



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Projekt i publikacja współfinansowane ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

REWITALIZACJA BUDYNKÓW UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ WEDŁUG KRYTERIÓW ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU

Realizacja:



Recenzenci:

prof. dr hab. inż. Leonard Runkiewicz, Politechnika Warszawska
dr hab. Jolanta Gładys-Jakóbk, Szkoła Główna Handlowa
dr Dariusz Trzemieliak, Centrum Transferu Technologii Uniwersytetu Łódzkiego

Redaktor naukowy:

dr inż. Arkadiusz Węglarz

Redaktor techniczny:

dr inż. Ryszard Gałczyński

Wykonawstwo poligraficzne: Agencja MAGA, Łódź

©Copyright by Centrum Badań i Innowacji Pro-Akademia, 2014

©Copyright for this edition by Oddział Polskiej Akademii Nauk w Łodzi 2014

CBI Pro-Akademia
ISBN 978-83-63704-17-9
PAN
ISBN 978-83-86492-81-7

Poglądy zawarte w publikacji odzwierciedlają poglądy autorów i nie muszą być tożsame z poglądami wydawcy i grantodawcy.

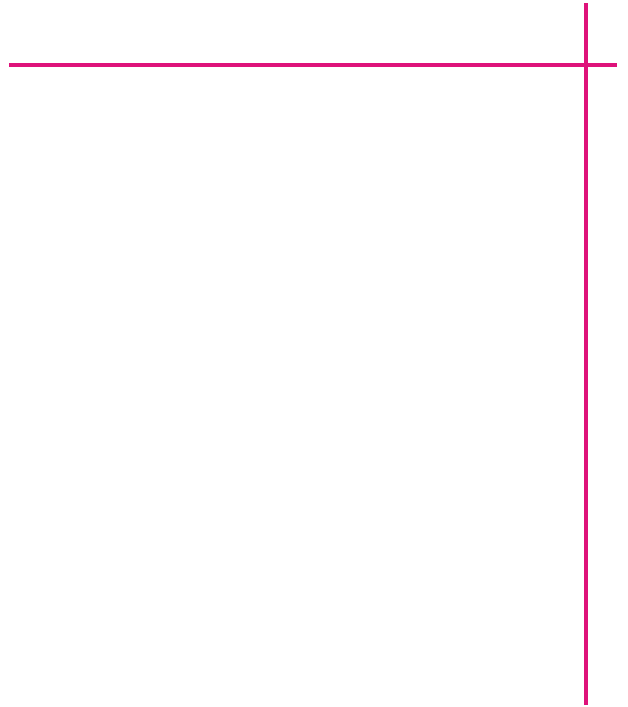
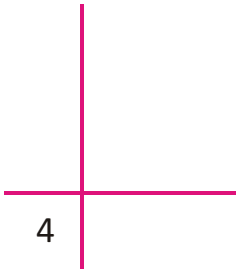
Niniejsza publikacja została przygotowana w ramach badań przeprowadzonych w projekcie „Naukowcy dla gospodarki Mazowsza”, realizowanym przez CBI Pro-Akademia.

Projekt i publikacja współfinansowane ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

Publikacja bezpłatna.

Spis treści

1. Zagadnienia zrównoważonego rozwoju w procesie rewitalizacji budynków publicznych, <i>prof. dr hab. inż. Tadeusz Skoczkowski.</i>	5
2. Interdyscyplinarność procesu rewitalizacji budynków użyteczności publicznej według zasad zrównoważonego rozwoju, <i>dr inż. Wojciech Terlikowski.</i>	17
3. Trudności we wstępnej ocenie opłacalności rewitalizacji budynków użyteczności publicznej według zasad zrównoważonego rozwoju, <i>dr inż. Wojciech Terlikowski.</i>	27
4. Opis metod wspomagania procesu rewitalizacji budynku pod kątem spełnienia zasad zrównoważonego rozwoju w budownictwie, <i>dr inż. Arkadiusz Węglarz.</i>	37
5. Aspekty społeczne procesu rewitalizacji budynków użyteczności publicznej zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju, <i>dr hab. Urszula Kurczewska.</i>	59
6. Makroekonomiczne aspekty rewitalizacji budynków w kontekście podnoszenia efektywności energetycznej i rynku pracy, <i>dr Ewa Kocharńska.</i>	73
7. Zagadnienia prawne w procesie rewitalizacji budynków publicznych zgodnie z kryteriami zrównoważonego rozwoju, <i>dr Leszek Karski.</i>	87
8. Programy wsparcia rewitalizacji budynków użyteczności publicznej zorientowane na zwiększenie efektywności energetycznej, <i>inż. Katarzyna Korczak.</i>	105
9. Analiza śladu węglowego urządzeń elektrycznych i elektronicznych w rewitalizowanym budynku użyteczności publicznej, <i>dr inż. Marcin Słoma.</i>	117
10. Metoda oceny efektywności systemu wentylacji, <i>dr inż. Szymon Firląg.</i>	147
11. Źródła energii w rewitalizowanym budynku, <i>mgr inż. Paweł Błaszczuk.</i>	161
12. Wybrane zagadnienia związane z obecnością grzybów pleśniowych w pomieszczeniach mieszkalnych, biurowych, oraz placówkach medycznych, <i>dr n. med. Patryk Tarka.</i>	171
13. Ogrzewanie i przygotowanie ciepłej wody użytkowej w rewitalizowanym budynku, <i>dr inż. Jacek Szymczyk.</i>	185
14. Instalacje EIB/KNX i okablowania strukturalnego w procesie rewitalizacji budynku użyteczności publicznej wybrane zagadnienia w kontekście standardu inteligentnego budynku, <i>dr inż. Jacek Szymczyk.</i>	195
15. Wybrane aspekty projektowania instalacji wodociągowych i kanalizacyjnych w rewitalizowanych budynkach użyteczności publicznej, <i>dr inż. Ewa Witkowska.</i>	207
16. Sieć elektroenergetyczna budynku, <i>dr inż. Sławomir Bielecki.</i>	221
17. Systemy zarządzania energią i informowania o jej zużyciu w rewitalizowanych budynkach użyteczności publicznej, <i>inż. Maksymilian Kocharński.</i>	231
18. Możliwe obszary rozwoju MŚP i wzrostu innowacyjności na Mazowszu, <i>prof. dr hab. inż. Tadeusz Skoczkowski.</i>	241



1. Zagadnienia zrównoważonego rozwoju w procesie rewitalizacji budynków użyteczności publicznej

Sustainable development in revitalisation of the public buildings

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono uzasadnienie podjęcia tematu rewitalizacji budynków publicznych w świetle polityki Komisji Europejskiej i wymagań prawa polskiego. Zdefiniowano cel i zakres monografii. Opisano punkt wyjścia na podstawie literatury. Wskazano na oryginalny charakter opracowania. Określono rolę MŚP w procesie rewitalizacji i zwrócono uwagę na możliwości ich rozwoju oraz wzrostu innowacyjności w wyniku prowadzenia prawidłowo zaprojektowanego i wspieranego procesu rewitalizacyjna poziomie lokalnym. Przedstawiono zalety i bariery rewitalizacji budynków publicznych. Zaprezentowano działania przełamujące bariery. Zidentyfikowano użytkowników monografii i pokazano potencjalne korzyści, jakie mogą osiągnąć, uczestnicząc w procesie rewitalizacji.

Słowa kluczowe: rewitalizacja budynków użyteczności publicznej, zasady zrównoważonego rozwoju, zrównoważona polityka energetyczna, małe i średnie przedsiębiorstwa, innowacyjność

Uzasadnienie podjęcia tematu

Sprostanie wyzwaniom światowej konkurencji i przyspieszonego zrównoważonego rozwoju¹, ze strony państw członków Unii Europejskiej wymaga bycia światowym liderem w dziedzinie innowacji. Innowacje są główną siłą napędową produktywności, zwiększonej efektywności energetycznej^{2,3} i materiałowej, lepszej jakości towarów

- 1.) Zgodnie z Ustawą z dnia 31 stycznia 1980r.o ochronie i kształtowaniu środowiska (art. 3. pkt. 3a): - zrównoważony rozwój - to taki rozwój społeczno-gospodarczy, w którym w celu równoważenia szans dostępu do środowiska poszczególnych społeczeństw lub ich obywateli zarówno współczesnego, jak i przyszłych pokoleń następuje proces integrowania działań politycznych, gospodarczych i społecznych z zachowaniem równowagi przyrodniczej oraz trwałości podstawowych procesów przyrodniczych.
- 2.) Według EED: efektywność energetyczna oznacza stosunek uzyskanych wyników, usług, towarów lub energii do wkładu energii.
- 3.) Ściśle rzecz biorąc, termin efektywność energetyczna oznacza mniejsze zużycie energii przy utrzymaniu niezmiennego poziomu działalności gospodarczej lub usług. Oszczędność energii jest pojęciem szerszym i obejmuje również zmniejszenie zużycia poprzez zmianę zachowań lub ograniczenie działalności gospodarczej.

i usług oraz tworzenia nowych rynków⁴. Z drugiej zaś strony to efektywność energetyczna i materiałowa jest jednym z głównych czynników rozwoju przedsiębiorczości i innowacyjności, a dążenie do ograniczenia strat energii i materiałów, jest powszechnie akceptowanym środkiem realizacji celów zrównoważonego rozwoju.

Nie bez znaczenia przy wyborze tematyki poradnika było bardzo dobre umocowanie tego zagadnienia w strategiach politycznych Unii Europejskiej. Jest to szczególnie widoczne w celach polityki energetycznej Komisji Europejskiej od lat formułowanych jako:

- zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego⁵,
- zapewnienie konkurencyjności gospodarki,
- realizacja celów polityki klimatycznej.

Na potrzeby realizacji tych celów powstało pojęcie *zrównoważonej polityki energetycznej*, które jest definiowane jako polepszenie dobrobytu społeczeństwa w wieloletnim horyzoncie czasowym poprzez dążenie do utrzymania równowagi pomiędzy:

- bezpieczeństwem energetycznym,
- zaspokojeniem potrzeb społecznych,
- konkurencyjnymi usługami w sektorze,
- ochroną środowiska.

Wspólny rezultat pełnego wdrożenia dotychczasowych i nowych działań zmieni życie codzienne i może przynieść oszczędności rzędu 1 000 EUR rocznie na gospodarstwo domowe, a także poprawić konkurencyjność europejskiego przemysłu, stworzyć nawet 2 mln miejsc pracy i ograniczyć roczną emisję gazów cieplarnianych o 740 mln ton [3]. KE przewiduje, że do 2050r. uda się ograniczyć emisję CO₂ z budynków prywatnych i publicznych o 90% w porównaniu do 1990r. [19].

Związek między rewitalizacją budynków publicznych a innymi strategiami UE dotyczącymi m.in. zatrudnienia, tworzenia nowych miejsc pracy, innowacyjności przedstawiono w dalszej części pracy w rozdziale *Możliwe obszary rozwoju MŚP i wzrostu innowacyjności na Mazowszu*.

Potrzebna jest zatem konkretna, realistyczna i długoterminowa strategia inwestowania na rzecz niskoemisyjności, efektywności energetycznej oraz efektywnego gospodarowania zasobami w całej gospodarce [19]. Taka strategia powinna obejmować poziom krajowy, ale jej realizacja musi być wspomagana urzeczywistnianiem odpowiednich celów, które zostaną określone na poziomie wojewódzkim.

Monografia jest jednym z narzędzi realizacji tej polityki, porusza bowiem dwa bardzo istotne zagadnienia społeczno-ekonomiczne o wymiarze europejskim, narodowym i regionalnym:

4.) COM (2010) 614.

5.) *Bezpieczeństwo energetyczne - stan gospodarki umożliwiający pokrycie bieżącego i perspektywicznego zapotrzebowania odbiorców na paliwa i energię w sposób technicznie i ekonomicznie uzasadniony, przy zachowaniu wymagań ochrony środowiska; Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997r. Prawo energetyczne.*

- energetyczne - w odniesieniu do budynków, głównie publicznych;
- w zakresie innowacyjności i konkurencyjności - głównie w sektorze MŚP.

Ponadto, jest to próba ich wzajemnego powiązania. Należy jednak pamiętać o tym, że dążenie do wzrostu efektywności energetycznej budynków może nie być równoznaczne ze zrównoważonym wykorzystaniem zasobów, np. użycie materiałów polepszających izolację może znacznie ograniczyć ilość energii koniecznej do ogrzania budynku, jednak produkcja tych materiałów może się okazać bardziej energochłonna [8].

Cel i zakres monografii

Niniejsza monografia realizuje kilka celów. Najważniejszym jest chęć dostarczenia właścicielom lub najemcom budynków publicznych informacji o różnych metodach i praktykach rewitalizacji. W szczególności monografia zawiera informacje o metodach rewitalizacji infrastruktury technicznej budynku, opłacalnych ekonomicznie sposobach poprawy zrównoważenia budynku, np. przez poprawę charakterystyki energetycznej budynku, a także, w stosownych przypadkach, o dostępnych instrumentach finansowych, których celem będzie poprawa charakterystyki energetycznej budynku. W sposób bardzo szeroki omówiono również zagadnienia socjologiczne związane z rewitalizacją. Poruszono również niektóre zagadnienia prawne. Wskazano też potencjalne możliwości rozwoju gospodarczego Mazowsza w wyniku rozpoczęcia programu rewitalizacji budynków publicznych.

W monografii przedstawiono metodykę rewitalizacji, która jest kompleksowym podejściem do zagadnień technicznych, ekologicznych i socjoekonomicznych budynków użyteczności publicznej, do ich wykorzystania, użytkowania i eksploatacji w odniesieniu do zachowań użytkowników i pracowników budynku. Metodyka ta obejmuje najistotniejsze zagadnienia techniczne, ekonomiczne, prawne i socjologiczne.

Inspiracją do powstania monografii było poszukiwanie sposobów wzrostu przedsiębiorczości i innowacyjności MŚP na Mazowszu w sposób, który umożliwiłyby jednocześnie rozwiązanie złożonych problemów społeczno-ekonomicznych wynikających z wielu czynników i uwarunkowań będących spuścizną poprzedniego systemu gospodarczego lub będących rezultatem wciąż trwającego procesu transformacji społeczno-ekonomicznej. Do tych czynników można zaliczyć m.in. niski poziom innowacyjności MŚP, mimo wysokiego stopnia koncentracji potencjału intelektualnego wyższych uczelni i placówek naukowo-badawczych na Mazowszu, niedostosowanie rynku pracy do potrzeb świadczenia nowych usług wynikających z zachodzących zmian społecznych, technicznych, ekonomicznych i rosnących wymogów ochrony środowiska.

Potrzeba opracowania metodyki wynikała również ze społecznych potrzeb wzrostu komfortu obsługi klientów przez instytucje publiczne, potrzeb samych instytucji publicznych w zakresie zagwarantowania lepszych warunków pracy swoim pracownikom, rosnących wymagań technicznych, ekologicznych i bezpieczeństwa stawianym budynkom użyteczności publicznej, a także stałym dążeniami do obniżenia kosztów użytkowania budynków przez sektor publiczny.

Rewitalizacja budynków, w tym w szczególności budynków publicznych, jest możliwa dzięki bardzo szybkiemu postępowi technologii budownictwa, rozwojowi technologii inteligentnego budynku i inteligentnych sieci energetycznych. Uwarunkowana jest również zmianami w funkcjonalności budynków, która wynika z rozwoju nowych usług publicznych i sposobów technicznych ich realizacji, np. e-administracji.

Dzięki energooszczędnym budynkom, produktom i usługom podmioty publiczne mogą obniżyć wydatki na energię. Władze poszczególnych krajów zostałyby zobowiązane do tego, aby przy wyborze nowych budynków, zamawianiu wszelkich towarów i usług kierować się oszczędnościami energii oraz by co roku znacząco ograniczać zużycie energii, w co najmniej 3% budynków publicznych należących do władz centralnych.

Zastosowanie opracowanej metodyki pozwoli na kompleksowe podejście do problemów modernizacji już istniejących, na ogół starych, budynków użyteczności publicznej na Mazowszu, a także na wyeliminowanie chaosu inwestycyjnego, efektywniejsze wykorzystanie środków publicznych, ograniczenie kosztów użytkowania budynków, stworzenie wieloletnich skoordynowanych planów renowacji budynków publicznych. Pozwoli to również na stworzenie listy rankingowej podmiotów publicznych ubiegających się o dotacje publiczne poprzez przedstawienie wieloletnich planów rewitalizacji. Ponadto, ułatwi zarządom budynków podejmowanie optymalnych technicznie i kosztowo decyzji o rewitalizacji (remontach). Zaproponowane środki i metody rewitalizacji będą w pierwszej kolejności niskonakładowe lub niewymagające nakładów.

Inspiracje teoretyczne

W literaturze światowej można znaleźć liczne opracowania dotyczące kompleksowej rewitalizacji budynków, w tym również budynków publicznych. Są one głównie wynikiem prac wyspecjalizowanych agend rządowych lub agencji publicznych chcących zintensyfikować, ułatwić i skoordynować działania remontowe czy modernizacyjne prowadzone zarówno przez inwestorów publicznych, jak i indywidualnych. W Polsce jest bogata literatura dotycząca zagadnień termomodernizacji budynków. Liczne są też prace dotyczące zagadnień technicznej infrastruktury budynków, np. instalacji elektroenergetycznej, wodnej, ściekowej czy systemów wentylacji.

Brakuje natomiast opracowań, które w sposób całościowy omawiałyby procesy rewitalizacji budynków lub podejmowałyby próby pokazania rewitalizacji jako złożonego procesu wiążącego w całość zagadnienia techniczne, ekonomiczne, ekologiczne i społeczne. Nie ma również prac, które pokazałyby związek między renowacją budynków a wzrostem innowacyjności, rozwojem kompetencji zawodowych i tworzeniem nowych miejsc pracy.

Monografia ma uzupełniać tę lukę i stanowić inspirację do dostrzeżenia nowych możliwości, jakie daje rewitalizacja budynków publicznych.

Rola MŚP w procesie rewitalizacji

Zrównoważony rozwój wymaga rozpoznania i pogodzenia wielu istotnych czynników, w tym wzięcia pod uwagę następujących zagadnień:

- uniknięcie zakłóceń ekosystemów i utraty różnorodności biologicznej, a jeśli nie można tego uniknąć, podejmowanie prób, by je minimalizować i im zaradzić,
- uniknięcie zanieczyszczenia i degradacji środowiska naturalnego, a jeśli to nie można tego całkowicie uniknąć, podejmowanie prób, by je minimalizować i im zaradzić,
- uniknięcie zakłóceń krajobrazów i miejsc, które stanowią dziedzictwo kulturowe narodu, a jeśli nie można tego całkowicie uniknąć, podejmowanie prób, by je minimalizować i im zaradzić,

- uniknięcie powstawania odpadów, a jeśli nie można ich całkowicie uniknąć, próby zmniejszania ich ilości lub ponowne wykorzystywanie, a gdy jest to niemożliwe, składowanie ich w odpowiedzialny sposób,
- wzięcie pod uwagę możliwości wykorzystania nieodnawialnych zasobów w sposób odpowiedzialny i sprawiedliwy, pamiętając o konsekwencjach wyczerpania się tych zasobów,
- możliwość wykorzystania odnawialnych źródeł energii,
- ostrożne i rozważne działania, które będą uwzględniały skutki wynikające z ograniczeń aktualnej wiedzy na temat konsekwencji podjętych decyzji i działań,
- przewidywanie i zapobieganie negatywnemu wpływowi ludzi na środowisko i uwzględnianie prawa ludzi do korzystania z tego środowiska, a tam, gdzie nie można temu całkowicie zapobiec, zminimalizowanie tego wpływu.

Nietrudno zauważyć, że wymagania te są w niektórych punktach sprzeczne z innymi wymaganiami stawianymi projektom rewitalizacji, zwłaszcza gdy bierze się pod uwagę koszty inwestycji. W dalszej części poradnika zostanie omówiony problem pogodzenia wymagań zrównoważonego rozwoju i jego kosztów uzasadnionych społecznie.

Większość przedsiębiorstw w sektorze niefinansowym przez UE to MŚP⁽⁶⁾ (99,8%). Zapewniają one ok. 2/3 zatrudnienia w przemyśle (66,7%) i dostarczają prawie 60% wartości dodanej. 9 spośród 10 MŚP to mikroprzedsiębiorstwa (92%) zatrudniające poniżej 9 osób. W Polsce na ogólną liczbę przedsiębiorstw 1 555 600 (2008r.), mikroprzedsiębiorstwa stanowią 95,5%, małe 3,3%, średnie 1% a duże 0,2% [15].

Duży udział przemysłu uniijnego w zakresie wzrostu gospodarczego i tworzenia miejsc pracy jest zasługą także tych żywiołowych i dynamicznych przedsiębiorstw. Dlatego też wspieranie i kreowanie rozwoju oraz internacjonalizacji MŚP znajduje się w centrum nowej zintegrowanej polityki przemysłowej UE. Jednym z głównych celów opracowania monografii było dążenie do wzrostu przedsiębiorczości i innowacyjności MŚP na Mazowszu stymulowanego przez opracowanie metodyki kompleksowej rewitalizacji istniejących budynków użyteczności publicznej z uwagi na następujące cele:

- zmniejszenie kosztów użytkowania budynku⁽⁷⁾,
- zminimalizowanie oddziaływania na środowisko przy określonej funkcjonalności budynku,
- dostosowanie do potrzeb osób niepełnosprawnych,
- zwiększenie bezpieczeństwa przestrzeni publicznej.

Pośrednim celem monografii jest promowanie zasad zrównoważonej, energooszczędnej i ekologicznej gospodarki zasobami w budynkach użyteczności publicznej poprzez wprowadzenie nowoczesnych rozwiązań technicznych

-
- 6.) *Małe i średnie przedsiębiorstwa lub MŚP oznaczają przedsiębiorstwa zdefiniowane w tytule I załącznika do zalecenia Komisji 2003/361/WE z dnia 6 maja 2003r. dotyczącego definicji mikro- oraz małych i średnich przedsiębiorstw [1]; do kategorii mikro- oraz małych i średnich przedsiębiorstw należą takie przedsiębiorstwa, które zatrudniają mniej niż 250 pracowników i których roczny obrót nie przekracza 50 milionów EUR lub całkowita roczna kwota bilansowa nie przekracza 43 mln EUR*
- 7.) *EPBD, Artykuł 2. Def.: budynek oznacza konstrukcję zadaszoną, posiadającą ściany, w której do utrzymania klimatu wewnętrznego stosowana jest energia.*

i organizacyjnych oraz zmianę zachowań pracowników i użytkowników. Cele te zostaną osiągnięte poprzez analizę możliwości:

- zmniejszenia zużycia energii, m.in. poprzez monitorowanie zużycia energii, prace termomodernizacyjne, zmianę wykorzystywanych urządzeń i sprzętu na bardziej energooszczędne,
- wykorzystania odnawialnych źródeł energii i lokalnych źródeł trójgeneracji (energia elektryczna, ciepło i chłód),
- zużycia energii z uwagi na funkcjonalność i prawidłowe wykorzystanie budynku,
- zmian w gospodarce wodno-ściekowej,
- zmniejszenia ilości odpadów i utylizacji odpadów na miejscu, głównie w przypadku odpadów uciążliwych,
- wprowadzenia technologii inteligentnego budynku, m.in. nowoczesnych instalacji energetycznych, systemów informatycznych, komunikacji wewnętrznej, systemów kontroli dostępu,
- wykorzystania mechanizmów „zielonych” zamówień publicznych,
- zwiększenia motywacji użytkowników i pracowników budynku do bardziej proekologicznych zachowań,
- wprowadzenia trwałych systemów oceny energetycznej i ekologicznej budynków, również poprzez upowszechnienie metody polegającej na obliczaniu tzw. śladu węglowego,
- użycia nowych instrumentów finansowania procesu rewitalizacji, np. firmy ESCO.

