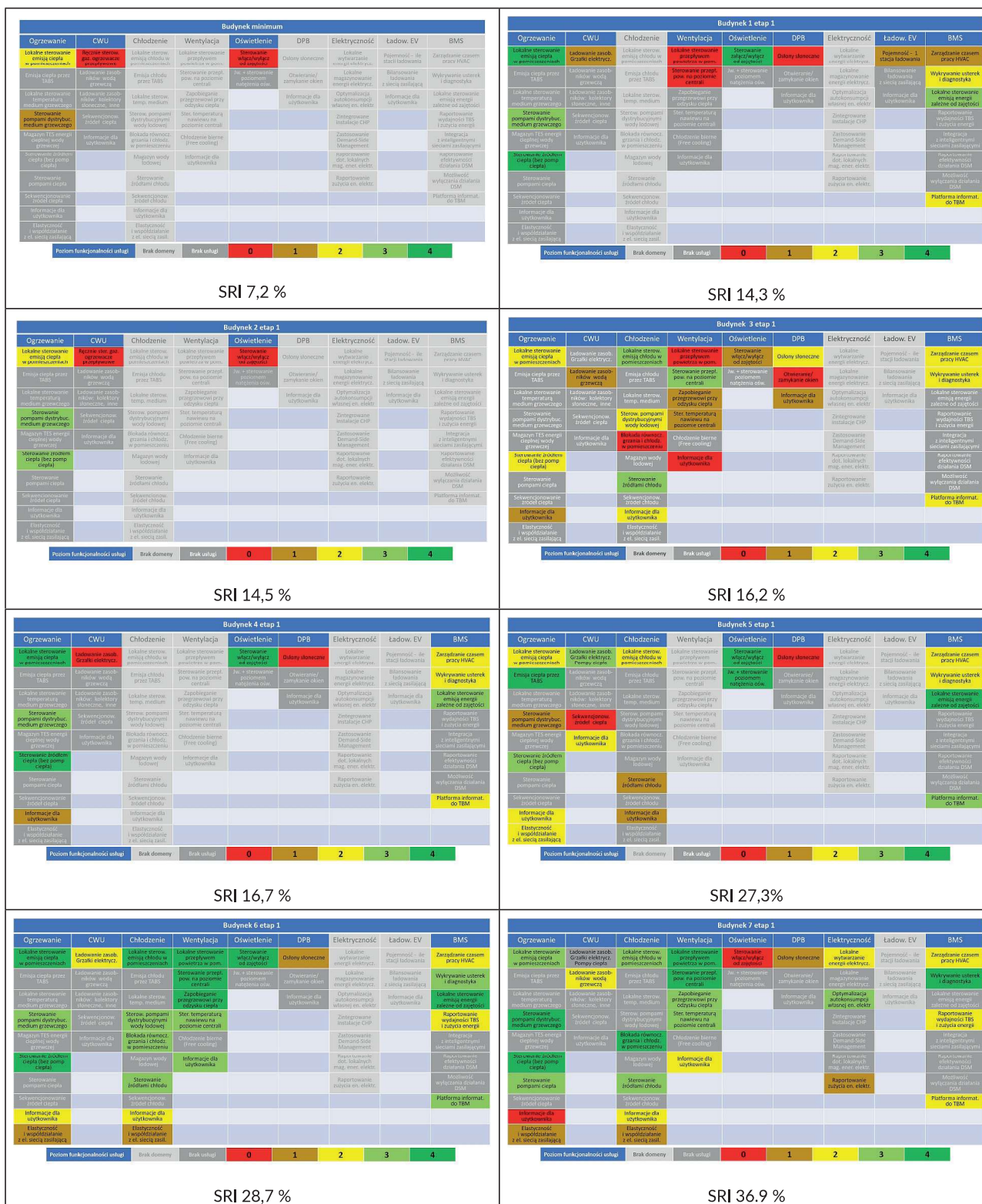
Mimo że teksty na poszczególnych tablicach charakterystyk mogą być nieczytelne, to niezależnie od rozmiaru ilustracji i czytelności tekstu charakterystyki spełniają swoje zadanie – jednoznacznie przekazują syntetyczną informację o jakości funkcjonalności instalacji technicznych w poszczególnych obiektach. Dzięki zastosowaniu odpowiednich kolorów w poszczególnych polach można szybko zobaczyć, które domeny i usługi tych domen są zastosowane w budynku oraz jaki jest poziom funkcjonalności tych usług. Z charakterystyk wynika, w jakim stopniu dany budynek spełnia wymagania dyrektywy EPBD. Liczba pól (które reprezentują poszczególne usługi techniczne zastosowane w budynku) koloru zielonego ma wyraźny związek z wartością wskaźnika gotowości budynku do inteligencji. Z kolei pola z kolorem szarym, czerwonym, brązowym lub żółtym wskazują potencjalne kierunki modernizacji instalacji technicznych budynków w celu polepszenia oceny danego budynku pod kątem wymagań dyrektyw EPBD dotyczących budynków.