Zalety rewitalizacji budynków publicznych

Renowacja budynków publicznych może mieć głęboki wpływ na instytucję publiczną poprzez :

- możliwość świadczenia e-usług w wyniku dostosowania infrastruktury technicznej i umiejętności pracowników do wymogów współczesnej techniki i metod organizacyjnych,
- możliwość zwiększenia zakresu i jakości świadczonych usług bez konieczności rozbudowy infrastruktury technicznej,
- niższe koszty użytkowania, a tym samym mniejsze obciążenia dla finansów publicznych,
- ograniczenie emisji zanieczyszczeń, a tym samym łatwiejsze spełnienie wymogów ochrony środowiska,
- poprawę warunków obsługi klientów i pracy personelu,
- współdziałanie pracowników w dążeniu do osiągnięcia celów organizacji, np. poprawy wizerunku społecznego, ograniczenia kosztów, zmniejszenia uciążliwości dla środowiska.
- wzrost lokalnego bezpieczeństwa energetycznego,
- poprawę wizerunku firmy jako przyjaznej dla środowiska,
- zwiększenie innowacyjności infrastruktury technicznej, np. przez wdrażanie technologii energooszczędnych.

Korzyści z rewitalizacji budynków publicznych zaprezentowano w tabeli 1.

Tabela 1. Korzyści z rewitalizacji budynków publicznych.

TYP KORZYŚCI	CHARAKTERYSTYKA	UWAGI
ENERGETYCZNE		
Niskonakładowa	Do 25% oszczędności	Poprawa użytkowania budynku i zmiana procedur konserwacji
Standardowa	25-45% oszczędności	Kombinacja środków, np. wymiana urządzeń
Głęboka renowacja	Od 45% oszczędności	Ingerencja w skorupę budynku, zmiana w systemie oświetlenia, systemie napędów urządzeń elektrycznych
ILOŚCIOWE		
Zmniejszenie kosztów operacyjnych		
	Wydłużenie czasu użytkowania budynku i jego infrastruktury technicznej	W USA badania prawie 200 projektów w budynkach komercyjnych wykazały, że znaczna część projektów osiągnęła IRR większy niż 15% [16]
	Zwiększenie stawki najmu w budynku	W USA budynki biurowe z certyfikatami energetycznymi oferują wyższe koszty wynajmu od 6% do 16% niż budynki o porównywalnym standardzie bez certyfikatów [17][18]
	Zwiększenie wskaźnika wykorzystania budynku przez najemców	W USA zaobserwowano znacznie wyższy wskaźnik [17][18]
JAKOŚCIOWE		
	Zmniejszenie uciążliwości dla środowiska	Niższa emisja CO ₂ (śląd węglowy), wykorzystanie OZE
	Zwiększenie wartości rynkowej i lepszy odbiór społeczny dzięki działaniom prośrodowiskowym	
	Polepszenie jakości środowiska wewnętrznego (jakość powietrza, obniżenia poziomu hałasu, lepsze oświetlenie)	Wyższa produktywność, poprawa komfortu pracy i użytkowania

Źródło: Opracowanie własne na podstawie „Advanced Energy Retrofit Guide. Practical Ways to Improve Energy Performance. Pacific Northwest National Laboratory”, 2011.

Korzyści ze wzrostu efektywności energetycznej budynków można również przedstawić na poziomie międzynarodowym, krajowym, regionalnym, indywidualnym, a także dla konkretnych sektorów gospodarki (tabela 2).

Tabela 2. Przykładowe korzyści ze wzrostu efektywności energetycznej budynków.

Poziom	Korzyść
Międzynarodowe	Zmniejszenie zapotrzebowania na surowce energetyczne w skali globalnej
	Obniżenie emisji gazów cieplarnianych
Narodowe	Obniżenie zapotrzebowania na energię i obniżenie cen energii
	Obniżenie kosztów narodowej służby zdrowia (mniejsze koszty zewnętrzne energetyki)
	Wzrost bezpieczeństwa energetycznego
Sektorowe	Wzrost netto miejsc pracy
	Wzrost ceny nieruchomości
	Niższe koszty całkowite zakupu energii
	Nowe miejsca pracy w usługach kwalifikowanych i przy produkcji materiałów izolacyjnych
	Wzrost lokalnego bezpieczeństwa energetycznego
Regionalne	Rozwój lokalnych rynków pracy dla wykwalifikowanych pracowników
	Rozwój lokalnej przedsiębiorczości przez rozwój usług energetycznych i wzrost innowacyjności
	Obniżenie kosztów funkcjonowania sektora publicznego
Indywidualne	Niższe koszty zakupu energii
	Zwiększone wolne środki dysponowane w rodzinie
	Wzrost komfortu cieplnego
	Polepszenie warunków zdrowotnych

Źródło: opracowanie własne na podstawie „Spreading the net: the multiply benefits of energy efficiency improvements”, IEA, Insight Series, 2012.

Inne zalety renowacji budynków publicznych, mające charakter rynkowy, przedstawiono w rozdziale „Możliwe obszary rozwoju MŚP i wzrostu innowacyjności na Mazowszu”.

Bariery renowacji budynków publicznych

W praktyce procesy rewitalizacji budynków publicznych natrafiają na liczne, poza typowymi dla przedsięwzięć rewitalizacyjnych, bariery, takie jak:

- **Brak informacji i szkoleń w zakresie najnowszych technologii**, a także ich wpływu ekonomicznego i finansowego na stopę zwrotu z inwestycji, w niektórych przypadkach połączony z niechęcią do ryzyka związanego z wczesnym zastosowaniem nowych technologii i technik, może zachęcać inwestorów, takich jak banki, do dalszego wspierania przestarzałych technologii, nawet jeśli nie są one najefektywniejsze i nie zapewniają najwyższego zwrotu.
- **Brak dostępu do odpowiednich instrumentów finansowych** wspierających środki poprawiające efektywność energetyczną, a te, które istnieją, podejmowane są głównie na małą skalę.
- **Potrzeba wprowadzenia usług energetycznych** - otwarcie rynków ma pozytywny wpływ na efektywność energetyczną. Naciski konkurencyjne powodują, że firmy energetyczne prowadzą produkcję w bardziej efektywny sposób, szczególnie przez inwestycje w technologię. Rozwój sektora ESCO mógłby znacznie przyczynić się do wdrożenia wielu opłacalnych przedsięwzięć i może odegrać ważną rolę w nawiązaniu współpracy między uczestnikami rynku dostarczającymi energię i technologię a konsumentami energii.
- **Potrzeba działań ze strony władz państwowych** - pomoc publiczna i środki podatkowe, stanowią narzędzia wykorzystywane często w niewłaściwy sposób. Pomoc publiczna nie tylko jest udzielana z korzyścią dla efektywności energetycznej, lecz także wspiera produkcję energii elektrycznej z zastosowaniem paliw, które nie zapewniają uzyskania największej ilości energii. Poziom opodatkowania powinien być zasadniczo obniżony w przypadku określonych produktów o niskim zużyciu energii i podwyższony dla tych o wysokim zużyciu.
- **Koszty zewnętrzne i przejrzystość cen** - obecny system określania cen produktów energetycznych nie ukierunkowuje konsumentów na schematy konsumpcji zapewniające bardziej ekonomiczne i racjonalne zużycie energii.
- **Informacja i edukacja** - brak świadomości konsumentów, że stosunkowo proste sposoby mogą zapewnić przeciętnemu europejskiemu gospodarstwu domowemu znaczne oszczędności, co jest szczególnie ważne dla gospodarstw domowych wydających znaczną część swojego budżetu na energię.

Adresaci monografii

Główne czynniki, które skłaniają inwestorów do rozpoczęcia rewitalizacji budynków publicznych, to:

- Rosnąca świadomość użytkowników w zakresie możliwości ograniczenia zużycia energii, co prowadzi do ograniczenia kosztów użytkowania czy wynajmu.
- Postęp w rozwoju technologii efektywnych energetycznie, które mogą być stosowane w budynkach.
- Starzenie się infrastruktury budynków publicznych i w konsekwencji obniżanie ich funkcjonalności, komfortu użytkowania i wartości rynkowej.
- Regulacje prawne, kody zachowań wymuszające zwiększenie efektywności energetycznej i obniżenie skutków negatywnych oddziaływań na środowisko. Wymuszanie wiodącej roli sektora publicznego.
- Coraz większa dostępność do programów współfinansowania rewitalizacji ze środków publicznych, w tym w formule PPP.

Odbiorcami monografii mogą być:

- MŚP, w tym dostawcy urządzeń i usług do budynków użyteczności publicznej, których działalność będzie zainspirowana i/lub wspomagana przez wyniki (produkty) projektu.
- Urzędy pracy i instytucje szkoleniowe prowadzące programy rozwoju zawodowego, szkolenia lub przekwalifikowania pracowników i bezrobotnych.
- Urzędy administracji państwowej i samorządowej zarządzające znacznymi zasobami budynków publicznych w celu obniżenia kosztów funkcjonowania i/lub oceny poszczególnych zarządców budynków.
- Urzędy i instytucje podejmujące decyzje o przyznawaniu środków publicznych na renowację budynków publicznych.
- Zarządcy i użytkownicy budynków użyteczności publicznej, którzy chcą obniżyć koszty eksploatacji i polepszyć funkcjonalność budynków.
- Instytucje finansowe poszukujące obiektywnych informacji na temat możliwości i sposobów oraz oceny ryzyka rewitalizacji budynków publicznych.
- Architekci, projektanci i konsultanci prowadzący projekty renowacji.
- Podmioty, które chcą uzyskać lub są zobowiązane do uzyskania świadectwa efektywności energetycznej (białego certyfikatu).
- Przedsiębiorcy budowlani zainteresowani prowadzeniem efektywnych kosztowo renowacji.

Wykorzystanie monografii przez szerokie kręgi odbiorców pozwoli na:

- Rozwój MŚP na Mazowszu poprzez identyfikację obszarów, tematów, konkretnych produktów i usług, których dostarczanie może być zainicjowane i wsparte przez produkty programu.
- Wskazanie konkretnych zawodów, które powinny być rozwijane lub zmieniane jako odpowiedź na potrzeby rynku pracy w segmentach należących do obszaru oddziaływania programu.
- Wskazanie rozwiązań organizacyjnych i instytucjonalnych na poziomie Urzędu Marszałkowskiego w celu ustanowienia trwałego systemu wykorzystania rezultatów programu na Mazowszu.

Więcej możliwości rozwoju MŚP na Mazowszu przedstawiono w rozdziale *“Możliwe obszary rozwoju MŚP i wzrostu innowacyjności na Mazowszu”*. Wyniki pracy będą mogły być wykorzystywane również na potrzeby innych regionów kraju.

Literatura

- [1]. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE z dnia 21 października 2009r. ustanawiającej ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących ekoprojektu dla produktów związanych z energią (Dz. U. L 285 z 31. 10. 2009), s. 10.
- [2]. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/30/UE z dnia 19 maja 2010r. w sprawie wskazania poprzez etykietowanie oraz standardowe informacje o produkcie, zużycia energii oraz innych zasobów przez produkty związane z energią (Dz. U. L 153 z 18. 6. 2010), s. 1.

- [3]. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012r. w sprawie efektywności energetycznej (Dz. U. L 315 z 14. 11. 2012).
- [4]. EMAS Energy Efficiency Toolkit for Small and Medium sized Enterprises Improving your environmental and business performance. The European Eco-Management and Audit Scheme; http://ec.europa.eu/environment/emas/pdf/general/energyeff_en.pdf.
- [5]. Guidebook on Energy Management for SMEs, <http://www.engine-sme.eu>.
- [6]. <http://www.europa.eu.int/comm/environment/emas>.
- [7]. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Zintegrowana polityka przemysłowa w erze globalizacji. Konkurencyjność i zrównoważony rozwój na pierwszym planie, KOM (2010) 614, wersja ostateczna.
- [8]. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Europa efektywnie korzystająca z zasobów inicjatywa przewodnia strategii „Europa 2020”, KOM (2011) 21, wersja ostateczna.
- [9]. Rozporządzenie Delegowane Komisji (UE) NR 244/2012 z dnia 16 stycznia 2012r. uzupełniające dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i ustanawiające ramy metodologii porównawczej do celów obliczania optymalnego pod względem kosztów poziomu wymagań minimalnych dotyczących charakterystyki energetycznej budynków i elementów budynków (Dz. U. L 81/18 z 21. 03. 2012).
- [10]. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz. U. z 2012r., poz. 962).
- [11]. Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego (Dz. U. z 2009r. Nr 43, poz. 346).
- [12]. Systemy zarządzania energią. Wymagania i wytyczne stosowania, EN 16001: 2009.
- [13]. Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011r. o efektywności energetycznej (Dz. U. z 2011r. Nr 94, poz. 551).
- [14]. Ustawa z dnia 21 listopada 2008r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz. U. z 2008r. Nr 223, poz. 1459).
- [15]. Key figures on European business with a special feature on SMEs, Eurostat, 2011.
- [16]. Goldman C. A, Hopper N. C, Osborn J. G, Singer T. E., Review of U. S. ESCO Industry Market Trends: An Empirical Analysis of Project Data, Berkeley 2005.
- [17]. Eichholtz P. i in., Doing Well By Doing Green? An Analysis of the Financial performance of Green Office buildings in the USA, London 2009.
- [18]. Fuerst F, McAllister P, Pricing Sustainability: An Empirical investigation of the Value Impacts of Green Building Certification. American Real estate Society Conference, 16-19 April 2008, Florida, USA.
- [19]. http://ec.europa.eu/clima/policies/roadmap/perspective/index_en.htm.

ABSTRACT

The justification of taking the theme of revitalisation of the public building has been presented in the light of the European Commission policy and the Polish law requirements. The aim and scope of the monograph has been defined. The state-of-the-art of the revitalisation based on the literature has been described. Originality of the approach employed has been underlined. The role of the SMS in the revitalization has been specified and it has been pointed out that the properly designed and supported process of revitalisation at the local level may heavily contribute to their development and increase of innovation. Advantages of and barriers to revitalization of the public buildings have been listed. Actions removing the barriers have been proposed. Users of the monograph have been identified and their potential gains achieved from revitalization have been presented.

Keywords: *revitalization of public buildings, sustainability, sustainable energy policy, small and medium-sized enterprises, innovation*

Dr inż. Wojciech Terlikowski
Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Łądowej

2. Interdyscyplinarność procesu rewitalizacji budynków użyteczności publicznej według zasad zrównoważonego rozwoju¹

Interdisciplinarity of public utility buildings revitalization process according to principles of sustainable development

STRESZCZENIE

Rewitalizacja budynków użyteczności publicznej jest procesem interdyscyplinarnym, a jednocześnie ważnym zadaniem publicznym (technicznym, projektowo-inwestycyjnym, gospodarczym, społecznym, ekonomicznym). Powinno to się przejawiać w zaangażowaniu różnych dyscyplin naukowych, prowadzeniu wszechstronnych badań, rozszerzonej diagnostyki, opracowywaniu wytycznych i projektów rewitalizacji, a także właściwego przeprowadzenia rewitalizacyjnego procesu inwestycyjnego. Badania te powinny w bezpośredni sposób wiązać się z działaniami przemysłu w różnych dziedzinach, będąc źródłem jego innowacyjności. Dotyczy to zwłaszcza małych i średnich przedsiębiorstw, mających znaczenie lokalne, bezpośrednio lub pośrednio uczestniczących w procesie rewitalizacji. Rewitalizacyjny proces inwestycyjny przeprowadzony w sposób prawidłowy i pełny, powinien w trakcie swojego trwania, a także w okresie użytkowania budynku, gwarantować rozwiązanie różnorodnych zagadnień i problemów wynikających z zasad zrównoważonego rozwoju.

Słowa kluczowe: rewitalizacja budynków użyteczności publicznej, zasady zrównoważonego rozwoju, interdyscyplinarność rewitalizacji, zadanie publiczne, małe i średnie przedsiębiorstwa, innowacyjność

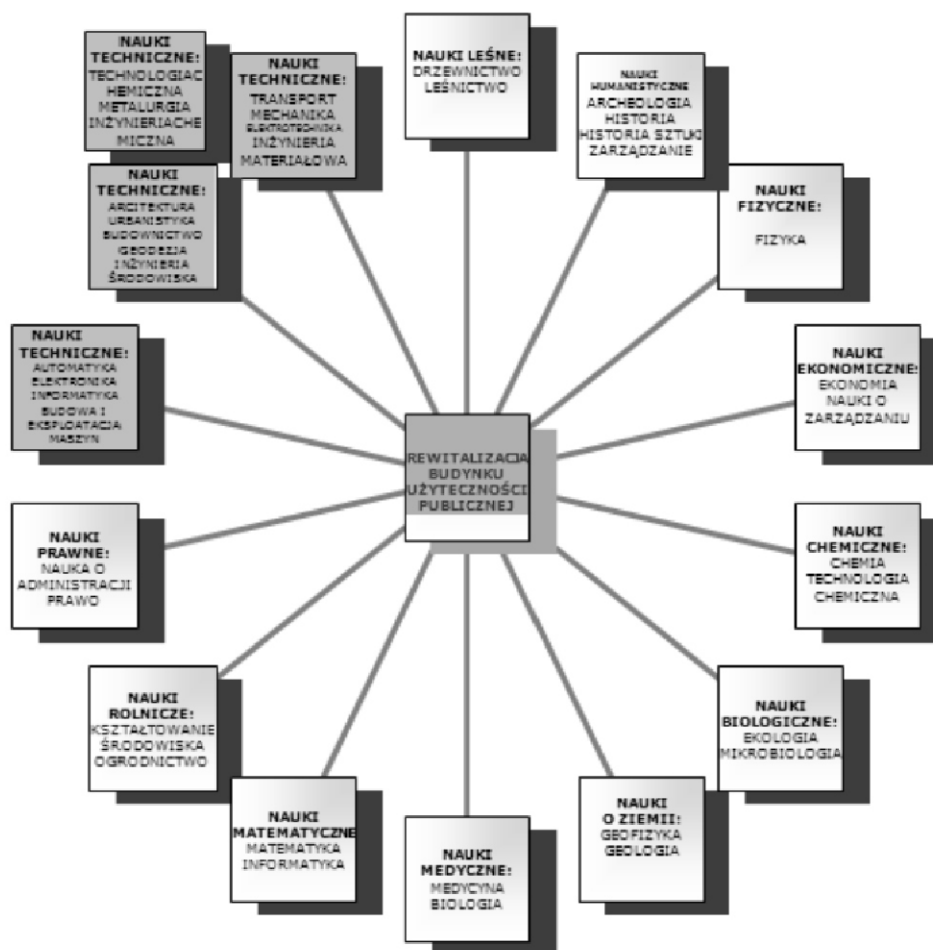
Złożony charakter procesu rewitalizacji budynków użyteczności publicznej

Rewitalizacja jako zadanie publiczne uwzględniające współpracę nauki z przemysłem

Etymologicznie pojęcie rewitalizacja oznacza ożywienie, przywrócenie do życia. Jest ono stosowane obecnie do określenia złożonych procesów inwestycyjnych, interdyscyplinarnych, ożywiających zdegradowane obszary miejskie, zespoły budowlane, pojedyncze obiekty budowlane (przede wszystkim budynki i budowle), które z różnych względów przestały spełniać swoje zadania społeczne i utraciły funkcje użytkowe, więc złożony

1.) Treść została częściowo opublikowana jako wynik cząstkowej badań w artykule: Rewitalizacja budynków użyteczności publicznej zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju, „Materiały Budowlane” 2013, nr 5 (489), Warszawa 2013.

proces zmian przestrzennych, urbanistycznych, technicznych, budowlano-architektonicznych, które z założenia powinny być związane ze zmianami społecznymi i gospodarczymi. Powinny być one podejmowane w interesie publicznym i mieć za cel wyprowadzenie rewitalizowanego obszaru z sytuacji kryzysowej, przywrócenie mu dawnych funkcji lub wykreowanie nowych oraz stworzenie warunków do jego dalszego rozwoju [2].



Schemat 1. Interdyscyplinarność procesu rewitalizacji, podział nauki.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Terlikowski W., *Rewitalizacja budynków użyteczności publicznej zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju*, „Materiały Budowlane” 2013, nr 5 (489) i Uchwała centralnej komisji spraw stopni i tytułów z dnia 24 października 2005r. (Monitor Polski Nr 79, poz. 1119 i 1120).

Rewitalizacja powinna obejmować proces ożywienia społeczno-gospodarczego, wpływać na pobudzenie aktywności gospodarczej (szczególnie lokalnej, w obszarze małych i średnich przedsiębiorstw, w tym sprzyjać tworzeniu nowych miejsc pracy i rynków zbytu), społecznej, inicjować rozwój kultury [2]. Tak rozumiana rewitalizacja jest ważnym, publicznym zadaniem interdyscyplinarnym (technicznym, projektowo-inwestycyjnym, gospodarczym, społecznym, ekonomicznym), porządkującym przestrzeń miejską (również obszary wiejskie). Interdyscyplinarność rewitalizacji powinna przejawiać się w zaangażowaniu różnych dyscyplin naukowych w prowadzenie wszechstronnych badań, rozszerzonej diagnostyki, opracowanie wytycznych i projektów rewitalizacji, a także we właściwe przeprowadzenie rewitalizacyjnego procesu inwestycyjnego. Badania te powinny w bezpośredni sposób wiązać się z działaniami przemysłu w różnych dziedzinach, będąc źródłem jego innowacyjności. Można przyjąć, że pełne zadanie rewitalizacyjne we wszystkich aspektach może angażować ekspertów z różnych dziedzin nauki, m.in. z zakresu nauk przyrodniczych, techniczno-inżynierskich, społeczno-ekonomicznych, takich jak: planowanie przestrzenne, budownictwo, architektura, inżynieria lądowa, geodezja, instalacje budowlane, w tym także wodne, wentylacja, ogrzewanie, kanalizacja, fizyka budowli, elektronika, energetyka, elektryczność, inżynieria materiałowa, transport, zarządzanie, a także z zakresu nauk społecznych i medycznych, tj. ekonomii, medycyny, prawa, socjologii, ochrony środowiska i polityki społecznej itp. Interdyscyplinarność procesu rewitalizacji ukazuje schemat 1.