Możliwości udoskonalenia metodyki ewaluacji wskaźnika SRI

Faza testów metodyki ewaluacji wskaźnika SRI realizowana w Unii Europejskiej od 2021 r., a w Polsce od 2024 r. ujawniła pewne niedociągnięcia i braki, które powinny zostać skorygowane i uzupełnione przed podjęciem decyzji o powszechnym stosowaniu tej oceny budynków, zwłaszcza w świetle zapowiedzi zawartych w EPBD z 2024 r.

Wydaje się, że największym mankamentem aktualnej wersji metodyki jest automatyczne przeniesienie do niej z normy EN 15232 katalogu usług i poziomów funkcjonalności instalacji technicznych związanych z obsługą komfortu w budynku. Problem ten ma kilka przyczyn.

Po pierwsze, można dostrzec brak precyzji, konsekwencji i aktualizacji specyfikacji katalogów usług technicznych w ramach poszczególnych domen oraz poziomów ich funkcjonalności. Pierwowzorem poziomów funkcjonalności usług w metodyce ewaluacji SRI był katalog sposobów sterowania instalacji technicznych opisany w normie EN 15232:2017. Pierwsza edycja tej normy została opublikowana w 2007 r., a jej katalog obejmował, co rozumiałe, ówczesne technologie stosowane w instalacjach technicznych. Niestety w roku opublikowania propozycji metodyki ewaluacji (2020 r.) nawet katalog zawarty w edycji normy z 2017 r. częściowo utracił aktualność wobec postępu technologicznego, który z upływem lat przyniósł nowe rozwiązania i możliwości funkcjonalne w samych instalacjach technicznych. W ramach aktualizacji normy EN 15232 w latach 2012 i 2017 zwiększono liczbę zdefiniowanych poziomów funkcjonalności usług z czterech do pięciu, a także wprowadzono dwa nowe obszary usług – współpracę z inteligentnymi sieciami zasilającymi oraz zarządzanie instalacjami technicznymi budynku. W 2024 r. zmiany te nie wyczerpują jednak tematu nowych technologii we wszystkich domenach technicznych związanych z obsługą komfortu, nie wspominając już o domenach związanych z nowymi technologiami w zakresie zasilania, magazynowania energii, współpracy ze *smart grid* czy sztuczną inteligencją.



Rys. 8. Zestawienie syntetycznych charakterystyk gotowości do inteligencji badanych budynków (część pierwsza)



Rys. 8. Zestawienie syntetycznych charakterystyk gotowości do inteligencji badanych budynków (część druga)

Po drugie, w samej normie od początku nie zastosowano konsekwentnego podziału każdej domeny technicznej związanej z dostawą poszczególnych form energii na obszary zasilania, dystrybucji i emisji w pomieszczeniach, chociaż opisano ten podział instalacji technicznych już w pierwszej wersji dokumentu.