Badania naukowe związane z rewitalizacją mogą i powinny stymulować oraz kształtować kierunki rozwoju przemysłu, być źródłem poprawy i optymalizacji już stosowanych rozwiązań. Takie podejście do rozwoju technologii i przemysłu może wpływać w sposób bezpośredni lub pośredni na rozwój przedsiębiorczości i innowacyjności, szczególnie małych i średnich przedsiębiorstw [1].

Pojęcie przestrzeni publicznej i budynku użyteczności publicznej

Rewitalizacja budynków użyteczności publicznej ma szczególne znaczenie, ze względu na wyjątkowe znaczenie społeczne funkcji publicznych spełnianych w tych budynkach. Zgodnie z definicją prawną [6] przestrzeń publiczna to obszar o szczególnym znaczeniu dla zaspokajania potrzeb mieszkańców, poprawy jakości ich życia i sprzyjający nawiązywaniu kontaktów społecznych ze względu na jego położenie oraz cechy funkcjonalno-przestrzenne. Przestrzeń publiczna, fizyczna obejmuje wszelkie miejsca dostępne powszechnie i nieodpłatnie dla każdego obywatela [1]. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2002r. Nr 75 ze zm., dział I, par. 3, pkt. 6) budynkiem użyteczności publicznej jest budynek przeznaczony na potrzeby administracji publicznej, wymiaru sprawiedliwości, kultury, kultu religijnego, oświaty, szkolnictwa wyższego, nauki, wychowania, opieki zdrowotnej, społecznej lub socjalnej, obsługi bankowej, handlu, gastronomii, usług, w tym usług pocztowych lub telekomunikacyjnych, turystyki, sportu, obsługi pasażerów w transporcie kolejowym, drogowym, lotniczym, morskim lub wodnym śródlądowym, oraz inny budynek przeznaczony do wykonywania podobnych funkcji; za budynek użyteczności publicznej uznaje się także budynek biurowy lub socjalny. Powyższa definicja określa również funkcje budynku, które można uznać za publiczne.

Budynki użyteczności publicznej są więc takimi ogólnodostępnymi obiektami budowlanymi, które znajdują się w przestrzeni publicznej i wypełniają zadania polegające na nieprzerwanym zaspokajaniu zbiorowych potrzeb ludności w drodze świadczenia usług powszechnie dostępnych tj. zadań podejmowanych w sferze użyteczności publicznej mających na celu zaspokajanie potrzeb publicznych danej wspólnoty samorządowej. Dobra i usługi świadczone w ramach tej sfery dostarczane są niezależnie od dochodów osób z nich korzystających. Nie jest to działalność oparta na mechanizmie rynkowym, a jej celem nie jest osiągnięcie zysku, co nie oznacza, że nie może być to działalność dochodowa [3]. Obiekty te z reguły wyróżniają się z ogólnej zabudowy bryłą i rozwiązaniami architektonicznymi, a także lokalizacją, która powinna być podporządkowana funkcji publicznej. Jest to definicja, która obejmuje bardzo wiele rodzajów budynków. Obiekty te mają pewne cechy wspólne, jednakże jest też dużo istotnych różnic. Najbardziej widoczną cechą różnicującą jest forma, implikująca różnorodne rozwiązania konstrukcji układów nośnych, począwszy od niewielkich budynków socjalnych lub usługowych, poprzez monumentalne gmachy obiektów kultury, sądownictwa, kultu religijnego, a skończywszy na budynkach wielofunkcyjnych wysokich i wysokościowych. W budynkach wysokościowych, najbardziej monumentalnych, wzajemne powiązanie konstrukcji, funkcji i formy jest wyjątkowo widoczne, ze względu na ich rozmiary [4].

Funkcje budynku użyteczności publicznej i związane z nimi rozwiązania architektoniczno-konstrukcyjne są więc różnorodne, co odzwierciedla się w różnych dziedzinach życia, nauki i gospodarki oraz wpływa zarówno na proces inwestycyjny budynków (zwłaszcza na proces projektowy, dobór właściwych rozwiązań technicznych, technologicznych, materiałowych, architektoniczno-funkcjonalnych), jak i okres ich użytkowania. Prawidłowo przeprowadzony proces rewitalizacyjny budynków użyteczności publicznej, czyli zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju, pozwala wprowadzić innowacyjne technologie i nowoczesne rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe, przynoszące korzyści ekonomiczne, ekologiczne i prospołeczne (w tym socjalne), a także kulturowe, co przyczynia się do wzrostu ożywienia gospodarczego na rynkach lokalnych, szczególnie w sektorze małych i średnich przedsiębiorstw. Jest to bardzo dobry przykład wdrażania gospodarki na drogę zrównoważonego rozwoju.

Innowacyjny charakter rewitalizacji budowlanej

Zrównoważony rozwój w budownictwie ma kluczowe znaczenie w procesie równoważenia gospodarki kraju. Opracowywanie i wdrażanie nowych technologii, rozwiązań technicznych i materiałowych w budownictwie ma znaczący wpływ na priorytetowe obszary gospodarki w koncepcji zrównoważonego rozwoju [1]:

- **na środowisko** - 42% końcowego zużycia energii w UE, 35% emisji gazów cieplarnianych do atmosfery, znaczące zużycie surowców naturalnych, takich jak woda czy kruszywo, oraz utrudnienia w recyklingu i utylizacji materiałów poroziórkowych to wynik procesu budowy i eksploatacji budynków,
- **na społeczeństwo** - komfort użytkowania budynków (mieszkalnych i użyteczności publicznej) ma podstawowy wpływ na jakość życia i pracy człowieka (przeciętny obywatel UE spędza we wnętrzu budynku prawie 80% swojego życia),
- **na ekonomię** - w UE budownictwo generuje około 10% PKB i zatrudnia 7% siły roboczej.

Innowacyjność rozwiązań technicznych, technologicznych, konstrukcyjno-materiałowych, dotyczących produkcji i optymalnego użytkowania infrastruktury wewnętrznej budynku (instalacji i urządzeń) w procesie rewitalizacji powinna dotyczyć takich zagadnień, jak [1][13][14]:

- minimalizowanie emisji gazów cieplarnianych oraz związków chemicznych destrukcyjnie wpływających na środowisko naturalne, śledzenie emisji śladu węglowego elementów budowlanych, materiałów i urządzeń,
- stosowanie materiałów budowlanych przyjaznych otoczeniu pozwalających na utrzymanie homeostazy w środowisku naturalnym, czyli materiałów ekologicznych, tzn. wykonanych z surowców odnawialnych (a jeśli to niemożliwe, to próby minimalizowania użycia surowców nieodnawialnych), wykonanych z wtórnie przetworzonych materiałów, pochodzących z odzysku (recyklingu), a także powtórne wykorzystywanie materiałów lub elementów konstrukcyjnych; o niskim poziomie energii wewnętrznej i potrzebnej do użycia w procesie budowania, uwzględniających brak emisji szkodliwych dla zdrowia ludzkiego substancji również po zakończeniu użytkowania budynku, dające możliwość rozłożenia ich na komponenty składowe, możliwe do ponownego użycia lub utylizacji,
- łatwość, prostota i niska energochłonność stosowanych technologii i rozwiązań konstrukcyjno-materiałowych,
- ograniczenie zużycia energii poprzez wykorzystywanie materiałów i produktów wytwarzanych w pobliżu lokalizacji inwestycji,
- ograniczenie produkcji ścieków, odpadów płynnych i stałych,
- adaptacja do wymagań wszystkich osób, w tym ludzi niepełnosprawnych,
- adaptacja do zmiany funkcji, która wynika z potrzeb społecznych i rynkowych,
- zapewnienie komfortu użytkowania poprzez utrzymanie odpowiednich parametrów w środowisku wewnętrznym (optymalizacja wentylacji, chłodzenia, komfort akustyczny, termiczny, w tym poprzez termomodernizację, dobór odpowiedniego oświetlenia),
- poprawa parametrów wilgotnościowych i wodnych elementów konstrukcyjnych oraz wnętrza budynku,
- usunięcie szkodliwych oddziaływań na człowieka (syndrom „chorego budynku”), utrzymanie dobrych parametrów zdrowotnych dla użytkowników budynku,
- zastosowanie systemów elektronicznych optymalizujących parametry użytkowania budynku,
- właściwe zarządzanie w czasie prowadzenia inwestycji oraz w okresie użytkowania budynku,
- zagadnienia socjologiczne, społeczne i środowiskowe, w tym wpływ rewitalizacji na społeczność lokalną,
- zmiana zachowań użytkowników budynku, w tym zmiany w sposobie myślenia i zachowaniach społeczno-środowiskowych.

Rewitalizacyjny proces inwestycyjny dotyczący budynku użyteczności publicznej, przeprowadzony zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju, w trakcie jego trwania, a także w okresie użytkowania budynku, powinien również gwarantować rozwiązanie następujących zagadnień i problemów pozornie niezwiązanych bezpośrednio z rewitalizowanym budynkiem [13][14]:

Tabela 1. Zestawienie kryteriów systemów certyfikacji budynków.

Kryteria oceny	Systemy certyfikacji	
	BREEAM	LEED
Maksymalny udział w całości punktacji (%)		
Zrównoważona lokalizacja		23,5
Zarządzanie	12	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rozruch 		
Zdrowie i samopoczucie	15	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oprawy oświetleniowe o wysokiej częstotliwości 		
Energia	19	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wydajność energetyczna ▪ Kontrola zużycia energii przez najemców ▪ Technologie bezwęgłowe lub niskowęglowe 		
Energia i atmosfera		32
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Weryfikacja zainstalowania i skalibrowania systemów związanych z energią, zgodnie z wartościami zamieszczonymi w projekcie inwestora budynku ▪ Minimalne wymagania dotyczące charakterystyki energetycznej budynku ▪ Podstawowe wymagania dotyczące zarządzania systemami chłodniczymi 		
Transport	8	
Woda	6	
Efektywne wykorzystanie zasobów wodnych		9
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redukcja zużycia wody 		
Materiały	12,5	
Materiały i zasoby		12,5
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Konieczność zapewnienia łatwo dostępnego obszaru zbierania i przechowywania materiałów do recyklingu 		
Jakość środowiska wewnętrznego		13,5
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Minimalny wskaźnik jakości powietrza wewnątrz budynku według szczegółowo określonych norm ▪ Kontrola środowiskowego dymu tytoniowego 		
Odpady	7,5	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Składowanie odpadów podlegających recyklingowi ▪ Wykorzystanie terenu i ekologia ▪ Ograniczenie wpływu na środowisko 		
Zanieczyszczenie	10	
Innowacja	10	
Innowacyjność projektu		5,5
Priorytety regionalne		4

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Terlikowski W., Rewitalizacja budynków użyteczności publicznej zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju, „Materiały Budowlane”2013, nr 5 (489).

- analiza transportu zewnętrznego (wykorzystanie lub zainicjowanie alternatywnych, proekologicznych form transportu ścieżek rowerowych z odpowiednim zapleczem sanitarnym, środków transportu z napędem elektrycznym ze stacjami ładowania, wykorzystanie lub adaptacja transportu publicznego, wykorzystanie lub stworzenie nowych ścieżek ruchu pieszego),
- rewitalizacja terenu z uwzględnieniem minimalnego wpływu na środowisko z uwzględnieniem ochrony i rozwoju istniejących ekosystemów,
- utrzymanie lub stworzenie lokalnego mikroklimatu zewnętrznego oddziałującego bezpośrednio na użytkowników poprzez ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, udziału powierzchni utwardzonych, stosowanie rozwiązań konstrukcyjno-architektonicznych integrujących budynek ze środowiskiem przyrody,
- proekologiczne gospodarowanie zasobami wodnymi, w tym uwzględnienie możliwości wykorzystania wody deszczowej i efektywnego wykorzystywania wody do celów konsumpcyjnych i użytkowych,
- zagwarantowanie właściwego komfortu oświetlenia zewnętrznego oraz niskiego poziomu hałasu, z uwzględnieniem właściwego funkcjonowania użytkowników budynku, jego otoczenia i ochrony nocnego habitatu.

Ze względu na złożoność zagadnień podejście do rewitalizacji z uwzględnieniem zasad zrównoważonego rozwoju wymaga ścisłej współpracy między sferą nauki i szeroko rozumianego przemysłu uczestniczącego w procesie rewitalizacji.

Systemy oceny budynków uwzględniające zasady zrównoważonego rozwoju

Dobry kierunek do pełnego uwzględnienia zasad zrównoważonego rozwoju w działaniach rewitalizacyjnych wskazały systemy certyfikacji stosowane od pewnego czasu w budownictwie [1]. Systemy te dotyczą oceny budynków pod względem standardów zrównoważonego rozwoju w budownictwie, w tym szczególnie spełnienia wymagań związanych z ekologią, oceniają ich wartość ekonomiczną, społeczno-kulturową, funkcjonalną, techniczną. Do najpopularniejszych systemów certyfikujących, stosowanych na całym świecie, należą amerykański LEED oraz brytyjski BREEAM. Choć dotyczą one przede wszystkim inwestycji związanych ze wznoszeniem nowych budynków, stosowane są również do remontów generalnych i modernizacji, a więc mogą być stosowane w procesach rewitalizacji. Jednak tak sformułowane kryteria oceny nie są jednakowe. Z punktu widzenia zasad zrównoważonego rozwoju częściowo się uzupełniają. Zestawienie kryteriów systemów certyfikacji budynków zestawiono w tabeli 1 [1].

Niemiecki system certyfikacji DGNB jest jednym z najmłodszych systemów. Rozszerzył on podstawowe kryteria oceny bezpośrednio oparte na triadzie zrównoważenia (czynniki ekologiczne, ekonomiczne i społeczne: socjalno-kulturowe i funkcjonalne) o kolejne 3 aspekty: techniczne, ocenę przebiegu całości procesu i lokalizacji [1].

Podsumowanie

Rewitalizacja budynków użyteczności publicznej zgodna z zasadami zrównoważonego rozwoju jest procesem interdyscyplinarnym, złożonym i wieloaspektowym. Dotychczasowe doświadczenia praktyczne pokazują, że proces

ten udaje się w pełni zrealizować rzadko, a interdyscyplinarna rewitalizacja prowadzona jest od niedawna. Wymaga ona dobrej organizacji i takiego zarządzania, które uwzględni złożoność zagadnień. Jest to zadanie trudne, ponieważ certyfikaty systemów wielokryterialnej oceny budynków uzyskało w Polsce do tej pory niewiele rewitalizowanych budynków użyteczności publicznej. Analizując te zagadnienia, wydaje się, że sprostanie zadaniom wynikającym z zasad zrównoważonego rozwoju w odniesieniu do rewitalizacji będzie w pełni możliwe tylko wtedy, gdy w procesie jej realizacji będzie prowadzona ścisła współpraca między nauką a przemysłem, szczególnie przemysłem w sektorze małych i średnich przedsiębiorstw.

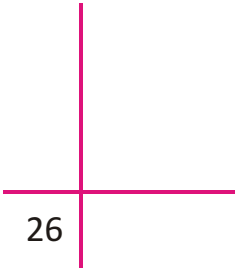
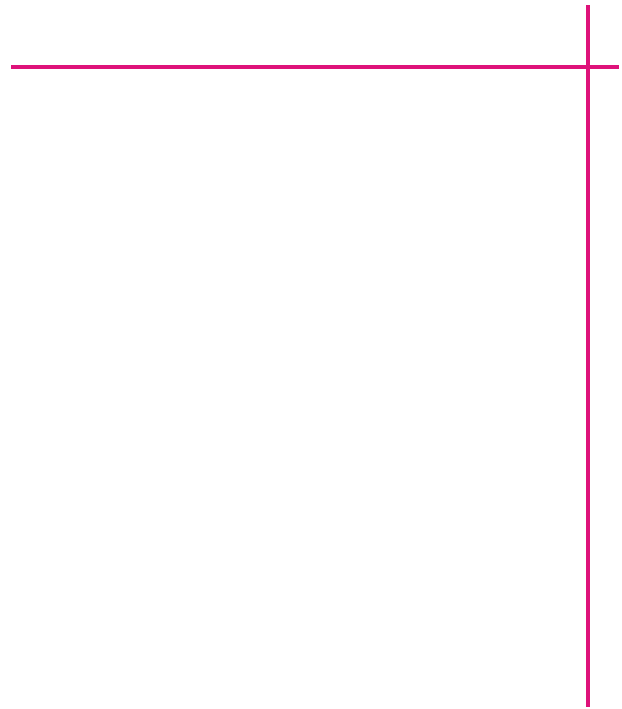
Literatura

- [1]. Terlikowski W., *Rewitalizacja budynków użyteczności publicznej zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju*, „Materiały Budowlane” 2013, nr 5 (489).
- [2]. *Lokalny Program Rewitalizacji Miasta Stołecznego Warszawy na lata 2005-2013, Załącznik do uchwały Nr XXXVII/948/2012 Rady m. st. Warszawy z dnia 31 maja 2012r. zmieniającej uchwałę w sprawie Lokalnego Programu Rewitalizacji Miasta Stołecznego Warszawy na lata 2005-2013.*
- [3]. *Ustawa z dnia 20 grudnia 1996r. o gospodarce komunalnej (Dz. U. Nr 9, poz. 43, ze zm.; Dz. U. z 1997r. Nr 106, poz. 679, Nr 121, poz. 770; Dz. U. z 1998r. Nr 106, poz. 668; Dz. U. z 2002r. Nr 113, poz. 984; Dz. U. z 2003r. Nr 96, poz. 874, Nr 199, poz. 1937; Dz. U. z 2008r. Nr 223, poz. 1458; Dz. U. z 2009r. Nr 19, poz. 101, Nr 157, poz. 1241).*
- [4]. Abramowicz M., Terlikowski W., *Związek między konstrukcją, formą i funkcją w kształtowaniu budynków użyteczności publicznej*, „Materiały Budowlane” 2008, nr 6.
- [5]. *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2002r. Nr 75, ze zm..*
- [6]. *Ustawa z dnia 27 marca 2003r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. z 2003r. Nr 80, poz. 717, ze zm..*
- [7]. *Ustawa z dnia 7 lipca 1994r. Prawo Budowlane (Dz. U. z 1994r. Nr 89, poz. 414, ze zm..*
- [8]. *Ustawa z dnia 23 lipca 2003r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami (Dz. U. z 2003 r., ze zm..*
- [9]. *Nasza wspólna przyszłość, Raport Światowej Komisji Środowiska i Rozwoju (Raport Brundtlanda) 1987.*
- [10]. *Komunikat Komisji do Rady, Parlamentu Europejskiego, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego oraz Komitetu Regionów. Inicjatywa rynków pionierskich dla Europy, 21. 12. 2007, KOM (2007) 860, wersja ostateczna.*
- [11]. *Dokumenty końcowe konferencji Narodów Zjednoczonych Środowisko i rozwój : Szczyt Ziemi: Rio de Janeiro, 3-14 czerwca 1992r., Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa 1993.*
- [12]. *A Sustainable Europe for a Better World: A European Union Strategy for Sustainable Development, COM (2001) 264, wersja ostateczna.*
- [13]. *Ryńska E. D., Środowiskowe uwarunkowania procesu inwestycyjnego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2006.*
- [14]. *Ryńska E. D., Zintegrowany proces projektowania próśrodowiskowego. Projektant a środowisko, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2012.*
- [15]. *Uchwała centralnej komisji spraw stopni i tytułów z dnia 24 października 2005r. (Monitor Polski Nr 79, poz. 1119 i 1120).*

ABSTRACT

The revitalization of public utility buildings is a complex and multi-disciplinary process, likewise an important public issue (technical, design-investment, economic and social). This should be reflected in the commitment of a broad spectrum of different disciplines science, in undertaking comprehensive researches, extended diagnostics, guidelines and revitalization projects elaboration, as well as proper investment process execution. These researches should be directly related to the industry activities in different fields, as a source of its innovation. This concerns especially small and medium enterprises, which are important locally, directly or indirectly involved in the revitalization process. Investment process of revitalization realized in complete and correct manner should, in duration, as well as in a life of building, guarantee a solution of variety problems and issues under the principles of sustainable development.

Keywords: *public utility buildings revitalization, principles of sustainable development, revitalization interdisciplinary, public task, small and medium enterprises, innovation*



Dr inż. Wojciech Terlikowski
Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Lądowej

3. Trudności we wstępnej ocenie opłacalności rewitalizacji budynków użyteczności publicznej według zasad zrównoważonego rozwoju¹⁾

Difficulties in preliminary evaluation of public utility buildings revitalization
under principles of sustainable development

STRESZCZENIE

Proces rewitalizacji budynków użyteczności publicznej według zasad zrównoważonego rozwoju jest złożonym procesem technicznym, obejmującym aspekty rehabilitacyjne, architektoniczno-budowlane, technologiczne, materiałowe oraz różnorodne działania projektowo-inwestycyjne, mające z tym związek. Rewitalizowane budynki użyteczności publicznej powinny spełniać podstawowe wymagania techniczne stawiane wszystkim budynkom, w tym także te wymagania, które wynikają ze zrównoważenia procesu rewitalizacji. We wstępnej fazie inwestycji dokładne określenie wszystkich parametrów technicznych związanych z rewitalizacją budynku użyteczności publicznej jest trudne. Pomocne dla inwestora na wstępnym etapie inwestycji rewitalizacyjnej może być określenie odpowiednio zdefiniowanej zdolności rewitalizacyjnej budynku.

Słowa kluczowe: rewitalizacja budynków użyteczności publicznej, zasady zrównoważonego rozwoju, wymagania techniczne stawiane budynkom, zdolność rewitalizacyjna budynku

Techniczne aspekty procesu rewitalizacji budynków

Złożony proces rewitalizacji budynku użyteczności publicznej, obok często trudnych i skomplikowanych zagadnień rehabilitacyjnych oraz architektoniczno-konstrukcyjnych, obejmuje wiele innych działań technicznych i technologicznych, budowlanych i wielobranżowych, ściśle związanych z rewitalizacją. W budownictwie, poza typowymi robotami, takimi jak: budowa, rozbudowa, nadbudowa [1][2], istotne są również pojęcia i działania częściowo zdefiniowane w Ustawie z dnia 7 lipca 1994r. Prawo Budowlane[2] oraz Ustawie z dnia 23 lipca 2003r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami [3]. Są to następujące pojęcia [4]

- 1.) Treść artykułu została częściowo opublikowana jako wynik cząstkowych badań w artykułach: Zdolność rewitalizacyjna budynków użyteczności publicznej „Materiały Budowlane” 2013 nr 6 (490); Wymagania techniczne w rewitalizacji zabytkowych budynków w świetle zasad zrównoważonego rozwoju, „Materiały Budowlane” 2013 nr 10 (494).