Po trzecie, w zaktualizowanej normie nie zastosowano konsekwentnie specyfikacji pięciu możliwych sposobów sterowania dla wszystkich wariantów instalacji technicznych, czyli w nomenklaturze metodyki SRI – pięciu poziomów funkcjonalności usług.

W każdym z wymienionych wyżej przypadków twórcy metodyki SRI powtórzyli niedociągnięcia normy, wprowadzając nowe niekonsekwencje, w szczególności w usługach technicznych, które do tej pory nie występowały w normie (np. usługi domen **dynamiczna powłoka budynku** oraz **ładowanie pojazdów elektrycznych**). Można to zaobserwować w Tab. 7, w wierszach zawierających uwagi dotyczące wspomnianych domen. Ponadto przy kwalifikacji niektórych domen i usług w zakresie ich oddziaływania na określone właściwości budynków przyjęto rozwiązania, które

mogą budzić niezrozumienie, np. dlaczego właśnie nie uwzględniono wpływu domeny CWU na kryterium **wygoda użytkownika**? Poruszone tematy wymagają szczegółowego odniesienia się do konkretnych usług i poziomów funkcjonalności, co wymaga dalszych analiz i badań, którym poświęcone zostaną następne etapy prac rozwojowych nad doskonaleniem metodyki ewaluacji wskaźnika SRI. Dotyczy to w szczególności wprowadzenia do katalogu ocenianych usług współczesnych rozwiązań technologicznych oraz wdrożenia konsekwencji w zakresie logicznego definiowania poziomów funkcjonalności usług.

Wnioski i uwagi wynikające z doświadczeń zebranych podczas dotychczas przeprowadzonych ewaluacji budynków w ramach fazy testów w Polsce zebrano w Tab. 7. Wnioski podzielono na trzy następujące kategorie:

- 1) uwagi ogólne dotyczące testowego arkusza SRI_v4.5,
- 2) uwagi ogólne dotyczące katalogu usług,
- 3) uwagi szczegółowe dotyczące katalogu usług i poziomów funkcjonalności.