- **Przebudowa** - wykonywanie robót budowlanych, w wyniku których następuje zmiana parametrów użytkowych lub technicznych istniejącego obiektu budowlanego, z wyjątkiem charakterystycznych parametrów, takich jak: kubatura, powierzchnia zabudowy, wysokość, długość, szerokość bądź liczba kondygnacji; w przypadku dróg są dopuszczalne zmiany charakterystycznych parametrów w zakresie niewymagającym zmiany granic pasa drogowego [2]. Gdy wymienione parametry zmieniają się, ma miejsce rozbudowa, nadbudowa lub odbudowa.
- **Remont** - wykonywanie w istniejącym obiekcie budowlanym robót budowlanych polegających na odtworzeniu stanu pierwotnego, a niestanowiących bieżącej konserwacji, przy czym dopuszcza się stosowanie wyrobów budowlanych innych niż te, które zostały użyte pierwotnie [2].
- **Modernizacja** - mieści się w zakresie pojęciowym remontu, przebudowy, rozbudowy i nie jest jednoznacznie zdefiniowana w prawie budowlanym [2]. Oznacza ogólnie unowocześnienie, uwspółcześnienie, trwałe ulepszenie istniejącego obiektu budowlanego (dotyczy to architektury, konstrukcji, infrastruktury zewnętrznej i wewnętrznej, w tym wszystkich instalacji), mające na celu zwiększenie jego wartości użytkowej oraz dostosowanie go do obowiązujących wymagań [1]. Wiąże się często z nadaniem mu cech wynikających z panującej aktualnie mody.
- **Konserwacja** - działania polegające na zabezpieczeniu i utrwaleniu substancji materialnej obiektu budowlanego (jego konstrukcji, infrastruktury, wykończenia), jest to zahamowanie procesów jego destrukcji oraz (szczególnie w wypadku zabytków) dokumentowanie tych działań [3].
- **Restauracja** - działania mające na celu wyeksponowanie wartości artystycznych i estetycznych, jeżeli istnieje taka potrzeba, uzupełnienie lub odtworzenie jakiejś części stanowiącej o walorach, a także (szczególnie w wypadku zabytków) dokumentowanie tych działań [3].
- **Adaptacja** - przystosowanie całego obiektu budowlanego, szczególnie budynku lub jego części, do obecnie obowiązujących wymagań bez zmiany jego funkcji użytkowej lub ze zmianą tej funkcji.
- **Renowacja** - odnowienie, odświeżenie elewacji, elementu konstrukcji, elementów wykończeniowych, instalacji i infrastruktury.
- **Rewaloryzacja** - zespół działań, które są połączeniem robót konserwatorskich z adaptacyjnymi. Ich skutkiem jest dostosowanie istniejących, częściowo lub całkowicie nieaktualnych, założeń architektoniczno-funkcjonalnych, przywrócenie wartości użytkowych, estetycznych oraz w przypadku zabytków ekspozycja dziedzictwa kulturowego (zawierającego wartość historyczną) pojedynczego obiektu budowlanego, zespołu takich obiektów lub całych zespołów urbanistycznych. Wśród działań rewaloryzacyjnych można wyróżnić działania inwestycyjno-budowlane ingerujące w formę i funkcję obiektu, takie jak:
 - ♦ integracja (reintegracja) - scalenie przestrzeni zdegradowanej, np. wtórnym układem komunikacyjnym, wyburzeniami tradycyjnej zabudowy, zmianą linii zabudowy, co polega ogólnie na zharmonizowaniu kompozycji istniejącej (czasami zabytkowej), historycznej ze współczesną;
 - ♦ rekompozycja - przekształcenie istniejącego układu przestrzennego poprzez wyburzenie lub przebudowę elementów wtórnych, tworząc nową formę kompozycyjną złożoną z tradycyjnych elementów dominujących, w celu przywrócenia historycznej kompozycji (dotyczy to przede wszystkim zabytków).

- **Rekonstrukcja** - odtworzenie, odbudowa zniszczonego obiektu budowlanego, jego elementu, elementów historycznej kompozycji (dominant, zabudowy i innych) w celu odtworzenia historycznej przestrzeni na podstawie zachowanej dokumentacji projektowej, fotograficznej, rysunkowej, po przeprowadzeniu wieloaspektowych badań potwierdzających autentyczność przyjętych rozwiązań. Zasady rekonstrukcji zabytków określają ustalenia zawarte w międzynarodowych umowach (tzw. kartach).

Proces rewitalizacyjny budynku użyteczności publicznej zakłada jego adaptację do współczesnych wymagań konstrukcyjnych i użytkowych, która jest związana także z odpowiednim komfortem użytkownika [5]. Często proces rewitalizacyjny budynku związany jest z nowym programem użytkowym implikującym nowe funkcje budynku. Wymusza to często bardzo złożone i trudne działania remontowo-budowlane [5], na przykład:

- zmianę układu konstrukcyjnego lub jego części;
- wzmocnienie lub wymianę podstawowych elementów konstrukcyjnych, takich jak: ściany, stopy, stropy wynikające z osłabienia konstrukcji (z powodu złego stanu technicznego lub działań adaptacyjnych) oraz z przyrostu lub zmiany obciążeń, związanych ze zmianą funkcji użytkowych;
- zastosowanie dodatkowych usztywnień i nowych rozwiązań konstrukcyjnych, wynikających z osłabienia sztywności przestrzennej budynku (często prowadzi do tego zmiana układu architektonicznego - wycięcie dodatkowych otworów komunikacyjnych w ścianach, zmiana ciągów komunikacyjnych i aranżacji pomieszczeń itp.);
- naprawę, poszerzenie, podbicie, wzmocnienie fundamentów ze względu na przyrost naprężeń pod nimi;
- rehabilitację lub położenie nowej izolacji przeciwwodnej lub przeciwwilgociowej, osuszenie budynku lub jego elementów;
- naprawę lub położenie izolacji akustycznej;
- termomodernizację;
- prowadzenie nowych instalacji, w tym naruszających istniejący układ konstrukcyjny;
- montaż nowych urządzeń i wyposażenia oraz nowych elementów wykończeniowych ingerujących w układ architektoniczno-konstrukcyjny.

W wypadku rewitalizacji zabytkowych budynków wszystkie powyższe działania muszą być zgodne z zasadami konserwacji zabytków i uzgodnione z urzędem konserwatora zabytków, co wiąże się z dodatkowymi zagadnieniami technicznymi, technologicznymi i materiałowymi. Wiąże się z tym również stosowanie się do zaleceń konserwatorskich związanych ze sposobem ochrony budynków zabytkowych, specyfiką badań i diagnozowaniem tych budynków, opracowaniem odpowiednich programów konserwatorskich i ich realizacją.

Wymagania podstawowe stawiane budynkom rewitalizowanym

Rewitalizowane budynki użyteczności publicznej, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury [1] oraz Rozporządzeniem 305/2011 Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej [7] (modyfikującym część wymagań

podstawowych i wprowadzającym nowe wymagania dotyczące zrównoważonego wykorzystania zasobów naturalnych), powinny spełniać wymagania podstawowe stawiane wszystkim budynkom [6]:

- Wymaganie bezpieczeństwa konstrukcji, które zakłada, że konstrukcja budynku powinna spełniać warunki zapewniające nieprzekroczenie stanów granicznych nośności oraz stanów granicznych przydatności do użytkowania w żadnym z jego elementów i w całej konstrukcji. W budynkach rewitalizowanych, szczególnie zabytkowych, wymagania bezpieczeństwa konstrukcji często bywa przekroczone i działania rewitalizacyjne w głównej mierze skupiają się na jego zapewnieniu (rehabilitacja zarówno poszczególnych elementów konstrukcji, układów, jak i całego ustroju nośnego)[1][6]. Uwzględniając zasady zrównoważonego rozwoju w spełnieniu tego wymagania, należy pamiętać o stosowaniu prostych, niskoenergetycznych technologii tradycyjnych (często spełnieniem tego wymagania mogą być technologie stosowane pierwotnie przez budowniczych budynku) i innowacyjnych, stosowaniu materiałów budowlanych innowacyjnych, niskoenergetycznych i niskoemisyjnych, produkowanych w pobliżu (daje to duże możliwości rozwoju przedsiębiorczości lokalnej w sektorze małych i średnich przedsiębiorstw, co jest również pośrednim efektem procesu rewitalizacji), stosowaniu materiałów i wyrobów pochodzących z recyklingu, śledzeniu śladu węglowego materiałów i wyrobów budowlanych, oszczędzaniu zasobów naturalnych, magazynowaniu materiałów odpadowych i przygotowywaniu ich do recyklingu, przyjmowaniu rozwiązań architektoniczno - konstrukcyjnych integrujących budynek ze środowiskiem przyrody.
- Wymaganie bezpieczeństwa pożarowego [1][6] zapewnia odpowiednią nośność ogniową elementów konstrukcji oraz szczelność ogniową i izolacyjność ogniową przegród budowlanych. Budynki rewitalizowane, szczególnie zabytkowe należy wyposażać w specjalistyczne urządzenia techniczne, w tym systemy sygnalizacji pożaru, stałe lub półstałe instalacje gaśnicze, sieci hydrantowe, instalować samoczynne urządzenia oddymiające uruchamiane za pomocą systemu wykrywania dymu, wykonywanie nowych przedzieleń przeciwpożarowych.
- Wymaganie bezpieczeństwa użytkowania zakłada [1][6], że budynek i urządzenia z nim związane powinny być projektowane i wykonane w sposób niestwarzający niemożliwego do zaakceptowania ryzyka wypadków w trakcie użytkowania. W procesie rewitalizacji bardzo istotne jest zaadaptowanie budynku do współczesnych wymagań, w tym do potrzeb osób niepełnosprawnych [6][7].
- Wymaganie zapewnienia higieny, zdrowia i środowiska [1][6][7], zgodnie z którym budynek powinien być zaprojektowany i wykonany z takich materiałów i wyrobów oraz w taki sposób, aby nie stanowił zagrożenia dla higieny i zdrowia użytkowników lub sąsiadów oraz nie wywierał negatywnego wpływu na jakość środowiska naturalnego i klimat, m.in. w wyniku: wydzielania się gazów toksycznych, obecności szkodliwych pyłów lub gazów w powietrzu, niebezpiecznego promieniowania, zanieczyszczenia lub zanieczyszczenia wody czy gleby, nieprawidłowego usuwania dymu i spalin oraz nieczystości i odpadów w postaci stałej lub ciekłej, występowania wilgoci w elementach budowlanych lub na ich powierzchniach (kondensacji pary wodnej), niekontrolowanej infiltracji powietrza zewnętrznego, przedostawania się gryzoni do wnętrza, ograniczenia nasłonecznienia i oświetlenia naturalnego [1][6]. Konieczna jest poprawa parametrów wilgotnościowych i wodnych elementów konstrukcyjnych oraz wnętrza budynku (wykonanie lub naprawa izolacji przeciwwodnej lub przeciwwilgociowej, w tym pokryć dachowych, balkonów, tarasów)[6].

- Wymaganie ochrony przed hałasem i drganiami zakłada [1], że w rewitalizowanym budynku poziom hałasu, na który będą narażeni użytkownicy lub ludzie znajdujący się w ich sąsiedztwie, nie stanowi zagrożenia dla ich zdrowia, a także umożliwił im pracę, odpoczynek i sen w zadowalających warunkach.
- Wymaganie oszczędności energii i izolacyjności termicznej [1][6][7] oznacza, że budynek i jego instalacje ogrzewcze, wentylacyjne i klimatyzacyjne, ciepłej wody użytkowej, a w przypadku budynku użyteczności publicznej również oświetlenia wbudowanego, powinny być zaprojektowane i wykonane w taki sposób, aby ilość ciepła, chłodu i energii elektrycznej, potrzebnych do użytkowania budynku zgodnie z jego przeznaczeniem, można było utrzymać na racjonalnie niskim poziomie [1][6]. W okresie letnim nie można natomiast dopuścić do przegrzewania budynku [1][6]. Obiekty budowlane powinny zużywać jak najmniej energii, zarówno w procesie ich powstawania, jak i rozbiórki [7].
- Wymaganie trwałości budynku, jego konstrukcji i materiałów budowlanych, z których jest on wykonany [1][6].
- Wymaganie zrównoważonego wykorzystania zasobów naturalnych oznacza, że wszystkie obiekty budowlane, również rewitalizowane, muszą być zaprojektowane, wykonane i rozebrane (w procesie ewentualnej rozbiórki) tak, aby wykorzystanie zasobów naturalnych było jak najbardziej zrównoważone, możliwy był ewentualny recykling obiektów budowlanych, ich części i materiałów, a także aby można było stosować materiały przyjazne środowisku [7].

Niezależnie od spełnienia tych wymagań budynek rewitalizowany powinien mieć analogiczne wyposażenie techniczne co budynek nowoprojektowany, czyli [2][4]:

- instalacje wodociągowe zimnej i ciepłej wody,
- kanalizację ściekową i deszczową,
- wewnętrzne urządzenia do usuwania odpadów stałych,
- instalacje ogrzewcze,
- przewody kominowe,
- wentylację i klimatyzację,
- instalację gazową na paliwa gazowe,
- instalację elektryczną,
- urządzenia dźwigowe.

Spełnienie powyższych wymagań przez rewitalizowane budynki użyteczności publicznej jest często bardzo trudne w praktyce, a czasami niemożliwe z przyczyn obiektywnych (określony układ architektoniczno-konstrukcyjny, niemożność głębokiej ingerencji w strukturę i wykończenie budynku) [4]. Konieczne jest wówczas uzyskanie administracyjnej zgody na odstępstwo pozwalającej zastosować rozwiązania zastępcze, które w rezultacie przyniosą podobny skutek jak wypełnienie wymagań podstawowych [1][2].

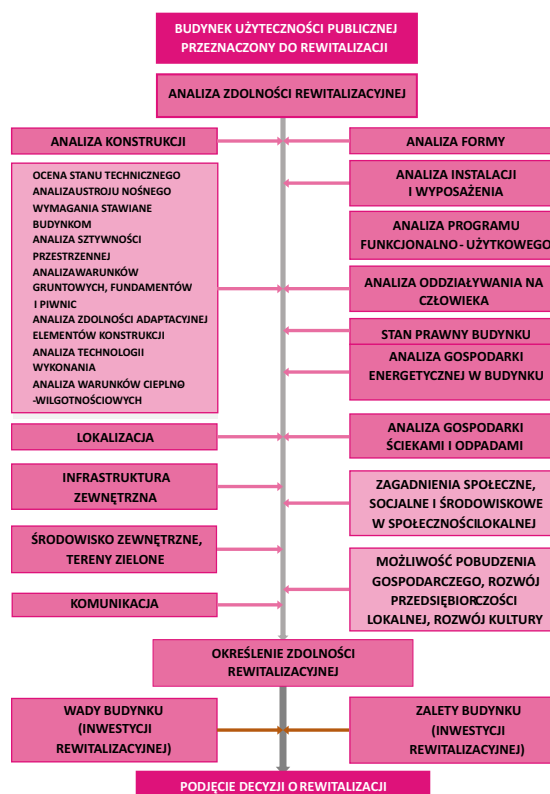
Zdolność rewitalizacyjna budynków użyteczności publicznej

Określenie stanu technicznego konstrukcji opiera się na prawidłowo przeprowadzonej diagnostyce konstrukcji, w tym analizie jej uszkodzeń i ich przyczyn, którymi mogą być czynniki pochodzące ze środowiska zewnętrznego, wewnętrznego, biologicznego, gruntowego, a także zamierzone i niezamierzone oddziaływania mechaniczne, dynamiczne, chemiczne oraz destrukcyjna działalność człowieka [5][8]. Przy planowaniu procesu rewitalizacji budynku prawidłowa diagnostyka konstrukcji, implikująca właściwy sposób jej rehabilitacji, wpływa pośrednio na efektywność i opłacalność tego procesu [5].

Zdolność rewitalizacyjną budynku użyteczności publicznej określa się [5] jako zespół cech, właściwości i stanów określających przedmiotowy budynek w zakresie jego konstrukcji, formy, funkcji, lokalizacji, walorów środowiskowych, społecznych, zdrowotnych, określających możliwości i opłacalność ekonomiczną planowanej rewitalizacji w formie uwzględniającej wszystkie aspekty rewitalizacji, w tym zasady zrównoważonego rozwoju. Niezwykle pomocne dla inwestora, na wstępnym etapie inwestycji rewitalizacyjnej, może być określenie zdolności rewitalizacyjnej budynku. Na jej podstawie może on podejmować właściwsze i bardziej optymalne decyzje inwestycyjne, uwzględniając trudności oraz obszary potencjalnych zysków i pozytywnych oddziaływań w planowanej inwestycji [5]. Na określenie zdolności rewitalizacyjnej budynku użyteczności publicznej mają wpływ [5]:

- stan techniczny budynku stan techniczny konstrukcji i materiałów konstrukcyjnych oraz wykończeniowych, bezpieczeństwo konstrukcji i użytkowania, spełnienie pozostałych wymagań podstawowych [1][6] oraz działania związane z poprawą tego stanu,
- typ ustroju nośnego, architektoniczno-budowlanego i jego zdolność adaptacji do aktualnych wymagań (w tym dla potrzeb osób niepełnosprawnych) i nowych funkcji,
- technologia wykonania budynku,
- zdolność adaptacyjna elementów konstrukcji zdolność do przeniesienia nowych obciążeń związanych z nowymi funkcjami, możliwość pracy w nowych schematach statycznych wynikających z adaptacji funkcji, formy i konstrukcji,
- sztywność przestrzenna budynku,
- warunki gruntowo-wodne, stan fundamentów, piwnic,
- forma budynku, jej atrakcyjność, złożoność, detale architektoniczne i ich stan,
- stan techniczny instalacji i urządzeń wyposażenia, możliwość zastosowania nowoczesnych rozwiązań materiałowo-technicznych,
- oddziaływania szkodliwe na człowieka i środowisko oraz możliwość usunięcia szkodliwych czynników lub znacznego ich ograniczenia (do poziomu niezagrażającego ludzkiemu zdrowiu),
- stan prawny budynku,
- poziom zużycia energii przy użytkowaniu budynku, wielkość produkcji ścieków, odpadów płynnych i stałych, sposób ich odprowadzania i utylizacji oraz możliwość ich ograniczenia,

- ochrona i wytyczne konserwatorskie w przypadku budynku zabytkowego,
- lokalizacja budynku,
- infrastruktura wewnętrzna i zewnętrzna,
- otoczenie, środowisko zewnętrzne bezpośrednio związane z budynkiem, tereny zielone,
- połączenia komunikacyjne - transport wewnętrzny, zewnętrzny, możliwości modernizacyjne, adaptacyjne, parkingi, ciągi piesze,
- zagadnienia społeczne, socjalne i środowiskowe w społeczności lokalnej,
- możliwość pobudzenia gospodarczego, rozwój przedsiębiorczości lokalnej, rozwój kultury.



Schemat 1. Postępowania przy określaniu zdolności rewitalizacyjnej budynku użyteczności publicznej.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Terlikowski W., *Zdolność rewitalizacyjna budynków użyteczności publicznej*, „Materiały Budowlane” 2013, nr 6 (490).

Schemat właściwej analizy zdolności rewitalizacyjnej budynku użyteczności publicznej przedstawiono powyżej. We wstępnej fazie inwestycji dokładne określenie wszystkich parametrów technicznych związanych z rewitalizacją budynku użyteczności publicznej, które wpływają na określenie jego zdolności rewitalizacyjnej, jest bardzo trudne. Ponadto należy uwzględnić skutki społeczne rewitalizacji oraz ewentualne korzyści inwestycyjne i ekonomiczne, które z nich wynikają, m.in. ożywienie gospodarcze poprzez pobudzenie aktywności gospodarczej, szczególnie małych i średnich przedsiębiorstw, stworzenie nowych miejsc pracy, poprawa warunków socjalnych, aktywizacja środowisk społecznych, rozwój kultury [4][5], które nie mają bezpośredniego przełożenia na wynik finansowy projektowanego procesu rewitalizacji. Z punktu widzenia polityki lokalnej i regionalnej uwarunkowania społeczne mogą to być jednak zagadnienia kluczowe, co może utrudniać podjęcie właściwej decyzji inwestycyjnej [5].

Wymienione wymagania techniczne wobec rewitalizowanych budynków użyteczności publicznej nie są jedynymi. We właściwym, całościowym podejściu do rewitalizacji należy uwzględniać zasady zrównoważonego rozwoju [1]. Stosowanie tych zasad w konkretnym procesie rewitalizacyjnym jest decyzją inwestycyjną, którą należy podjąć w fazie wstępnej.

Podsumowanie

Określenie opłacalności rewitalizacji budynków użyteczności publicznej we wstępnej fazie inwestycji jest trudne, ze względu na różnorodność czynników, które ją generują. Właściwe określenie zdolności rewitalizacyjnej budynku może ułatwić inwestorom i firmom biorącym udział w procesie inwestycyjnym podjęcie decyzji rewitalizacyjnej. Może to być przydatne szczególnie dla MŚP.