Tab. 7. Wnioski i uwagi wynikające z testowania metodyki ewaluacji wskaźnika SRI

Domena	Kod usługi	Uwagi i spostrzeżenia
Uwagi ogólne dotyczące testowego arkusza SRI_v4.5		
Wszystkie domeny	Dotyczy domen	Brak możliwości obliczenia jednej wartości końcowej wskaźnika SRI dla budynku, w którym określona domena występuje tylko w części obiektu. Taki budynek trzeba oceniać w dwóch oddzielnych częściach, ale aktualnie metodyka nie określa, jak obliczyć jedną zbiorczą wartość SRI dla całego budynku.
Wszystkie domeny	Wszystkie usługi	Brak możliwości zadeklarowania do obliczeń takiej konfiguracji, w której określona usługa z określonym poziomem funkcjonalności występuje tylko w jednej części budynku, a w innej nie tylko nie występuje z alternatywnym poziomem funkcjonalności, ale w ogóle nie jest stosowana. Aktualnie metodyka nie podaje żadnego rozwiązania tego problemu. Brak danego poziomu funkcjonalności określonej usługi w części budynku nie jest równoważny poziomowi „0” tej funkcjonalności.
Uwagi ogólne dotyczące katalogu usług		
Wszystkie domeny	Usługi, dla których nie zdefiniowano pięciu poziomów funkcjonalności	Generalny brak konsekwencji i systematyczności w definiowaniu poziomów funkcjonalności usług.
Właściwości ogólne struktury systemu sterowania instalacjami technicznymi budynku	Całość	Brak oceny struktury, konfiguracji i właściwości systemów sterowania i zarządzania instalacjami technicznymi budynków. Istotne właściwości: otwartość stosowanych rozwiązań oparta na odpowiednich normach międzynarodowych. Te czynniki mają ogromne znaczenie dla niezawodności i stabilności funkcjonowania całego budynku, a także wpływają na możliwości bezproblemowych modyfikacji oraz dostosowywania systemów w miarę rozwoju technologicznego i postępu we wszystkich dziedzinach związanych z działaniem i użytkowaniem budynku.
Uwagi szczegółowe dotyczące katalogu usług i poziomów funkcjonalności		
Ogrzewanie	H-1d	Pompy dotyczą systemu dystrybucji, a nie odbioru.
Ogrzewanie	H-1a	Na poziomie 1. funkcjonalności usługi wprowadzona jest ocena sterowania centralnego źródła (jak w EN 15232), a nie sterowania lokalnego. Poziomem 1. powinna być funkcjonalność lokalnego ręcznego sterowania zaworami na grzejnikach (strona odbioru).
Ogrzewanie	H-2a	Na poziomie 1. funkcjonalności usługi powinno być sterowanie wartością temperatury medium w źródle według harmonogramu (np. dzień-noc, weekend, wakacje); poziom 2. to poziom 1. + sterowanie pogodowe; poziom 3 to dotychczasowa funkcjonalność poziomu 2; należy wprowadzić poziom 4. – DSM – sterowanie w zależności od całkowitego zapotrzebowania na energię grzewczą dla budynku.
Ogrzewanie	H-3	Brak rozróżnienia informacji dla zarządców (centralne) i użytkowników (rozproszone?, w pomieszczeniach?, w BMS?).
CWU	Całość	Brak wielu wariantów usług, np. zastosowanie lokalnych bojlerów elektrycznych ze stabilizacją termostatyczną i ręcznym zadawaniem temperatury, zastosowanie lokalnych ogrzewaczy przepływowych elektrycznych lub gazowych z pełną automatyką w zależności od zapotrzebowania itp.
CWU	Całość	Brak usługi zastosowania indywidualnych ogrzewaczy przepływowych różnego typu (piecyki gazowe, ogrzewacze elektryczne), automatyczne zawory CWU z funkcją wykrywania ruchu rąk pod kranem lub z limitem czasu podawania wody itp.
Chłodzenie	Całość	Brak możliwości określania, że część budynku ma chłodzenie, np. za pomocą lokalnych pomp ciepła (klimatyzatory) ze stabilizacją w pomieszczeniach, a inna część tej funkcjonalności nie posiada.
Oświetlenie	Całość	Szczególnie widoczny brak systematyczności w poziomach usług, powtórzenie bardzo zdawkowego potraktowania poziomów sterowania oświetleniem w normie EN 15232. Nieuwzględnienie funkcjonalności włącz/wyłącz zależnej od światła naturalnego.
Dynamiczna powłoka budynku	DE-1	Czy brak osłon przeciwsłonecznych jest poziomem 0. tej funkcjonalności, czy brakiem usługi DE-1? Czym różni się mechaniczne, ręczne obsługiwanie osłon od obsługi ręcznej osłon z napędem elektrycznym?
Dynamiczna powłoka budynku	DE-2	Czy ręcznie otwierane okna i okna stałe nieotwieralne można zakwalifikować jako taki sam poziom funkcjonalności?
Dynamiczna powłoka budynku	DE-4	Czy brak raportowania informacji o stanie usług domeny DPB to brak usługi DE-4, czy poziom funkcjonalności 0. tej usługi?
Dynamiczna powłoka budynku	Całość	Pomimo wyłączenia całej domeny DPB zostaje informacja o usłudze DE-1 – czy jest wykorzystywana w obliczeniach?