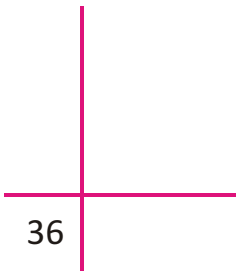
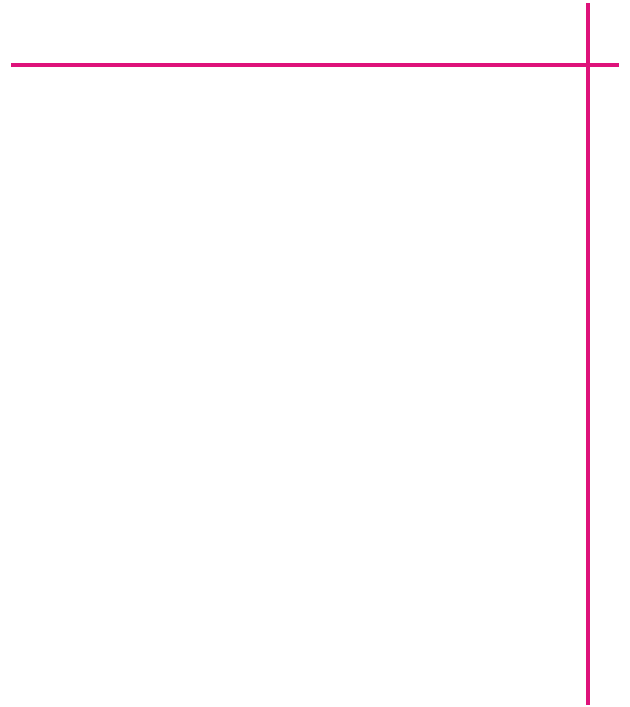
Literatura

- [1]. *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2002r. Nr 75, poz. 690, ze zm..*
- [2]. *Ustawa z dnia 7 lipca 1994r. Prawo Budowlane (tj.: Dz. U. z 2010r. Nr 243, poz. 1623, ze zm..*
- [3]. *Ustawa z dnia 23 lipca 2003r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami (Dz. U. z 2003r. Nr 162, poz. 1568, ze zm..*
- [4]. *Terlikowski W., Rewitalizacja budynków użyteczności publicznej zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju, „Materiały Budowlane” 2013, nr 5 (489).*
- [5]. *Terlikowski W., Zdolność rewitalizacyjna budynków użyteczności publicznej, „Materiały Budowlane” 2013, nr 6 (490).*
- [6]. *Terlikowski W., Wymagania techniczne w rewitalizacji zabytkowych budynków w świetle zasad zrównoważonego rozwoju, „Materiały Budowlane” 2013, nr 10 (494).*
- [7]. *Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej (UE) NR 305/2011 z dnia 9 marca 2011r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG, 4. 04. 2011, L 88/5.*
- [8]. *Ściślewski Z., Problemy zagrożenia przed korozją obiektów (budynków) w działalności rzeczoznawców, Instytut Techniki Budowlanej, VIII Konferencja Naukowo-Techniczna, Problemy rzeczoznawstwa budowlanego, Cedzyna koło Kielc, 21-23 kwietnia 2004r.*

**ABSTRACT**

The process of public utility buildings revitalization under principles of sustainable development is complex technical issue, which includes matters of rehabilitation, architecture and construction, technology and variety of design and investment associated activities. Revitalized buildings should fulfil basic technical requirements for buildings, including those resulting from revitalization process sustainability. In the investment initial phase proper evaluation of all technical parameters could be problematic. In the early stage of revitalization process estimation of, properly defined, building revitalization capacity could be valuable for the investor.

Keywords: *public utility buildings revitalization, principles of sustainable development, technical requirements for buildings, building revitalization capacity*



36

Dr inż. Arkadiusz Węglarz
Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Lądowej

4. Opis metod wspomagania procesu rewitalizacji budynku pod kątem spełnienia zasad zrównoważonego rozwoju w budownictwie

Description of methods supporting the process of buildings revitalization for comply with the principles of sustainable development in construction

STRESZCZENIE

Celem podjętych rozważań, było przedstawienie:

- *metody optymalnego wyboru materiałów budowlanych oraz technologii remontu i modernizacji budynków według kryteriów zrównoważonego rozwoju,*
- *metody określania zakresu prac rewitalizacyjnych,*
- *metody oceny stanu budynku na podstawie audytu poziomu zrównoważenia,*
- *metod zarządzania etapem realizacji inwestycji.*

Zaprezentowane metody stanowią jedną z propozycji narzędzi wspomagających proces projektowania i realizacji inwestycji rewitalizacyjnych w budynkach publicznych. Metody te opracowano z zamysłem wykorzystania ich przez małe i średnie przedsiębiorstwa.

Słowa kluczowe: rewitalizacja, zrównoważony rozwój, optymalizacja wielokryterialna, ekologiczna ocena materiałów budowlanych, audyt zrównoważenia

Wstęp

Degradacja otaczającego środowiska oraz postępujące zmiany klimatyczne wymuszają nowy kierunek rozwoju, tzw. rozwój zrównoważony [1], który nie naruszałby zasobów środowiskowych i w harmonijny sposób godziłby prawa przyrody i ekonomii. W odniesieniu do produkcji budowlanej problem ten dotyczy degradacji zasobów naturalnych na skutek zapotrzebowania na surowce służące do produkcji materiałów i wyrobów budowlanych oraz na inne czynniki produkcji, takie jak energia skumulowana w procesie wznoszenia budynku. Budynek idealny z punktu widzenia ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju to taki, który w minimalnym stopniu wpływa na pogarszanie się stanu środowiska naturalnego i jednocześnie zapewnia wysoką jakość środowiska wewnętrznego.

Zrównoważone budownictwo oznacza więcej niż tylko budowanie nowych obiektów w odpowiednim ładzie przestrzennym. To przede wszystkim wykorzystanie przyjaznych dla środowiska materiałów oraz nowe technologie minimalizujące zużycie energii oraz redukcja emisji CO₂ i wszelkich szkodliwych substancji. Zrównoważony rozwój obejmuje również aspekty społeczne mające na celu przeciwdziałanie ubóstwu energetycznemu i wykluczeniu społecznemu oraz poszanowanie tradycji. Jeśli ocenia się, czy budynek spełnia kryteria zrównoważonego rozwoju, warto wziąć pod uwagę nie tylko nowy budynek, lecz także taki, który podlega kompleksowej rewitalizacji, szczególnie jeśli jest to budynek użyteczności publicznej, który może stać się wzorcem dla innych tego typu budynków.

Biorąc pod uwagę wyżej wymienione aspekty, zaproponowano kilka metod wspomagania procesu rewitalizacji budynku, pod kątem spełnienia zasad zrównoważonego rozwoju w budownictwie. Metody te opracowano, uwzględniając ich przeznaczenie do wykorzystania przez małe i średnie przedsiębiorstwa uczestniczące w procesie rewitalizacji budynków od fazy projektowania, przez zdobycie środków z funduszy ekologicznych, aż do fazy realizacji inwestycji.

Opis metody optymalnego wyboru materiałów budowlanych oraz technologii remontu i modernizacji budynków według kryteriów zrównoważonego rozwoju.

Właściwości materiału mają istotne znaczenie zarówno dla środowiska naturalnego, jak i zdrowia człowieka. Poniżej zaproponowano ekologiczną ocenę materiałów budowlanych użytych w procesie rewitalizacji, która polega na wykonaniu szczegółowych ocen według następujących kryteriów środowiskowo-zdrowotnych:

- Kryterium I - Wykorzystanie surowców naturalnych,
- Kryterium II - Poziom toksycznej emisji do środowiska w fazie produkcji,
- Kryterium III - Zużycie energii końcowej w cyklu życia materiału,
- Kryterium IV - Zużycie paliw kopalnych w procesie produkcji materiału,
- Kryterium V - Bezpieczeństwo biologiczne,
- Kryterium VI - Oszczędność energii w okresie eksploatacji obiektu z użytym materiałem,
- Kryterium VII - Poziom zużycia wody w procesie produkcyjnym i wbudowywania materiału,
- Kryterium VIII - Trwałość materiału,
- Kryterium IX - Zachowanie materiału w przypadku katastrofy,
- Kryterium X - Odzysk materiału,
- Kryterium XI - Minimalizacja odpadów przy wbudowaniu,
- Kryterium XII - Składowanie odpadów.

W procesie oceny konkretnego materiału budowlanego każdemu z wyżej wymienionych kryteriów przyporządkowana zostanie wartość liczbowa w skali od 0 do 5 punktów. Sposób oceny materiału dla każdego kryterium podano w tabelach 1-12.

Tabela 1. Kryterium I - Wykorzystanie surowców naturalnych.

Lp.	Opis kryterium oceny	Wartość
1.	Do produkcji materiału użyto wyłącznie surowców odnawialnych	5
2.	Do produkcji materiału użyto 75% surowców odnawialnych możliwych do odzyskania	4
3.	Do produkcji materiału użyto 50% surowców odnawialnych możliwych do odzyskania	3
4.	Do produkcji materiału użyto 50% surowców odnawialnych niemożliwych do odzyskania	2
5.	Do produkcji materiału użyto surowców nieodnawialnych niemożliwych do odzyskania	1
6.	Do produkcji materiału użyto wyłącznie surowców nieodnawialnych, niemożliwych do odzyskania z dużą ilością odpadów produkcyjnych	0

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 2. Kryterium II - Poziom toksycznej emisji do środowiska w fazie produkcji.

Lp.	Opis kryterium oceny	Wartość
1.	Brak toksycznej emisji do środowiska w każdej fazie produkcji	5
2.	Poziom toksycznej emisji do środowiska w wysokości 25% wartości dopuszczalnej przez przepisy krajowe	4
3.	Poziom toksycznej emisji do środowiska w wysokości 50% wartości dopuszczalnej przez przepisy krajowe	3
4.	Poziom toksycznej emisji do środowiska w wysokości 75% wartości dopuszczalnej przez przepisy krajowe	2
5.	Poziom toksycznej emisji do środowiska w wysokości około 100% wartości dopuszczalnej przez przepisy krajowe	1
6.	Możliwość znacznej emisji toksycznej w czasie awarii linii produkcyjnej	0

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3. Kryterium III - Zużycie energii końcowej w cyklu życia materiału.

Lp.	Opis kryterium oceny	Wartość
1.	Na poziomie najniższym dla danej klasy materiałów	5
2.	Na poziomie o 80% niższym od poziomu referencyjnego dla danej klasy materiałów	4
3.	Na poziomie o 60% niższym od poziomu referencyjnego dla danej klasy materiałów	3
4.	Na poziomie o 40% niższym od poziomu referencyjnego dla danej klasy materiałów	2
5.	Na poziomie o 20% niższym od poziomu referencyjnego dla danej klasy materiałów	1
6.	Na poziomie najwyższym dla danej klasy materiałów referencyjnym	0

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4. Kryterium IV - Zużycie paliw kopalnych w procesie produkcji materiału.

Lp.	Opis kryterium oceny	Wartość
1.	Proces produkcyjny nie wymaga zużycia paliw kopalnych	5
2.	20% paliw użytych w procesie produkcyjnym to paliwa kopalne	4
3.	40% paliw użytych w procesie produkcyjnym to paliwa kopalne	3
4.	60% paliw użytych w procesie produkcyjnym to paliwa kopalne	2
5.	80% paliw użytych w procesie produkcyjnym to paliwa kopalne	1
6.	100% paliw użytych w procesie produkcyjnym to paliwa kopalne	0

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 5. Kryterium V - Bezpieczeństwo biologiczne.

Lp.	Opis kryterium oceny	Wartość
1.	Brak zagrożeń biologicznych podczas produkcji i po wbudowaniu materiału, pozytywny wpływ na samopoczucie i zdrowie człowieka	5
2.	Brak zagrożeń biologicznych podczas produkcji i po wbudowaniu materiału	4
3.	Brak zagrożeń biologicznych po wbudowaniu materiału	3
4.	Brak zagrożeń biologicznych podczas produkcji	2
5.	Dopuszczalne zagrożenia w wyniku niewłaściwego użytkowania materiału	1
6.	Możliwość wystąpienia zagrożeń biologicznych	0

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 6. Kryterium VI - Oszczędność energii w okresie eksploatacji obiektu z użytym materiałem.

Lp.	Opis kryterium oceny	Wartość
1.	Najwyższa w danej klasie materiałów o tej samej grubości	5
2.	Wyższa o 80% niż najniższa w danej klasie materiałów o tej samej grubości	4
3.	Wyższa o 60% niż najniższa w danej klasie materiałów o tej samej grubości	3
4.	Wyższa o 40% niż najniższa w danej klasie materiałów o tej samej grubości	2
5.	Wyższa o 20% niż najniższa w danej klasie materiałów o tej samej grubości	1
6.	Najniższa w danej klasie materiałów o tej samej grubości	0

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 7. Kryterium VII - Poziom zużycia wody w procesie produkcyjnym i w budowywania materiału.

Lp.	Opis kryterium oceny	Wartość
1.	Proces produkcyjny nie wymaga zużycia wody	5
2.	Zużycie wody na poziomie o 75% niższym od poziomu średniego dla danej grupy materiałów	4
3.	Zużycie wody na poziomie o 50% niższym od poziomu średniego dla danej grupy materiałów	3
4.	Zużycie wody na poziomie o 25% niższym od poziomu średniego dla danej grupy materiałów	2
5.	Zużycie wody na poziomie średnim dla danej grupy materiałów	1
6.	Zużycie wody na poziomie o 25% wyższym od poziomu średniego dla danej grupy materiałów	0

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 8. Kryterium VIII - Trwałość materiału.

Lp.	Opis kryterium oceny	Wartość
1.	Żywotność materiału ponad 50 lat bez utraty właściwości, możliwość powtórnego stosowania	5
2.	Żywotność materiału od 30 do 50 lat bez utraty właściwości, możliwość powtórnego stosowania	4
3.	Żywotność materiału od 30 do 50 lat bez utraty właściwości, bez możliwości powtórnego stosowania	3
4.	Żywotność materiału od 20 do 30 lat bez utraty właściwości, możliwość powtórnego stosowania	2
5.	Żywotność materiału od 20 do 30 lat bez utraty właściwości, bez możliwości powtórnego stosowania	1
6.	Żywotność materiału poniżej prostego okresu zwrotu nakładów na niego poniesionych	0

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 9. Kryterium IX - Zachowanie materiału w przypadku katastrofy.

Lp.	Opis kryterium oceny	Wartość
1.	Materiał niepalny, nie ulega rozkładowi podczas powodzi lub huraganu	5
2.	Materiał palny (nierozprzestrzeniający ognia), nie ulega rozkładowi podczas powodzi lub huraganu, brak zagrożenia toksyczną emisją	4
3.	Materiał palny, ale brak zagrożenia toksyczną emisją	3
4.	Materiał niepalny, ulega rozkładowi podczas powodzi lub huraganu	2
5.	Materiał palny, nie ulega rozkładowi podczas powodzi lub huraganu, istnieje możliwość zagrożenia toksyczną emisją	1
6.	Materiał palny, ulega rozkładowi podczas powodzi lub huraganu, występuje toksyczna emisja w czasie pożaru lub powodzi	0

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 10. Kryterium X - Odzysk materiału.

Lp.	Opis kryterium oceny	Wartość
1.	Łatwy demontaż lub rozbiórka, z możliwością powtórnego użycia materiałów rozbiórkowych	5
2.	Demontaż lub rozbiórka za pomocą narzędzi elektrycznych z możliwością powtórnego użycia materiałów rozbiórkowych	4
3.	Demontaż lub rozbiórka za pomocą narzędzi elektrycznych bez możliwości powtórnego użycia materiałów rozbiórkowych, ale z możliwością wykorzystania odpadów	3
4.	Demontaż lub rozbiórka za pomocą narzędzi elektrycznych, bez możliwości powtórnego użycia materiałów rozbiórkowych	2
5.	Trudny demontaż lub rozbiórka z koniecznością użycia ciężkiego sprzętu zużywającego znaczne ilości energii lub paliwa, z możliwością powtórnego użycia materiałów rozbiórkowych	1
6.	Trudny demontaż lub rozbiórka z koniecznością użycia ciężkiego sprzętu zużywającego znaczne ilości energii lub paliwa, bez możliwości powtórnego użycia materiałów rozbiórkowych	0

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 11. Kryterium XI - Minimalizacja odpadów przy wbudowaniu.

Lp.	Opis kryterium oceny	Wartość
1.	Technologia bezodpadowa	5
2.	Około 5 % zakupionego materiału stanowi odpad powstały w procesie budowy	4
3.	Około 10% zakupionego materiału stanowi odpad powstały w procesie budowy	3
4.	Około 20% zakupionego materiału stanowi odpad powstały w procesie budowy	2
5.	Około 25% zakupionego materiału stanowi odpad powstały w procesie budowy	1
6.	Ponad 30% zakupionego materiału stanowi odpad powstały w procesie budowy	0

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 12. Kryterium XII - Składowanie odpadów w zwykłych warunkach bez konieczności tworzenia specjalnych składowisk.

Lp.	Opis kryterium oceny	Wartość
1.	Brak konieczności składowania odpadów	5
2.	Możliwość wykorzystania odpadów w procesie produkcyjnym tego samego materiału	4
3.	Możliwość wykorzystania odpadów w procesie produkcyjnym innych materiałów	3
4.	Składowanie odpadów w zwykłych warunkach bez konieczności tworzenia specjalnych składowisk	2
5.	Składowanie odpadów w nietypowych warunkach (opakowania) bez konieczności tworzenia specjalnych składowisk	1
6.	Składowanie odpadów w warunkach specjalnych z koniecznością tworzenia specjalnych składowisk	0

Źródło: opracowanie własne.

Procedura zastępowania materiałów istniejących materiałami ekologicznymi polega na:

- ocenie zastępowanego materiału według wymienionych kryteriów,
- wyborze kilku wariantów materiałowych, które mogą zastąpić dany materiał, i ocenie za pomocą wymienionych kryteriów,
- porównaniu i wyborze materiału o najwyższej ocenie (istnieje możliwość nadania wag dla każdego kryterium).

Dla zobrazowania procesu działania procedury oceny materiału w praktyce, w tabeli 13 porównano drewno i beton.

Tabela 13. Porównanie drewna i betonu.

Kryteria	Wagi	Drewno	Beton
Kryterium I wykorzystanie surowców naturalnych	0,1	5	3
Kryterium II poziom toksycznej emisji do środowiska w fazie produkcji	0,05	5	4
Kryterium III zużycie energii końcowej w cyklu życia materiału	0,1	5	5
Kryterium IV zużycie paliw kopalnych w procesie produkcji materiału	0,05	0	0
Kryterium V bezpieczeństwo biologiczne	0,1	5	5
Kryterium VI oszczędność energii w okresie eksploatacji obiektu z użytym materiałem	0,1	5	1
Kryterium VII poziom zużycia wody w procesie produkcyjnym i w budowywania materiału	0,1	5	1
Kryterium VIII trwałość materiału	0,1	3	5
Kryterium IX zachowanie materiału w przypadku katastrofy	0,1	3	5
Kryterium X odzysk materiału	0,1	5	1
Kryterium XI minimalizacja odpadów przy wbudowaniu	0,05	3	5
Kryterium XII składowanie odpadów	0,05	3	4
Ocena łączna	1	4,15	3,25

Źródło: obliczenia własne.

Zgodnie z przyjętą procedurą (kryteriami) oceny drewno jest materiałem bardziej ekologicznym niż beton.

Ocena materiałów budowlanych za pomocą metody LCA

Materiały budowlane w poszczególnych klasach można ocenić, wykorzystując metodę LCA. Ze względu na dostępność danych proponuje się przyjąć dwa kryteria oceny materiału budowlanego metodą LCA:

- kryterium I minimum skumulowanej energii pierwotnej, czyli sumy zużytej energii pierwotnej w procesie produkcyjnym od pozyskania surowców do bram fabryki,
- kryterium II minimum skumulowanej emisji CO₂, czyli sumy wszystkich emisji CO₂ powstałych w procesie

Ocena materiału budowlanego metodą LCA zostanie przeprowadzona na podstawie istniejących baz danych.

W literaturze technicznej można odnaleźć wartości wskaźników skumulowanego zużycia energii (skumulowaną energochłonność wyrobów) oraz emisji CO₂ dla większości podstawowych materiałów budowlanych. Należy jednak pamiętać, że wskaźniki te nie są wartościami jednoznacznie określonymi. Porównując wartości określające energochłonność skumulowaną w różnych krajach, można dostrzec znaczne różnice. Wynikają one głównie z różnic metodycznych, jak na przykład definicji granic systemu, różnic w pochodzeniu i energochłonności surowców, różnic energochłonności procesów produkcyjnych.

Tabela 14. Wskaźniki energii skumulowanej i skumulowanej emisji CO₂ dla wybranych materiałów budowlanych dane z projektu STEP.

Lp.	Nazwa materiału	Jednostka	Efekt cieplarniany [kgCO ₂ /jednostkę]	Energia pierwotna [MJ/jednostkę]
1	Gazobeton	kg	0,17	1,03
2	Wełna szklana	kg	1,24	5,51
3	Wełna mineralna	kg	1,43	14,06
4	Cokoły ceramiczne	kg	0,53	3,65
5	Beton	kg	0,13	0,79
6	Farba	kg	1,66	29,50
7	Cegła silikat	kg	0,19	1,22
8	Gips	kg	0,15	0,98
9	Styropian	kg	2,52	82,00
10	Cegła MAX	kg	0,53	3,65
11	Porotherm	kg	0,53	3,62
12	Drewno	kg	-2,42	0,50
13	Folia	kg	0,94	60,00
14	Cement	kg	0,92	1,30
15	Piasek	kg	0,00	0,03
16	Papa	kg	0,06	7,50
17	Okno PCV	szt.	56,45	1665,00
18	Grzejniki	szt.	200,00	441,00
19	Stal	kg	0,89	0,45
20	Blacha	kg	10,80	60,00
21	Cegła pełna	kg	0,53	3,65
22	Okno drewniane	szt.	38,37	410,50
23	Drzwi	szt.	25,49	410,25

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Materiałów konferencji podsumowującej wyniki projektu PL0077 STEP Termomodernizacja budynków publicznych zgodna z zasadami zrównoważonego rozwoju, Politechnika Warszawska, Warszawa 2010.

Istnieje bardzo dużo programów komputerowych do obliczeń metodą LCA, które posiadają niezbędne bazy danych. Przykładem mogą być następujące oprogramowania: Sima Pro, ATHENA, DREAM. Jednak większość z nich to programy komercyjne, a ich koszt waha się w granicach od kilkuset do kilku tysięcy dolarów. Ponadto, większość z nich to programy pisane dla konkretnego rynku, nie nadają się więc do wykorzystania w innym kraju. Również bazy danych do obliczeń metodą LCA (zawierające m.in. dane na temat energii skumulowanej są odpłatne i bardzo często sprzedawane jako dodatek do danego oprogramowania albo w nim zawarte.

Na potrzeby niniejszego opracowania, skorzystano z dostępnych w Internecie baz danych: polskiej opracowanej w projekcie STEP i brytyjskiej. W tabeli 14 znajdują się informacje dotyczące energii skumulowanej i skumulowanej emisji CO₂ dla wybranych materiałów budowlanych będące wynikiem badań dr. M. Piaseckiego, realizowanych w ramach projektu PI0077 STEP Termomodernizacja budynków publicznych zgodna z zasadami zrównoważonego rozwoju[2][3].

Źródłem najliczniejszych danych na temat energii skumulowanej i emisji CO₂ w cyklu życia materiałów budowlanych, do jakich udało się dotrzeć autorowi, jest opracowanie Embodied Carbon the Inventory of Carbon and Energy (ICE) (BG 10/2011) University of Bath with BSRIA, iCAT: <https://www.bsria.co.uk/bookshop/search/?advanced=1&wf%5bq1%5d=Prof+Hammond>. Analizy porównawczej dla cegły pełnej ceramicznej i cegły pełnej silikatowej dokonano według danych z tabeli 14. Wyniki zestawiono w tabeli 15.

Tabela 15. Porównanie cegły pełnej ceramicznej i cegły pełnej silikatowej metoda LCA (2 kryteria).

Lp.	Nazwa materiału	Jednostka	Efekt cieplarniany [kgCO ₂ /jednostkę]	Energia pierwotna [MJ/jednostkę]	OCENA
1	cegła silikat	kg	0,19	1,22	min (2 kryteria)
2	cegła pełna	kg	0,53	3,65	max (2 kryteria)

Źródło: opracowanie własne.

Z analizy danych w tabeli 15 wynika, że materiałem ekologicznym w sensie przyjętych kryteriów oceny metodą LCA jest cegła pełna silikatowa. Parametry wytrzymałościowe cegły silikatowej są porównywalne z parametrami wytrzymałościowymi cegły pełnej, więc materiały te mogą się wzajemnie zastępować.

Ocena stanu budynku na podstawie audytu poziomu zrównoważenia

Do oceny stanu zrównoważenia budynku przewidzianego do rewitalizacji wybrano wskaźniki spośród podawanych przez GUS [4]. Stanowią one poniższe kryteria oceny.

Ład społeczny

- Przeciętne dalsze trwanie życia osób w wieku 65 lat.
- Wskaźnik migracji zagranicznych.
- Oczekiwane trwanie życia osób w wieku 65 lat w zdrowiu.

- Zagrożenie ubóstwem trwałym.
- Zagrożenie ubóstwem lub wykluczeniem społecznym.
- Nierówność rozkładu dochodów.
- Zadłużenie gospodarstw domowych.
- Kształcenie ustawiczne dorosłych.
- Wydatki publiczne na edukację w relacji do PKB.
- Stopa bezrobocia długotrwałego.
- Stopa bezrobocia.
- Wskaźnik zatrudnienia osób niepełnosprawnych.
- Zróżnicowanie wynagrodzeń ze względu na płeć.
- Liczba samochodów osobowych na 1000 osób.
- Zużycie energii elektrycznej w gospodarstwach domowych na 1 mieszkańca.

Ład gospodarczy

- Wzrost produktu krajowego brutto na 1 mieszkańca.
- Relacja długu publicznego do PKB.
- Energochłonność gospodarki.
- Wodochłonność gospodarki.
- Transportochłonność PKB (transport towarowy oraz transport pasażerski).
- Energochłonność transportu w relacji do PKB.
- Wskaźnik zatrudnienia osób w wieku 20-64 lata.
- Średni wiek dezaktywizacji zawodowej.
- Wskaźnik zatrudnienia osób w wieku 55-64 lata.
- Produkty innowacyjne.
- Zasoby ludzkie dla nauki i techniki.
- Wydajność pracy.
- Nakłady na działalność badawczo-rozwojową w relacji do PKB.
- Przewozy intermodalne ładunków transportem kolejowym normalnotorowym.
- Wydajność zasobów.
- Organizacje ze środowiskowym systemem ekozarządzania i audytu EMAS.

Ład środowiskowy

- Emisja gazów cieplarnianych (w ekwiwalencie CO₂).
- Emisja gazów cieplarnianych według sektorów.
- Emisja gazów cieplarnianych na jednostkę zużytej energii.
- Energia ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto.
- Biopaliwa w zużyciu paliw w transporcie.
- Samowystarczalność energetyczna.
- Nakłady na środki trwałe w zakresie niekonwencjonalnych źródeł energii.
- Stopień redukcji zanieczyszczeń gazowych (bez CO₂) w urządzeniach oczyszczających.
- zakładów szczególnie uciążliwych dla czystości powietrza.
- Stopień redukcji zanieczyszczeń pyłowych w urządzeniach oczyszczających zakładów szczególnie uciążliwych dla czystości powietrza.
- Emisja zanieczyszczeń powietrza przez środki transportu.
- Średnia emisja CO₂ na kilometr z nowych samochodów.
- Wodochłonność przemysłu.
- Zużycie wody na potrzeby gospodarki narodowej i ludności.
- Ludność korzystająca z oczyszczalni ścieków.
- Powierzchnia zabudowana i zurbanizowana.
- Grunty zdewastowane i zdegradowane.
- Lesistość.
- Powierzchnia obszarów chronionych.
- Uszkodzenia drzewostanów.
- Odpady niemineralne wytworzone na 1 mieszkańca.
- Odpady komunalne wytworzone na 1 mieszkańca.
- Odpady komunalne unieszkodliwiane poprzez składowanie na 1 mieszkańca.
- Recykling odpadów opakowaniowych.

Ład instytucjonalno-polityczny

- Poziom zaufania wobec instytucji publicznych.
- Nowe przypadki naruszenia prawa UE.
- E-administracja dostępność usług on-line.

- Gospodarstwa domowe z dostępem do szerokopasmowego Internetu.
- Zbiorczy wskaźnik zaangażowania w pracę społeczną.

Ocena poziomu zrównoważenia budynku przewidzianego do rewitalizacji polega na:

- określeniu wpływu rewitalizowanego budynku na etapie budowy i eksploatacji na zmianę każdego z wybranych wskaźników zrównoważonego rozwoju. Przyjęto trzystopniową skalę oceny:
 - 0 budynek rewitalizowany nie wpływa na zmianę wartości wskaźnika,
 - -1 budynek rewitalizowany wpływa negatywnie na zmianę wartości wskaźnika,
 - 1 budynek rewitalizowany wpływa pozytywnie na zmianę wartości wskaźnika,
- wyznaczeniu oceny dla poszczególnego ładu jako sumy ocen częściowych kryteriów,
- wyznaczeniu ostatecznej oceny dla budynku według zasady: ocena dla ładu społecznego razy wartość wagi równa 0,2 plus sumaryczna ocena dla ładu gospodarczego razy wartość wagi równa 0,3 plus sumaryczna ocena dla ładu środowiskowego razy wartość wagi równa 0,4 plus sumaryczna ocena dla ładu instytucjonalno-politycznego razy wartość wagi równa 0,1.

Metoda określania zakresu prac rewitalizacyjnych

Określenie zakresu prac rewitalizacyjnych w budynku publicznym następuje dwuetapowo. Na pierwszym etapie następuje wybór rodzaju przedsięwzięcia rewitalizacyjnego. Wyróżniono następujące rodzaje przedsięwzięć rewitalizacyjnych:

- dobudowa nowego skrzydła budynku lub piętra (pięter) w istniejącym budynku,
- adaptacja strychów nieużytkowych na cele użytkowe,
- wzmocnienie fundamentów budynków,
- wymiana stropów międzykondygnacyjnych,
- remont dachów,
- termomodernizacja kompleksowa,
- ocieplenie ścian zewnętrznych,
- wymiana okien ze zmianą wielkości otworów okiennych,
- modernizacja, przebudowa instalacji w budynkach: grzewczych, elektrycznych, gazowych, i wodno-kanalizacyjnych,
- zmiana funkcji budynku (np. z mieszkaniowej na biurową),
- zagospodarowanie przyległego terenu (budowa, remont, przebudowa małej architektury, ogrodzeń),
- prace konserwatorskie, odnawianie fasad i dachów budynków o wartości architektonicznej i znaczeniu historycznym znajdujących się w rejestrze zabytków,
- zmiana funkcji budynku bez ingerencji w konstrukcję (zmiana układu ścianek działowych),
- remont pomieszczeń, malowanie, tapetowanie układanie podłóg, wykładzin itp.,

- wymiana elementów konstrukcji budynku zawierających azbest,
- wyburzanie budynku i uwolnienie terenu na nowe cele: usługowe, kulturowe, edukacyjne, gospodarcze, turystyczne lub rekreacyjne,
- modernizacja systemów oświetleniowych wewnętrznych i zewnętrznych,
- instalacja systemów monitoringu,
- zabudowywanie pustych przestrzeni,
- budowa, remonty, przebudowa kanalizacji deszczowej,
- budowa, remonty lub przebudowa sieci kanalizacyjnej i innych urządzeń do oczyszczania, gromadzenia, odprowadzania i przesyłania ścieków,
- budowa, remont lub przebudowa sieci wodociągowej, ujęć wody i urządzeń służących do gromadzenia, uzdatniania wody oraz urządzeń regulujących ciśnienie wody,
- remonty, przebudowa lub modernizacja ulic prowadzących do budynku, przebudowa chodników i przejść dla pieszych, tworzenie zieleni wokół obiektu,
- działania organizacyjne w budynku prowadzące do zrównoważonego rozwoju i tworzenia miejsc pracy.

Na drugim etapie każdemu z wybranych przedsięwzięć rewitalizacyjnych przypisane są określone (techniczne lub organizacyjne) działania (rozwiązania) rewitalizacyjne. Przykładowe działania rewitalizacyjne realizowane w ramach przedsięwzięcia rewitalizacyjnego. Modernizacja systemów oświetleniowych wewnętrznych to:

- wymiana opraw oświetleniowych,
- wymiana żarówek na świetlówki,
- montaż systemów sterownia natężeniem oświetlenia,
- montaż systemów inteligentnego budynku.

Na każdym z etapów należy zastosować algorytm wyboru najlepszych rozwiązań technicznych i organizacyjnych.

Algorytm wyboru najlepszych rozwiązań technicznych i organizacyjnych

Algorytm wyboru najlepszych rozwiązań technicznych i organizacyjnych wykorzystuje metodę optymalizacji wielokryterialnej. Wielokryterialne zadanie optymalizacyjne będzie rozwiązywane metodą sumy ważonej, czyli przez sprowadzenie go do zadania jednokryterialnego dzięki nadaniu wag poszczególnym kryteriom cząstkowym. Suma wag powinna wynosić 1. Algorytm wyboru najlepszych rozwiązań technicznych i organizacyjnych w procesie rewitalizacji budynku opisano w 9 krokach.

Krok 1: Określenie listy rozważanych działań rewitalizacyjnych w budynku i jego otoczeniu

Przykładowa lista działań:

- prace konserwatorskie, odnawianie fasad i dachów budynku o wartości architektonicznej,
- termomodernizacja budynku,

- modernizacja oświetlenia wewnętrznego,
- remont, przebudowa w budynku instalacji: grzewczych, elektrycznych, gazowych, i wodno-kanalizacyjnych,
- adaptacja pomieszczeń budynku na cele edukacyjne,
- adaptacja pomieszczeń budynku na cele usługowe (biurowe),
- adaptacja budynku na cele kulturalne (biblioteka i galeria sztuki),
- zagospodarowanie przyległego terenu (budowa, remont, przebudowa małej architektury, ogrodzeń),
- wyburzenie budynku.

Krok 2: Ustalenie kryteriów cząstkowych optymalizacji

Przykładowa lista kryteriów cząstkowych:

- oszczędność energii pierwotnej,
- zmniejszenie emisji CO₂ w cyklu życia budynku,
- minimum kosztów eksploatacyjnych budynku,
- minimum odpadów powstających w procesie eksploatacji obiektu,
- estetyka budynku (ocena ekspertów),
- minimum interwencji w konstrukcje,
- maksymalny poziom wykorzystanie materiałów z recyklingu.

Krok 3: Ustalenie ograniczeń na funkcji kryteriów

Przykłady:

- koszt inwestycji nie może przekroczyć określonej kwoty 10 mln zł,
- rewitalizacja budynku musi być przeprowadzona itp.

Krok 4: Wyznaczenie zbioru rozwiązań dopuszczalnych

Określa się rozwiązania dopuszczalne (pareto-optymalne) spełniające ograniczenie funkcji kryterium, np. warianty inwestycji, dla których łączny koszt jest mniejszy lub równy wartości określonej w kroku 3. (10 mln zł).

Krok 5: Obliczenie wartości funkcji kryteriów dla wszystkich wariantów rozwiązań dopuszczalnych

Na przykład występuje 5 wariantów rewitalizacji budynku i dla wariantu pierwszego tej rewitalizacji wartość funkcji kryterium (f₁ redukcja emisji CO₂) wynosi 500 kgCO₂/rok.

Krok 6: Normalizacja wartości funkcji kryteriów

Każda z funkcji kryterium (f₁, ..., f_n) określana jest w innej jednostce miary, np. w MWh lub zł. Aby wyznaczyć minimum lub maksimum funkcji będącej złożeniem funkcji kryteriów cząstkowych, ich wartości muszą być bezwymiarowe. Normalizacji wartości funkcji kryteriów można dokonać, dzieląc wartości w każdej kolumnie przez największą wartość dla danej funkcji kryterium.

Krok 7: Określenie wartości wag dla zastosowanych kryteriów

Aby obliczyć, który wariant jest najlepszy według przyjętych kryteriów, należy ustalić wagi (w_1, \dots, w_n) dla zastosowanych kryteriów, ponieważ ma to wpływ na ostateczny wynik optymalizacji. Suma wszystkich wag jest zawsze równa 1.

Krok 8: Obliczenie sum ważonych dla rozwiązań dopuszczalnych

Sumy ważone dla każdego wariantu inwestycji obliczamy według wzoru: $\text{sum}_i = w_1 * f_{1i} + \dots + w_n * f_{ni}$.

Krok 9: Wybór optymalnego rozwiązania spośród rozwiązań dopuszczalnych

Ostatecznie zagadnienie optymalizacji sprowadza się do wyznaczenia minimum lub maksimum funkcji $F = \min(\text{sum}_1, \dots, \text{sum}_n)$ i wyboru wariantu inwestycji odpowiadającego określonej wartości sum_i .

Przykład zastosowania procedury wyboru najlepszych rozwiązań technicznych i organizacyjnych w procesie rewitalizacji budynku publicznego [5]

Ze względu na niż demograficzny zlikwidowano szkołę podstawową. Inwestor rozważa zmianę funkcji budynku szkoły na:

- wariant I budynek mieszkalny,
- wariant II przychodnię lekarską,
- wariant III ośrodek kultury,
- wariant IV budynek biurowy.

Przyjęto następujące kryteria cząstkowe optymalizacji:

- minimum I minimum interwencji w konstrukcję budynku określonej przez projektanta w kolejności wariantów od najmniejszej interwencji w konstrukcję istniejącego budynku (ocena 1), do największych zmian w konstrukcji (ocena 4),
- minimum K minimum kosztu rewitalizacji budynku (PLN),
- minimum O minimum ilości odpadów komunalnych powstających (miesięcznie) w procesie eksploatacji budynku (Mg/miesiąc),
- maksimum P maksimum preferencji inwestora określanych przez niego w kolejności wariantów od najbardziej preferowanych (ocena 1) do najmniej pożądanych (ocena 4). Zastosowanie takiego sposobu oceny zagadnienia maksymalizacji preferencji inwestora prowadzi do minimalizacji funkcji oceny).

Dokonano oceny poszczególnych wartości kryteriów: E, K, O, P dla wszystkich wariantów rewitalizacji budynku szkoły. Wyniki tej oceny zestawiono w tabeli 16. Natomiast w tabeli 17 zestawiono wyniki normalizacji. Dokonano normalizacji przez ustawienie wariantów w zależności od wartości poszczególnych funkcji kryteriów, przypisując im kolejność od 1 do 4.

Tabela 16. Warianty rewitalizacji budynku szkoły.

Wariant	Opis wariantu	I [ocena eksperta]	K [PLN]	O [Mg]	P [ocena eksperta]
I	Budynek mieszkalny	3	8 000 000	2	2
II	Przychodnia lekarska	4	10 000 000	2,7	3
III	Ośrodek kultury	1	4 000 000	1,5	4
IV	Budynek biurowy	2	6 000 000	2,5	1

Źródło: obliczenia własne.

Tabela 17. Wyniki normalizacji.

Wariant	Opis wariantu	I	K	O	P
I	Budynek mieszkalny	3	3	2	2
II	Przychodnia lekarska	4	4	4	3
III	Ośrodek kultury	1	1	1	4
IV	Budynek biurowy	2	2	3	1

Źródło: obliczenia własne.

Metoda sumy ważonej

Ostatecznie zagadnienie optymalizacji sprowadza się do wyznaczeniu minimum funkcji:

$$F = w_1 * \text{kryterium I} + w_2 * \text{kryterium II} + w_3 * \text{kryterium III} + w_4 * \text{kryterium IV}$$

gdzie:

- w_1, \dots, w_5 wagi ustalone przez projektanta i inwestora spełniające warunek: $w_1 + w_2 + w_3 + w_4 + w_5 = 1$,
- kryterium I, ..., kryterium IV wartości funkcji kryterium podane dla każdego wariantu techniczno-materiałowego rewitalizacji budynku (podane w tabeli 17).

Sposób rozwiązania zadania optymalizacji wielokryterialnej metodą sumy ważonej pokazano w tabeli 18.

Tabela 18. Wyznaczenie wariantu optymalnego metodą sumy ważonej.

Wariant	Opis wariantu	I	K	O	P	Ocena wariantów (F)	Uszeregowanie wariantów
I	Budynek mieszkalny	3	3	2	2	2,6	3
II	Przychodnia lekarska	4	4	4	3	3	4
III	Ośrodek kultury	1	1	1	4	1,4	1
IV	Budynek biurowy	2	2	3	1	1,6	2
Wagi - stopień ważności kryterium							

Źródło: obliczenia własne.

Wariantem optymalnym wyznaczonym zgodnie z algorytmem metody sumy ważonej jest wariant: III, czyli inwestor powinien przebudować budynek szkoły na ośrodek kultury.

Metody zarządzania etapem realizacji inwestycji

Zarządzanie etapem realizacji inwestycji [6] polega na:

- identyfikacji (na podstawie projektu budowlanego) czynności, które trzeba wykonać w celu uzyskania częściowych elementów przedsięwzięcia, wynikających z ustalonej struktury podziału pracy,
- określeniu i zidentyfikowaniu logicznych powiązań pomiędzy czynnościami, co prowadzi do ustalenia kolejności ich realizacji,
- przyjęciu (oszacowaniu) czasu trwania czynności,
- opracowaniu harmonogramów realizacji zidentyfikowanych czynności o różnym stopniu szczegółowości, określających terminy ich rozpoczęcia i zakończenia,
- kontroli i monitorowaniu ewentualnych zmian w harmonogramach realizacji czynności.

Opracowanie harmonogramu realizacji przedsięwzięcia rewitalizacyjnego [6] polega na ustaleniu dat rozpoczęcia i zakończenia poszczególnych czynności prowadzących do określonego celu, np. wykonania rewitalizacji budynku. Harmonogram realizacji inwestycji sporządza się na podstawie:

- diagramów sieciowych przedsięwzięcia (diagramy następstw, diagramy strzałkowe i diagramy warunkowe),
- ilościowych ocen czasu trwania działań, które będą ujęte w harmonogramie,
- wymagań w odniesieniu do zasobów (ludzie, materiały, maszyny), określających ich typ i ilość, niezbędną do realizacji poszczególnych czynności oraz wpływających na ich czas trwania,
- możliwości wykorzystania zasobów, określających dostępność i warunki ich stosowania w ramach realizacji przedsięwzięcia (np. ilość dni roboczych w tygodniu itp..)
- narzuconych dat rozpoczęcia lub zakończenia określonych działań,
- założeń dotyczących warunków realizacji inwestycji,
- konieczności przyspieszenia (bądź opóźnienia) terminów rozpoczęcia (lub zakończenia) niektórych czynności,
- planu zarządzania ryzykiem inwestycyjnym, którego realizacja może spowodować tzw. reakcję na ryzyko, mającą wpływ na terminy rozpoczęcia lub zakończenia niektórych działań,
- atrybutów działań, takich jak: podmioty odpowiedzialne za wykonanie działań, miejsce realizacji działań, typy działań i inne parametry, które mają wpływ na ostateczne decyzje, dotyczące kolejności i planowanego czasu trwania przewidywanych czynności.

W procesie opracowywania i sporządzania harmonogramów realizacji działań stosuje się następujące narzędzia i techniki:

- analizy matematyczne diagramów sieciowych (metoda drogi krytycznej, technika PERT, technika GERT), dostarczające danych o najwcześniejszych możliwych terminach rozpoczęcia i zakończenia poszczególnych działań na podstawie sekwencyjnej logiki sieci zależności. Analizy te pozwalają na ujawnienie czynności o najmniejszej elastyczności harmonogramowej, bezpośrednio wpływających na termin zakończenia całego przedsięwzięcia. Analizy umożliwiają również probabilistyczne traktowanie oszacowanych czasów trwania działań (PERT, GERT) oraz zależności logicznych pokazanych w sieci powiązań (GERT),
- kompensacja czasu trwania czynności, polegająca na skracaniu czasu trwania przedsięwzięcia bez ograniczenia jego zakresu, obejmująca metody matematyczne (np. analiza zależności czasowo-kosztowych w celu skrócenia czasu trwania inwestycji przy najmniejszym koszcie dodatkowym),
- metody organizacyjne polegające na równoległej realizacji pewnych działań (np. czynności projektowe i wykonawcze realizowane po kolei w tradycyjnym ujęciu działań),
- techniki symulacyjne, służące do obliczania czasu trwania przedsięwzięcia dla różnych scenariuszy wariantowych dotyczących warunków realizacji poszczególnych działań. Rezultaty zastosowania technik symulacyjnych umożliwiają probabilistyczną ocenę wykonalności harmonogramu,
- techniki opracowywania i sporządzania harmonogramów, polegające na planowaniu terminów realizacji działań w sposób umożliwiający optymalizację poziomu wykorzystania zasobów lub ich dostępności,
- komputerowe wspomaganie zarządzania projektami, pozwalające zautomatyzować niezbędne obliczenia stosowane w przeprowadzanych analizach matematycznych przy sporządzaniu harmonogramu,
- struktury numeracji działań, umożliwiające ich sortowanie i selekcję według różnych atrybutów oraz tworzenie spójnych harmonogramów dla różnych poziomów szczegółowości.

W wyniku przeprowadzenia procesu sporządzenia harmonogramu działań rewitalizacyjnych otrzymuje się:

- Harmonogram przedsięwzięcia rewitalizacyjnego wykonany na założonym poziomie szczegółowości, najczęściej w postaci graficznej (w formie wykresu Gantta lub diagramu sieciowego z naniesionymi datami rozpoczęcia i zakończenia czynności).
- Dane uzupełniające, obejmujące harmonogramy finansowania inwestycji, harmonogramy zatrudnienia personelu, harmonogramy dostaw i wykorzystania zasobów, harmonogramy prac przewidywanych przy realizacji maszyn, tabele prognozowanych przepływów pieniędzy itp.
- Plan zarządzania harmonogramem realizacji inwestycji, określający sposób zarządzania zmianami w harmonogramie i stanowiący uzupełniający składnik bazowego planu przedsięwzięcia, który jest podstawowym produktem fazy przedinwestycyjnej, jakkolwiek może mieć on również postać ogólną lub wręcz nieformalną.
- Bieżące uaktualnienia wymagań w odniesieniu do zasobów i ich przewidywanego wykorzystania.