Domena	Kod usługi	Uwagi i spostrzeżenia
Uwagi szczegółowe dotyczące katalogu usług i poziomów funkcjonalności		
Elektryczność	E-2	Czy brak wytwarzania energii elektrycznej jest poziomem funkcjonalności 0. usługi E-2, czy brakiem usługi E-2?
Elektryczność	E-3	Czy brak magazynu energii to brak usługi E-3, czy poziom 0. funkcjonalności usługi E3?
Elektryczność	Całość	Czy brak danej funkcjonalności jest poziomem 0. tej funkcjonalności, czy brakiem funkcjonalności? Czy różne kwalifikacje tej sytuacji mają wpływ na wynik SRI?
Ładowanie pojazdów elektrycznych	EV-15	Jeżeli usługa EV-15 miałaby poziom funkcjonalności 0., co oznacza, że nie ma ani jednego stanowiska ładowania pojazdów elektrycznych, to znaczy, że nie ma domeny ładowanie pojazdów elektrycznych , a nie że jest to zerowy poziom tej funkcjonalności. Oznacza to, że domena jako całość powinna być wyłączona z ewaluacji.
Ładowanie pojazdów elektrycznych	EV-16	Jeżeli usługa EV-15 miałaby poziom funkcjonalności 0., to znaczy, że nie ma domeny EV, więc uwzględnianie usługi EV-16 w ocenie jest niecelowe.
Ładowanie pojazdów elektrycznych	EV-17	Jak wyżej
BMS	MC-9	Sterowanie zależne od zajętości jest oceniane jako funkcja BMS, a powinno być oceniane jako funkcja lokalnego, indywidualnego emitera energii.
Informacje dla użytkownika	MC-28	Brak rozróżnienia sposobów udostępniania informacji dla użytkownika. Tymczasem można rozróżnić następujące sposoby: informacja na poziomie BMS, informacja na poziomie panelu użytkownika w pomieszczeniu, informacja na poziomie komputera użytkownika w pomieszczeniu, informacja na poziomie aplikacji mobilnej w telefonie użytkownika. Z punktu widzenia użytkownika to rozróżnienie ma duże znaczenie, ponieważ albo rzeczywiście ma dostęp do informacji, albo go <i>de facto</i> nie ma.

Podsumowanie

Wprowadzenie Polski w ramach projektu Obserwatorium Transformacji Energetycznej do udziału w oficjalnej fazie testów metodyki ewaluacji wskaźnika SRI w Unii Europejskiej przyniosło konkretne korzyści w zakresie wdrażania w postanowień zawartych w dyrektywach EPBD. Dzięki temu wykonano pierwsze oficjalne testy metodyki ewaluacji SRI w Polsce, opracowano terminologię metodyki ewaluacji i przygotowano polską wersję językową narzędzia obliczeniowego oraz materiały informacyjne i szkoleniowe na temat ewaluacji. Przeprowadzono szereg seminariów i innych działań promujących ideę i potrzebę oceny gotowości budynków do inteligencji. Opublikowano wprowadzenie do metodyki ewaluacji w miesięczniku branżowym „Inżynier Budownictwa” (Kwasnowski 2024). Na stronie Dyrekcji Generalnej ds. Energii Komisji Europejskiej (DG ENER) opublikowano informację o przystąpieniu Polski do fazy testów SRI, a w sekcji poświęconej materiałom w językach narodowych zamieszczono pierwsze pozycje na temat ewaluacji SRI w języku polskim (European Commission b.d.b). Zaproponowano istotne

rozszerzenia praktyczne metodyki ewaluacji poprzez opracowanie i wdrożenie kwestionariuszy ułatwiających wykonanie audytu oraz przedstawiono innowacyjny sposób prezentacji wyniku audytu za pomocą syntetycznej charakterystyki gotowości budynku do inteligencji. Rozpoczęto szkolenie przyszłych audytorów. Zwrócono uwagę instytucji rządowych na potrzebę zmiany prawa budowlanego w celu dostosowania warunków technicznych, jakim mają odpowiadać budynki, do wymogów stawianych w dyrektywach EPBD 2018 i 2024. Udział wykonawców projektu OTE w Platformie SRI i pracach Zespołu wsparcia SRI w ramach grupy roboczej ds. testów (WG1), a także zespołach zadaniowych: ds. obliczeń SRI (SRI Calculation Task Force) oraz ds. strategii i planu działania (Strategy and Roadmap Task Force) przy DG ENER przyczynia się do wymiany i wzbogacania doświadczeń w zakresie metodyki, a także pozwala wpływać na kierunek jej rozwoju. Doświadczenia zdobyte podczas realizacji fazy testów w Polsce oraz w Unii Europejskiej ułatwią przeszkolić profesjonalną kadrę audytorów wskaźnika SRI, aby w 2027 r. Polska była przygotowana do wdrożenia obowiązkowego audytu SRI zgodnie z zapisami

zawartymi w dyrektywie EPBD 2024. Przeprowadzone testy pozwoliły również wykryć pewne niedoskonałości metodyki. Na tej podstawie sformułowano wnioski dotyczące możliwości polepszenia metodyki oraz jej dostosowania do postępu, który nastąpił w zakresie instalacji technicznych i ich systemach sterowania we współczesnych budynkach.