Harmonogram budowlany tworzony jest najczęściej w czasie projektowania przedsięwzięcia rewitalizacji budynku. Natomiast na etapie wykonywania inwestycji harmonogram jest głównym narzędziem zarządzania realizacją projektu.

Kontrola harmonogramu

Kontrola harmonogramu [6] to badanie zgodności rzeczywistych terminów rozpoczęcia i zakończenia poszczególnych działań z terminami planowanymi, analizą odchyień, podejmowanymi decyzjami o wprowadzeniu zmian w harmonogramie oraz wykonywaniem działań korygujących. Pojęcie kontrola harmonogramu obejmuje również następujące czynności:

- kontrola postępów prac projektowych w nawiązaniu do dyrektywnego harmonogramu przedsięwzięcia,
- ocena możliwości realizacji zaprojektowanych obiektów i robót budowlanych w terminach ustalonych w harmonogramie przedsięwzięcia, w tym sporządzanie dyrektywnych harmonogramów budowy o stopniu szczegółowości dostosowanym do posiadanej dokumentacji projektowej inwestycji,
- ocena składanych przez wykonawców ofert pod względem możliwości spełnienia wymagań terminowych ustalonych w dyrektywnym harmonogramie budowy oraz sporządzanie harmonogramu umownego,
- kontrola postępów w realizacji robót budowlanych w odniesieniu do harmonogramu umownego, ocena możliwości zakończenia budowy w terminie ustalonym w harmonogramie umownym oraz egzekwowanie podejmowania odpowiednich działań korygujących przez wykonawcę,
- systematyczne monitorowanie i raportowanie odpowiednim władzom zwierzchnim o postępach w realizacji robót w ramach przedsięwzięcia, zgłaszanie ostrzeżeń o możliwości zaistnienia niebezpiecznych opóźnień w wykonywaniu określonych czynności w stosunku do dyrektywnego harmonogramu przedsięwzięcia oraz uzgadnianie i podejmowanie niezbędnych i właściwych działań korygujących.

Kontroli harmonogramu robót realizowanych w ramach przedsięwzięcia rewitalizacyjnego dokonuje się na podstawie:

- zatwierdzonego (ostatecznego) harmonogramu przedsięwzięcia, sporządzonego pod względem jego wykonalności terminowej, dostępności zasobów, co stanowi punkt odniesienia do oceny przebiegu przedsięwzięcia,
- raportów z wykonania robót, dostarczających informacji o przebiegu realizacji przedsięwzięcia oraz o rzeczywistych terminach rozpoczęcia i zakończenia poszczególnych działań,
- żądań zmian określonych parametrów przedsięwzięcia, wywierających wpływ na wydłużenie lub skrócenie terminów realizacji określonych działań,
- planu zarządzania harmonogramem, opisującego sposób wprowadzania zmian do harmonogramu.

Przy kontroli harmonogramu stosuje się następujące narzędzia i techniki:

- systemy kontroli zmian harmonogramu, jednoznacznie określające odpowiedzialność i uprawnienia do wprowadzania zmian oraz procedury dokonywania odpowiednich zmian w harmonogramie, obejmujące przygotowanie, akceptację, realizację i monitorowanie wprowadzanych zmian,
- pomiar wykonania, dostarczający informacji i danych o rzeczywistym postępie realizacji przedsięwzięcia,
- dodatkowe procesy planowania, związane z przygotowaniem harmonogramu do wprowadzenia określonych zmian oraz oceną ich ewentualnych skutków,

- analiza odchyleń rzeczywistych terminów realizacji działań od terminów planowanych oraz inne analizy umożliwiające ocenę realizacji działań ujętych w harmonogramie (np. analiza odchyleń rzeczywistych zapasów czasu od wielkości wynikających z zatwierzonego harmonogramu).

Podsumowanie

Po okresie termomodernizacji nadchodzi czas na szersze działania remontowe, czyli rewitalizację budynków. Szczególnej uwagi wymagają działania mające wpływ na zmianę oddziaływania modernizowanego budynku na środowisko i poprawę warunków jego użytkowania, czyli rewitalizację zgodną z zasadami zrównoważonego rozwoju. Na początku wzorcową rolę w procesach rewitalizacyjnych odgrywa sektor publiczny po stronie inwestora oraz małe i średnie przedsiębiorstwa po stronie projektantów i wykonawców robót budowlanych. Dobrze by było, gdyby wykonawcy i projektanci (szczególnie z sektora MŚP) mieli odpowiednie narzędzia wspomagające proces projektowania i realizacji inwestycji rewitalizacyjnych. W tym artykule zaprezentowano:

- metodę optymalnego wyboru materiałów budowlanych oraz technologii remontu i modernizacji budynków według kryteriów zrównoważonego rozwoju,
- metodę określania zakresu prac rewitalizacyjnych,
- metodę oceny stanu budynku na podstawie audytu poziomu zrównoważenia,
- metody zarządzania etapem realizacji inwestycji.

Opisane metody są jedną z propozycji narzędzi wspomagających proces projektowania i realizacji inwestycji rewitalizacyjnych.

Literatura

- [1]. <http://konferencjaizolacje.pl/knauf-insulation/>.
- [2]. *Materiały z konferencji podsumowującej wyniki projektu PL0077 STEP Termomodernizacja budynków publicznych zgodna z zasadami zrównoważonego rozwoju, Politechnika Warszawska, Warszawa 2010.*
- [3]. *Piasecki M., Instrukcja oceny energetyczno-środowiskowej budynku w oparciu o uproszczoną metodę E-audyt.*
- [4]. *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju Polski, GUS, Katowice 2011.*
- [5]. *Węglarz A., Narzędzia wspomagające proces rewitalizacji budynków publicznych zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju, „Materiały Budowlane” 2013, nr 9 (493).*
- [6]. www.transport.gov.pl/ (zob. zarządzania terminami w przedsięwzięciu).

ABSTRACT

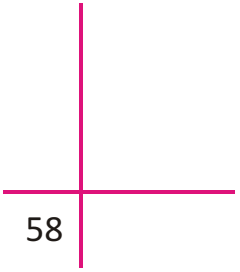
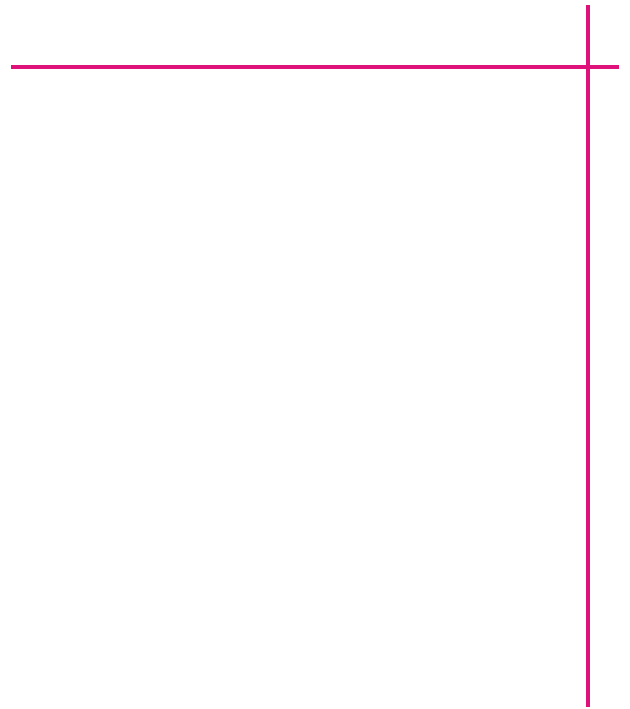
This article presents:

- *A method for optimal selection of building materials and technology of renovation and modernization of buildings according to the criteria of sustainable development,*

- *A method of determining the scope of revitalization works,*
- *A method for assessing the condition of the building based on sustainability audit,*
- *Methods of managing the investment stage.*

The described methods are one of the suggestions of tools which support the design and realization of investments process in public buildings. These methods have been developed for use by small and medium-sized enterprises.

Key words: *revitalization, sustainable development, multi-criteria optimization, ecological assessment of building materials, sustainability auditing materials, sustainability audit*



Dr hab. Urszula Kurczewska
Szkoła Główna Handlowa

5. Aspekty społeczne procesu rewitalizacji budynków użyteczności publicznej zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju

Social aspects of revitalization process in the case of public buildings
by the rules of sustainable development

STRESZCZENIE

Artykuł przedstawia analizę wymiaru społecznego procesu rewitalizacji obiektów ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień budowania pozytywnych relacji inwestora z otoczeniem społecznym i instytucjonalnym. Podstawowym tematem podjętych badań jest kwestia strategii komunikacji obejmującej nie tylko działania informacyjne, lecz także zaawansowane konsultacje społeczne. Główna teza artykułu wskazuje na zależność powodzenia rewitalizacji od adekwatnej do potrzeby sprawnej komunikacji inwestora ze społecznością lokalną i innymi interesariuszami. Omówione zostały wybrane metody, narzędzia i zasady prowadzenia takich konsultacji.

Słowa kluczowe: rewitalizacja, komunikacja społeczna, konsultacje społeczne, metody konsultacji, dobre praktyki, przedsiębiorczość

Wstęp

Przygotowanie i realizacja procesu rewitalizacji budynków użyteczności publicznej jest zadaniem trudnym i złożonym nie tylko od strony technicznej. Wiele problemów, które trzeba rozwiązywać w toku inwestycji, ma charakter społeczny, przeprowadza się ją bowiem w konkretnym otoczeniu wśród mieszkających w sąsiedztwie ludzi, w określonym środowisku społecznym i instytucjonalnym. W niemal wszystkich definicjach procesu rewitalizacji podkreśla się jej społeczny wymiar, tj. przeciwdziałanie nie tylko degradacji przestrzeni zurbanizowanej, lecz także zapobieganie negatywnym zjawiskom społecznym, pobudzanie rozwoju i wywoływanie zmian jakościowych dzięki wzrostowi aktywności społecznej i gospodarczej z jednoczesnym zachowaniem zasady zrównoważonego rozwoju. Modelem umożliwiającym realizację idei zrównoważonego rozwoju jest w szczególności tzw. rewitalizacja integracyjna, która zakłada tworzenie na danym obszarze nowych form architektoniczno-przestrzennych w miejsce zdegradowanych i wykorzystywanie powstałych dzięki temu funkcji, co pozwala na włączenie w ten proces społeczności lokalnej i zainteresowanych użytkowników. W tym paradygmacie wszelkie decyzje i ustalenia są podejmowane z udziałem różnych grup społecznych i interesariuszy [1], co wymaga budowania pozytywnych relacji inwestora i organów władzy lokalnej z otoczeniem społecznym oraz

instytucjonalnym. Służą temu działania komunikacyjne w postaci kampanii informacyjno-promocyjnych i konsultacji społecznych. Prezentowane opracowanie przedstawia analizę roli komunikacji społecznej w procesie rewitalizacji obiektów, możliwości tworzenia optymalnych strategii komunikacyjnych, przykłady ich zastosowania oraz wpływ tych czynników na przedsiębiorczość i rynek pracy.

Dlaczego komunikacja społeczna jest ważna w procesie rewitalizacji?

Kwestie współpracy ze stroną społeczną podczas rewitalizacji budynków użyteczności publicznej są tylko w pewnym stopniu regulowane przez normy prawne. Podczas wydawania decyzji o uwarunkowaniach środowiskowych inwestycji, organy administracji państwowej są zobowiązane do przeprowadzenia konsultacji społecznych [2]. Inwestor na potrzeby przedsięwzięć infrastrukturalnych również ma obowiązek spełnić ten warunek [3]. Jednak w zakresie rewitalizacji obiektów użyteczności publicznej inwestor nie jest prawnie zobligowany do kontaktowania się ze stroną społeczną. Mimo to coraz częściej przedsiębiorstwa wykazują zainteresowanie współpracą z otoczeniem społecznym i instytucjonalnym, tak aby proces inwestycyjny przebiegał sprawnie, był społecznie akceptowany i tym samym wzmacniał kapitał społeczny w regionie. Lekceważenie opinii publicznej może mieć dla inwestora negatywne konsekwencje, takie jak urzędowe wstrzymanie inwestycji w wyniku skarg społeczności lokalnych, przymus dokonywania zmian w projekcie w toku jego realizacji itp.

Rosnąca liczba protestów przeciwko różnym inwestycjom pokazuje, że wiele przedsiębiorstw ignoruje znaczenie komunikacji z otoczeniem, a jednocześnie dowodzi, że lokalne społeczności i interesariusze w coraz większym stopniu mobilizują swoje zasoby i skutecznie korzystają z dostępnych form sprzeciwu. Bez odpowiednio zaplanowanej i wiarygodnej komunikacji inwestora z otoczeniem społecznym każda nowa inwestycja jest obciążona ryzykiem takiego oporu.

Okazuje się, że akceptacja społeczna danej inwestycji staje się równie ważna jak zapewnienie finansowania czy wsparcia prawnego i technologicznego. Jedynie podjęcie przez inwestorów wiarygodnych działań komunikacyjnych oraz zrozumienie obaw społeczności lokalnych pozwalające na ustosunkowanie się do nich zapewnia przychylne nastawienie do projektu i zabezpiecza przed konfliktami. Stanowi to ważny element odpowiedzialnego zarządzania ryzykiem inwestycyjnym.

Działania komunikacyjne powinny być włączone w proces inwestycyjny, a więc należy je rozpocząć już na etapie planowania przedsięwzięcia. Jest to o tyle ważne, że większość problemów związanych z protestami społecznymi bierze się właśnie z braku długofalowej strategii komunikacyjnej, która umożliwiłaby dostarczenie z odpowiednim wyprzedzeniem rzeczowej informacji i argumentów na rzecz danej inwestycji, a tym samym przygotowywała społeczność na zaakceptowanie przedsięwzięcia.

Planując działania komunikacji społecznej, można zastosować metody i techniki, które zwiększają szansę dotarcia z informacją do grup szczególnie ważnych w danym przedsięwzięciu. Mogą to być akcje jednorazowe, kampanie informacyjne lub rozbudowane strategie komunikacyjne. Najlepsze i długotrwałe efekty osiąga się dzięki strategiom, które zawierają nie tylko komponent informacyjny, lecz także umożliwiają kształtowanie opinii, świadomości i zachowań grup społecznych, np. zmianę postaw na bardziej proekologiczne i energooszczędne, a także przyczyniają się do zwiększenia prestiżu przedsiębiorstwa i inwestycji. Wzrost zaufania do inwestora

zarówno wśród władz lokalnych, organizacji pozarządowych, jak i mieszkańców ułatwia otrzymywanie pozwoleń i negocjowanie warunków prowadzenia kolejnych przedsięwzięć inwestycyjnych.

Strategie komunikacyjne mogą być bardzo przydatnym instrumentem w zarządzaniu, ale tylko pod warunkiem, że są tworzone z myślą o ich faktycznym zastosowaniu, a nie jedynie jako działania pozorne. Realizowane wyłącznie po to, by zadośćuczynić formalnym wymaganiom - nie przyniosą oczekiwanych rezultatów.

Czy można stworzyć modelową strategię komunikacji z otoczeniem społecznym i instytucjonalnym?

W ramach strategii komunikacyjnej można wyodrębnić cztery kategorie czynności: działania informacyjne, konsultacje społeczne, negocjacje prowadzące do porozumienia oraz współdecydowanie. Działania informacyjne są z reguły niewystarczające do uzyskania akceptacji społecznej dla projektu. Natomiast konsultacje zakładają komunikację dwustronną, dzięki której inwestor może poznać opinie, oczekiwania, obawy i potrzeby interesariuszy, a tym samym w konsekwencji wziąć je pod uwagę. Znacznie bardziej zaawansowanym działaniem są negocjacje, które umożliwiają nie tylko poznanie racji obydwu stron, lecz także wspólne uzgodnienie rozwiązania danego problemu. Najczęściej dochodzi do nich wtedy, gdy konflikt staje się otwarty, a brak porozumienia grozi wstrzymaniem inwestycji. Z tego względu dla inwestora o wiele korzystniejsze jest niedopuszczenie do eskalacji konfliktu i wykorzystanie mechanizmów konsultacyjnych na wcześniejszych etapach. Współdecydowanie z kolei zakłada niemal pełne partnerstwo. Inwestor podejmuje decyzje dotyczące danego zagadnienia wspólnie z obywatelami, przedstawicielami władz oraz innymi interesariuszami. Jest to najbardziej zaawansowana forma działań komunikacyjnych, ale występująca niezbyt często. Wpisuje się ona w nowy kierunek zarządzania sferą przestrzenną miast określaną jako „nowy urbanizm” [4].

Najbardziej rozpowszechnioną formą kontaktów z otoczeniem społecznym stosowaną zarówno przez inwestorów, jak i organy władzy są działania informacyjne. Co więcej, w wielu przypadkach nawet wymagane przez normy prawne konsultacje społeczne przybierają postać spotkań informacyjnych, tzn. pod pozorem konsultacji jedynie przekazuje się informacje bez możliwości wymiany opinii. Przyznają to w nieformalnych rozmowach sami urzędnicy odpowiedzialni za ich organizowanie, a także inwestorzy [5]. Oczywiście informowanie jest ważnym i niezbędnym etapem komunikacji z otoczeniem społecznym, ale niewystarczającym.

Bardziej zaawansowaną formą kontaktów są konsultacje społeczne, których mają na celu zebranie opinii i uwag dotyczących planowanej inwestycji, aby podjąć decyzję optymalną w danych warunkach i akceptowalną dla wszystkich stron. Prowadzenie konsultacji społecznych jest zadaniem niełatwym, gdyż wymaga zaangażowania, poświęcenia czasu i określonych nakładów. Jednak korzyści przeważają nad ewentualnymi kosztami. Przede wszystkim konsultacje pozwalają na podejmowanie decyzji uwzględniających różne stanowiska, a więc zwiększają szanse na złagodzenie konfliktów i uniknięcie protestów wobec niepopularnych, choć koniecznych zmian. Tworzą przestrzeń dialogu i porozumienia, dzięki czemu zmiany będą łatwiej akceptowane przez użytkowników i mieszkańców. Zwiększają szansę na pojawienie się oryginalnych rozwiązań i ciekawych pomysłów. Wysłuchanie racji różnych stron pozwala wcześniej wychwycić błędy i stworzyć rozwiązania bardziej wyważone względem nierzadko sprzecznych interesów. Konsultacje dają ludziom poczucie sprawstwa oraz kontroli nad otoczeniem,

a także umożliwiają wyjście poza partykularne interesy, pokazując, na czym polega dobro wspólne [6]. Zwiększają również świadomość złożoności problemów, przed jakimi stoją inwestorzy i władze lokalne. Przyczyniają się także do wzrostu wzajemnego zaufania i zrozumienia w relacjach: inwestor - samorząd - obywatel.

Strategia komunikacji inwestora/przedsiębiorstwa z otoczeniem społecznym i instytucjonalnym jest kilkuetapowym przedsięwzięciem, w którym najważniejsze elementy to:

- Diagnoza sytuacji wyjściowej - opis i analiza otoczenia społecznego i instytucjonalnego inwestycji.
- Przygotowanie i realizacja strategii działań komunikacyjnych - zdefiniowanie celów komunikacji, określenie grup adresatów i treści przekazu, wybór narzędzi, określenie zasobów oraz spodziewanych efektów.
- Prowadzenie konsultacji społecznych - wybór metod i instrumentów, określenie zasad prowadzenia konsultacji z wybranymi grupami społecznymi.

Diagnoza sytuacji wyjściowej

Identyfikacja sytuacji wyjściowej powinna zostać przeprowadzona na jak najwcześniejszym etapie inwestycji i dotyczyć otoczenia społecznego, politycznego i instytucjonalnego. Pierwszym krokiem jest ustalenie interesów, potrzeb i oczekiwań różnych grup i interesariuszy, których inwestycja dotyczy. Należy także określić, czy i w jaki sposób poglądy, interesy i emocje tych grup mogą wpłynąć na proces inwestycyjny. Na tym etapie należy dokonać identyfikacji instytucji, organizacji, grup i pojedynczych osób, które mogą być sojusznikami lub przeciwnikami inwestycji.

Użyteczne jest sporządzenie mapy otoczenia społecznego i instytucjonalnego zawierającej informacje o interesariuszach, ich oczekiwaniach i interesach. Zwykle podmioty zainteresowane daną inwestycją to społeczności lokalne, np. użytkownicy, mieszkańcy, sąsiedzi, okoliczni przedsiębiorcy, ale też organizacje społeczne oraz lokalne instytucje. Należy ustalić, jaki jest ich stosunek do inwestycji, sprecyzować ich oczekiwania i potrzeby oraz poziom aktywizacji i mobilizacji społecznej, a także określić możliwe sojusze oraz potencjalne konflikty i podziały.

W zbieraniu informacji można wykorzystać różne źródła, m.in. istniejące zbiory danych oraz wyniki badania opinii społecznej. Badania opinii można prowadzić z zastosowaniem metod jakościowych i ilościowych. W analizie otoczenia inwestycji szczególnie użyteczne są metody jakościowe pozwalające na poznanie poglądów i postaw poszczególnych grup społecznych (np. motywów ich zachowań i kierujących nimi emocji), które pomagają odpowiedzieć na pytania „jak” i „dlaczego”. Umożliwiają również zidentyfikowanie kluczowych aktorów lokalnych, możliwych powiązań, sojuszy, wspólnot interesów, a także linii podziałów i konfliktów. Najbardziej użyteczne metody jakościowe to wywiady pogłębione oraz zogniskowane wywiady grupowe (fokusowe).

Badania ilościowe są sondażami przeprowadzanymi na próbach reprezentatywnych dla populacji celowej i pozwalają określić zakres analizowanych zjawisk, ustalić, jak często rozmaite opinie i fakty występują w danej zbiorowości. Najczęściej stosowane techniki badawcze to: PAPI (wywiad bezpośredni), CATI (wywiad telefoniczny), CAPI (wywiad bezpośredni wspomagany komputerowo) oraz CAWI (ankieta online). Zaletą badań ilościowych jest uzyskanie rzetelnych danych liczbowych.

Użytecznym narzędziem diagnozowania sytuacji wyjściowej w strategii komunikacyjnej jest analiza SWOT. Pozwala na uporządkowanie informacji oraz identyfikację czynników zewnętrznych i wewnętrznych mających wpływ na pozycję przedsiębiorstwa, a także ustalenie szans i zagrożeń oraz mocnych i słabych stron danego przedsięwzięcia.