Praca wykonana w ramach projektu pt. Obserwatorium Transformacji Energetycznej jako instrument wspierania społeczno-gospodarczego rozwoju Polski (OTE) współfinansowanego 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.

Bibliografia:

- De Groote M., Fabbri M. (2016), *Smart Buildings in a Decarbonised Energy System*, BPIE, <https://bpie.eu/wp-content/uploads/2016/11/BPIE-10-principles-final.pdf> [dostęp: 10.12.2024].
- Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the Energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on Energy efficiency, <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2018/844/oj> [dostęp: 10.12.2024].
- EN 15232-1:2017 – *Energy Performance of Buildings – Part 1: Impact of Building Automation, Controls and Building Management*, CEN 2017.
- European Commission (b.d.a), *Energy Performance of Buildings Directive*, https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive_en [dostęp: 10.12.2024].
- European Commission (b.d.b), *SRI in EU Countries*, https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/smart-readiness-indicator/sri-eu-countries_en#poland [dostęp: 10.12.2024].
- Kwasnowski P. (2024), *SRI – inteligentne budynki w świetle dyrektywy EPBD-2018 – cz. I*, „Inżynier Budownictwa” 3: 56–62.
- Obserwatorium Transformacji Energetycznej (b.d.), <https://www.energetyka-rozproszona.pl/obserwatorium-transformacji-energetycznej/> [dostęp: 10.12.2024].
- Verbeke S., Aerts D., Reynders G., Ma Y., Waide P. (2020), *Final Report on the Technical Support to the Development of a Smart Readiness Indicator for Buildings*, European Commission, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/f9e6d89d-fbb1-11ea-b44f-01aa75ed71a1> [dostęp: 10.12.2024].

Results of the testing phase of the SRI evaluation methodology in Poland as part of the Energy Transition Observatory project

Abstract: The article discusses the results of the testing phase of the SRI evaluation methodology in Poland. The place and role of the task of testing the SRI evaluation methodology in the Energy Transition Observatory (OTE) project is presented and the reason for including this topic in the project is justified. The research and implementation issues regarding the SRI indicator are discussed in detail. It was pointed out that the building readiness index for intelligence is an important tool for assessing the progress of the energy transition in the largest energy consumer, which is the building stock. For the same reasons, the indicator can be an important component of the “energy transition index” that is being developed as part of the OTE project. The actions taken to officially introduce Poland to the European phase of testing the methodology of the SRI evaluation are presented and the benefits of cooperation between test partners in different EU Member States are presented. During the implementation of the work, the idea of SRI evaluation in interested communities in Poland was presented. A Polish language version of the indicator calculation tool was developed, as well as questionnaires and tips to facilitate audits, and training materials

for future auditors were prepared. A graphical method of presenting the evaluation results by means of a synthetic characteristic of the smart readiness indication is proposed. The results of the evaluation of a total of 20 buildings in Poland were presented and discussed against the background of the results of research carried out in other EU Member States. The conclusions resulting from the implementation of the methodology testing phase were discussed. It was found that the tested evaluation methodology fulfils its task, but before being implemented into mandatory practice, it requires some corrections, the list of which is included in the last chapter of the article.

Keywords: OTE project, SRI, smart readiness indicator for buildings, SRI evaluation

Paweł Kwasnowski

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza
w Krakowie
Wydział Elektrotechniki, Automatyki,
Informatyki i Inżynierii Biomedycznej
kwasn@agh.edu.pl