Przygotowanie i realizacja strategii działań komunikacyjnych

Przygotowanie i realizacja strategii działań komunikacyjnych obejmuje kilka zasadniczych etapów. Pierwszy z nich to ustalenie głównych celów komunikacji, np. przez odpowiedź na podstawowe pytania: czy celem jest uzyskanie akceptacji społecznej i zapewnienie spokoju w czasie realizacji inwestycji, czy raczej mobilizacja grup społecznych do konkretnych działań (m.in. uczestnictwa w konsultacjach), a może zmiana postaw i zachowań społeczności lokalnej? Najczęściej celem **kampanii informacyjnej** jest lepsze zrozumienie planowanej inwestycji przez odbiorców i uzyskanie przyzwolenia społecznego na jej przeprowadzenie. Natomiast cele **konsultacji społecznych** to poznanie oczekiwań i potrzeb interesariuszy, rozwianie ich obaw i wątpliwości oraz uwzględnienie postulatów dotyczących inwestycji.

Kolejnym etapem jest ustalenie, które grupy społeczne i instytucje należy uznać za strategiczne z perspektywy inwestycji, a zatem wobec których będą prowadzone działania komunikacyjne. W przypadku rewitalizacji budynków są to najczęściej: społeczności lokalne w bezpośrednim sąsiedztwie inwestycji, użytkownicy obiektów, władze samorządowe, organizacje pozarządowe (np. stowarzyszenia pracodawców, przedsiębiorców czy ekologiczne, samorządowe, edukacyjne), a także inni interesariusze, np. instytucje zlokalizowane w sąsiedztwie, media, liderzy opinii. Wobec każdej z tych grup należy sformułować odpowiedni przekaz i zastosować adekwatne narzędzia i instrumenty.

Następna faza to sformułowanie jasnego, wiarygodnego i przekonującego przekazu, a także ustalenie, jakie metody i instrumenty komunikacji będą zastosowane oraz jaka jest ich skuteczność w odniesieniu do zdefiniowanych grup adresatów. Działania komunikacyjne dotyczące rewitalizacji budynku mogą być prowadzone na kilku poziomach: informacyjnym, konsultacyjnym oraz zaangażowania i uczestnictwa.

Prowadzenie konsultacji społecznych

Konsultacje społeczne to proces obejmujący zarówno działania informacyjne, jak i zasięganie opinii oraz uwzględnianie stanowisk strony społecznej podczas podejmowania najważniejszych decyzji [7]. Zakłada się, że mają mieć charakter proaktywny (wyprzedzający), a nie reaktywny, co oznacza, że powinny być integralnym elementem przygotowywania inwestycji, a nie „akcją ratunkową” podejmowaną dopiero w sytuacji pojawienia się konfliktów. Wymaga to od inwestora i organów władzy lokalnej przedstawienia proponowanego rozwiązania, zaprezentowania oraz udostępnienia dokumentów (np. raportu o oddziaływaniu na środowisko) i zbierania opinii na ich temat. Charakterystyczną cechą konsultacji to ich dostępność dla wszystkich zainteresowanych stron. Największym wyzwaniem dla przedsiębiorcy i organów władzy jest udzielenie odpowiedzi na pytania i postulaty oraz uwzględnianie wyników konsultacji w sposób satysfakcjonujący wszystkie strony. Za bardziej zaawansowaną formę uznaje się prowadzenie dialogu strategicznego, którego celem jest tworzenie rzeczywistego partnerstwa w podejmowaniu decyzji. Najczęściej przyjmuje on formę cyklicznych spotkań z wybranymi interesariuszami. Strony wspólnie definiują problemy i szukają optymalnych rozwiązań [8]. W procesie dialogu

strategicznego przedsiębiorca podejmuje się wypełnienia konkretnych zobowiązań. Powstały już międzynarodowe standardy prowadzenia takiego dialogu, np. AccountAbility1000 [9].

Wszystkie formy konsultacji społecznych powinny być prowadzone zgodnie z określonymi zasadami i standardami. W Polsce w wyniku porozumienia między organizacjami pozarządowymi a Ministerstwem Administracji i Cyfryzacji wypracowano *Kodeks Konsultacji* zawierający zasady i standardy ich prowadzenia (*Siedem Zasad Konsultacji*, Drugi Kongres Wolności w Internecie [10]). Najważniejsze z nich to:

- **Dobra wiara** - konsultacje powinny być prowadzone z czystymi intencjami, w duchu dialogu, nie powinny stanowić formy manipulacji ani mieć charakteru fasadowego.
- **Powszechność** - każdy zainteresowany tematem powinien móc dowiedzieć się o konsultacjach i wyrazić swój pogląd, czemu służy upowszechnianie informacji w Internecie oraz informowanie w sposób jasny i przystępny.
- **Przejrzystość** - jawność konsultacji powinna być ich podstawową regułą, informacje o celu, zasadach, przebiegu i wyniku konsultacji muszą być powszechnie dostępne.
- **Responsywność** - każdemu, kto zgłosi opinię, należy się merytoryczna odpowiedź w rozsądnym terminie, a podsumowanie konsultacji powinno mieć formę publicznie dostępnego dokumentu.
- **Koordinacja** - konsultacje powinny być organizowane i prowadzone przez koordynatora.
- **Przewidywalność** - konsultacje powinny być prowadzone w zaplanowany sposób i w oparciu o czytelne reguły (przyjmuje się, że czas przeznaczony na wyrażenie opinii nie może być krótszy niż 21 dni).
- **Poszanowania dobra ogólnego i interesu publicznego** - poszczególni uczestnicy konsultacji mają prawo przedstawiać swój partykularny interes, ale ostateczne decyzje powinny reprezentować interes publiczny i dobro ogólne.

Konsultacje mogą przybierać różne formy. Generalnie wyodrębnia się dwie kategorie **konsultacje powszechne (np. spotkania publiczne, konsultacje Internetowe, konferencje, debaty)** oraz **konsultacje reprezentatywne (np. warsztaty obywatelskie, sondaż deliberatywny)**. Najczęściej stosowanym sposobem konsultowania planowanych inwestycji jest zaproszenie do składania uwag i komentarzy drogą pocztową lub Internetową. Inne formy, np. konferencje, debaty, warsztaty, należą do rzadkości choć to właśnie takie formy konsultacji odnoszą największy skutek. Wprowadzenie różnych metod angażowania społeczeństwa w proces konsultacyjny ułatwiłoby dotarcie do szerszej grupy zainteresowanych, a tym samym pozwoliłoby uniknąć potencjalnych nieporozumień i konfliktów.

W przygotowywaniu i prowadzeniu konsultacji społecznych w zakresie inwestycji przedsiębiorstwo może liczyć na współpracę z organami władzy lokalnej (np. dzielnicowymi komisjami dialogu społecznego) i organizacjami pozarządowymi wyspecjalizowanymi w zakresie partycypacji obywatelskiej, np. Pracownią Badań i Innowacji Społecznych *Stocznia* czy Centrum Deliberacji. Poniżej zaprezentowano najbardziej typowe metody prowadzenia konsultacji, które znajdują zastosowanie w strategii komunikacji inwestora/przedsiębiorstwa z otoczeniem [11]. Każda z nich może być modyfikowana i łączona z innymi.

Tabela 1. Konsultacje powszechne i ogólnodostępne
- (opracowanie własne).

Metoda konsultacji		Otwarte spotkania publiczne
Sposób prowadzenia	Publiczne spotkania organizowane na ściśle określony temat. Każdy obywatel ma prawo zabrać głos w dyskusji, zgłosić swoją opinię i propozycję lub zadać pytanie inwestorowi bądź ekspertom.	
Mocne strony	Jest to znakomita okazja do komentowania i dyskusowania o sprawach bezpośrednio lub pośrednio dotyczących obywateli. Największym zainteresowaniem cieszą się kwestie lokalne lub te mające bezpośredni wpływ na życie obywateli.	
Słabe strony	Często zdarza się, że ludziom trudno jest wypowiadać się w kwestiach, w których brak im wiedzy. Dlatego w dyskusjach mogą dominować emocje, a zamiast opinii i argumentów zgłaszane są żądania i protesty. Może okazać się, że temat konsultacji jest zbyt złożony, abstrakcyjny lub za trudny dla przeciętnych ludzi. Otwarte dyskusje mogą zostać zdominowane przez grupy interesu lub najbardziej elokwentnych i zaangażowanych obywateli.	
Możliwości zastosowania	Jest to użyteczna metoda dostarczania informacji na temat opinii społecznych i rozkładu preferencji, natomiast mniej skuteczna w prowadzeniu bezpośrednich konsultacji społecznych.	
Metoda konsultacji		Otwarte konsultacje Internetowe
Sposób prowadzenia	Utworzenie platformy Internetowej umożliwiającej zgłoszenie opinii na dany temat, np. w formie ankiety Internetowej, na forum lub na czacie.	
Mocne strony	Stosunkowo niski koszt. Jeśli towarzyszy temu szeroka akcja informacyjna o prowadzonych konsultacjach, wówczas można zmobilizować olbrzymią liczbę uczestników oraz dostarczyć wielu interesujących i zróżnicowanych opinii.	
Słabe strony	Istnieje niebezpieczeństwo ograniczenia konsultacji do grona osób kompetentnych cyfrowo. Tego typu konsultacje wykluczają osoby bez dostępu do Internetu lub bez umiejętności korzystania z niego. Dyskusję mogą zdominować grupy interesu, których przedstawiciele są najlepiej zorganizowani.	
Możliwości zastosowania	Jest to skuteczna metoda dotarcia do ludzi młodych i/lub z dostępem do Internetu oraz aktywizacji ich, szczególnie w przypadkach, gdy dyskusja dotyczy spraw interesujących i ważnych dla szerokiego spektrum społeczeństwa.	
Metoda konsultacji		Planowanie partycypacyjne
Sposób prowadzenia	Są to otwarte warsztaty na temat kierunku rozwoju danej dzielnicy, regionu czy społeczności lokalnej w najbliższej perspektywie. Są prowadzone w kilku etapach: ustalenie wizji rozwoju okolicy, rozpoznanie barier i zagrożeń, opracowanie planu działania. Uczestnicy pracują indywidualnie, w małych grupach oraz plenarnie.	
Mocne strony	Sprzyjają tworzeniu społecznej spójności oraz wzmocnieniu grupowego poczucia odpowiedzialności za przyszły rozwój danego obszaru.	
Słabe strony	Wspólnie tworzony plan rozwoju może być ogólnikowy i mało realistyczny. Spotkania mogą być niereprezentatywne. Może wzbudzić oczekiwania, których nie będzie można spełnić.	
Możliwości zastosowania	Planowanie partycypacyjne wykorzystano m.in. w Warszawie podczas przygotowywania projektu zagospodarowania osiedla Cytadela Południowa oraz koncepcji przestrzennej Parku Kaskada na Żoliborzu, w opracowywaniu koncepcji modernizacji parku przy ul. Opaczewskiej, podczas remontu skwerku przy ul. Chmielnej, skweru przy ul. Brata Alberta w Warszawie, a także w przygotowywaniu planu budowy systemu wodno-ściekowego w Dziewinie k. Wrocławia, w procesie planowania placu Waryńskiego w Sopocie, placu Podleśnej Polany oraz rewitalizacji placu O'Rourke w Gdańsku.	

Konsultacje przedstawicielskie: opinie i postulaty grupy traktuje się jako reprezentatywne dla całej społeczności

Metoda konsultacji	Warsztaty i panele obywatelskie
Sposób prowadzenia	Jest to merytoryczna dyskusja reprezentatywnie dobranej grupy obywateli z zastosowaniem technik warsztatowych.
Mocne strony	Uczestnicy podejmują dyskusję na podstawie konkretnych informacji, wymieniają się doświadczeniami i wskazują innowacyjne rozwiązania.
Słabe strony	Istnieje niebezpieczeństwo słabej reprezentatywności grupy. Efekty są uzależnione od reprezentatywnego doboru uczestników oraz kompetencji prowadzącego. Czasochłonna i kosztowna analiza rezultatów.
Możliwości zastosowania	W przypadku zaistnienia potrzeby pogłębienia wiedzy o danym problemie i uzyskania wglądu w preferencje obywateli. W Polsce była stosowana wielokrotnie, np. w Warszawie podczas projektowania zagospodarowania ulicy Samborskiej oraz rewitalizacji ulicy Mokotowskiej, planowania budowy centrum kultury na Saskiej Kępie, rewitalizacji ulicy Nalewki (projekt Budzimy Muranów), tworzenia Parku Rzeźby na Bródnie w Warszawie (projekt Zoom na Bródno), a także w Gdańsku podczas tworzenia planu rewitalizacji historycznego centrum miasta w ramach programu <i>Gdańsk Europejska Stolica Kultury 2016</i> czy rewitalizacji osiedli mieszkaniowych w Krakowie (<i>projekt Osiedle bez barier. Ugorek przyjazne miejsce do zamieszkania</i>).

Metoda konsultacji	Zespoły planujące
Sposób prowadzenia	Zaangażowanie grupy losowo wybranych mieszkańców jako społecznych konsultantów. Uczestnicy omawiają propozycje rozwiązania danego problemu, w czym pomagają im dwóch moderatorów. Prace kończą się przygotowaniem raportu obywatelskiego przedstawianego władzom i inwestorom.
Mocne strony	Niewielki rozmiar grup zachęca do aktywnego uczestnictwa, pozwala na przedstawianie innowacyjnych rozwiązań. Istnieje duże prawdopodobieństwo wprowadzenia danego rozwiązania w życie.
Słabe strony	Propozycje przedstawiane przez uczestników bywają mało realistyczne.
Możliwości zastosowania	W sytuacji, gdy omawiana kwestia nie jest kontrowersyjna i nie antagonizuje danej społeczności, w innym przypadku należy rygorystycznie zadbać o losowy dobór uczestników. Metoda sprawdza się również, gdy problem musi być rozwiązany w krótkim czasie.

Metoda konsultacji	Warsztaty Charrette
Sposób prowadzenia	Metoda wykorzystywana podczas planowania na szczeblu lokalnym. Pozwala na zebranie praktycznych pomysłów oraz przedstawienie różnych punktów widzenia, a także na współpracę środowisk zazwyczaj niedziałających wspólnie. Są to spotkania trwające kilka dni i angażujące 50-100 osób z różnych segmentów społeczeństwa. Metoda polega na przeprowadzeniu intensywnej dyskusji zmierzającej do osiągnięcia zgody co do celów i działań.
Mocne strony	Medialność przedsięwzięcia.
Słabe strony	Nacisk na osiągnięcie zgody może prowadzić do zbytniego uproszczenia złożonej kwestii lub pominięcia ważnych, ale kontrowersyjnych aspektów.
Możliwości zastosowania	W sytuacji, gdy istotne jest zintegrowanie społeczności wokół danej kwestii bądź gdy konieczne jest szybkie poznanie opinii społeczeństwa. Metoda ta była stosowana w ustalaniu Lokalnego Planu Rewitalizacji miasta Bytomia dla dzielnicy Szombierki oraz w Poznaniu przez Wydział Architektury Politechniki Poznańskiej i Urząd Miasta.

Możliwość zastosowania zróżnicowanych form konsultacji społecznych nie oznacza automatycznie uspołecznienia procesu podejmowania decyzji w procesie rewitalizacji obiektów. Praktyka pokazuje, że w wielu sytuacjach strategię komunikacji ze stroną społeczną mają różny charakter i nie zawsze zmierzają do budowania pozytywnych relacji. Można wówczas mówić o mieliznach konsultacji i potencjalnych niebezpieczeństwach wykorzystywania słabszej ze stron. Do analizy i oceny uspołecznienia procesu rewitalizacji obiektów jest stosowana klasyczna koncepcja drabiny partycypacji zaproponowana przez Sherry R. Arnstein [12]. Można wyróżnić następujące poziomy:

- **Zerowy (brak uczestnictwa).** Głównymi narzędziami zarządzania są manipulacja i terapia społeczna, które uznaje się za jedynie substytuty partycypacji. Celem polityki nie jest umożliwienie obywatelom brania udziału w procesach decyzyjnych, a jedynie edukowanie bądź pouczanie ich przez władzę.
- **Symbolicznej aktywności (informowanie i konsultacje).** Umożliwia obywatelom słuchanie i bycie wysłuchiwanym, ale bez wpływu na ostateczne decyzje, a zatem jest to jedynie jednokierunkowe przekazywanie informacji (tokenizm) i działania pozorne. Konsultacje są bardziej zaawansowanym etapem, ale nadal niewystarczającym, pozwalają bowiem jedynie na ujawnianie opinii i poglądów, a więc również ograniczają się tylko do tokenizmu. Najczęstszymi metodami używanymi w konsultacjach są ankiety, zebrania sąsiedzkie i wysłuchanie publiczne. Obywatele mają poczucie uczestnictwa, natomiast władze zapewniają sobie dowód na uspołecznienie procesu decyzyjnego. Taki pusty rytuał partycypacji rodzi niezadowolenie i frustrację społeczeństwa.
- **Pacyfikacja i ugłaskiwanie.** Bardziej zaawansowany poziom tokenizmu, który umożliwia obywatelom udzielanie porad, występowanie w roli doradców, ale decyzje są podejmowane przez organy władzy czy inwestora. Przykładem może być umieszczenie kilku wybranych przedstawicieli strony społecznej w zarządach i organach współdecydujących.
- **Partnerstwo.** Jest to już poziom władzy obywatelskiej, który umożliwia prowadzenie negocjacji oraz zachęca do rozmów i współdecydowania. Obie strony godzą się na wspólne uczestniczenie w procesie podejmowania decyzji oraz przyjmowanie odpowiedzialności. W tym celu wykorzystuje się takie struktury, jak rady polityczne, komitety planistyczne i mechanizmy rozwiązywania problemów.
- **Delegowanie władzy i kontrola obywatelska.** Na tym poziomie mniejszości zachowują większość głosów podczas podejmowania decyzji bądź posiadają pełną władzę decyzyjną (SADURA, ERBEL 2012: s. 17).

Powyższa typologia jest pewnym uproszczeniem, ale pozwala dostrzec stopniowość partycypacji społecznej w konsultacjach. W Polsce w zakresie procesów rewitalizacji najczęściej występuje pierwszy z tych poziomów i to w ograniczonej formie. Regulacje prawne wymuszają na organach władzy lokalnej co najmniej informowanie społeczności lokalnych o planowanych przedsięwzięciach, tylko w niektórych przypadkach stosowane są konsultacje, ale i te nierzadko przybierają postać działań pozornych, ograniczających się do zgłaszania i zbierania opinii oraz komentarzy bez ich uwzględniania w podejmowaniu decyzji.

Dobre praktyki w komunikacji inwestora/przedsiębiorstwa z otoczeniem społecznym w procesie rewitalizacji obiektu

Najczęściej strategię komunikacji z otoczeniem społecznym i instytucjonalnym są realizowane przez przedsiębiorstwa podczas planowania dużych inwestycji, szczególnie o charakterze infrastrukturalnym. Istnieją jednak również przykłady wzorcowo przeprowadzonych strategii w procesie rewitalizacji budynków użyteczności publicznej. Zalicza się do nich działania komunikacyjne inwestora podczas planowania rewitalizacji budynku Rotundy w Warszawie [14].

W 2012r. bank PKO BP III Oddział w Warszawie zdecydował się na rozpoczęcie procesu rewitalizacji budynku warszawskiej Rotundy oraz ogłosił zamiar nadania mu nowych funkcji społecznych. Rotunda jest nie tylko siedzibą banku, lecz także charakterystycznym i znanym punktem w przestrzeni miejskiej. Strategia komunikacyjna miała na celu dotarcie do szerokiego grona zainteresowanych osób i instytucji, poinformowanie ich o planowanych zmianach, włączenie w proces konsultacyjny, zebranie opinii i przedstawienie ich jury konkursu architektonicznego, aby umożliwić wybór rozwiązania projektowego uwzględniającego zgłoszone postulaty.

Na pierwszym etapie zorganizowano panel ekspercki z udziałem przedstawicieli kultury i sztuki oraz organizacji pozarządowych. Propozycje wypracowane przez ekspertów poddano konsultacjom społecznym (kwiecień-maj 2013). Jednocześnie prowadzono kampanię informacyjną, w ramach której utworzono stronę Internetową projektu, wykorzystano media społecznościowe (Facebook), organizowano konferencje prasowe i podjęto współpracę z mediami: gazeta.pl, Gazeta Wyborcza, TOK. FM, tvnwarszawa.tvn24.pl, bryla.pl.

Metody konsultacji:

- Ankieta dotycząca zwyczajów związanych z użytkowaniem przestrzeni Rotundy (i najbliższej okolicy) oraz oceny propozycji nowych funkcji budynku. Dwie formy ankiety: kwestionariusz internetowy na stronach www.rotunda2013.pl oraz www.konsultacje.um.warszawa.pl (platforma konsultacji Urzędu m. st. Warszawy) i ankieta papierowa dostępna w warszawskich oddziałach banku PKO BP. Kwestionariusz umożliwił zebranie pomysłów i opinii związanych z planami rewitalizacji Rotundy. Otrzymano ponad 10 tysięcy wypełnionych ankiet, zgłoszono ponad 1,5 tys. pomysłów.
- Warsztaty dla kilkudziesięciu mieszkańców w celu wysłuchania opinii i postulatów oraz zebrania pomysłów na nowe funkcje społeczne w Rotundzie. W trakcie warsztatów zostało zgłoszonych kilkadziesiąt pomysłów i propozycji. Cztery z nich rozbudowano w formie koncepcji opisowej i moodboardu oddającego charakter wyobrażonego miejsca.

Wyniki konsultacji

Zdecydowana większość użytkowników budynku oczekuje, że Rotunda będzie pełniła znaczącą, symboliczną funkcję dla Warszawy punktu orientacyjnego, znacznika Centrum, a także miejsca, z którym wiąże się wiele zmieniających się funkcji społecznych. Najwięcej postulatów dotyczyło wielofunkcyjności koncepcji multiboxu, czyli przestrzeni adresowanej do różnych grup.

W tym samym czasie prowadzono także obserwacje zachodniej ściany Rotundy, aby zebrać informacje o aktywności i zachowaniach osób w okolicy (ok. 22 tysiące obserwowanych osób) oraz przeprowadzono kilkanaście wywiadów Internetowych EMIC z postaciami o wyrazistych poglądach na temat planów rewitalizacji Rotundy.

Wyniki badań i konsultacji w formie raportu przekazano głównemu inwestorowi (PKO BP) oraz jury konkursu architektonicznego Changing the Face w celu wyboru optymalnego rozwiązania projektowego uwzględniającego postulaty uczestników.

Wpływ strategii komunikacyjnych na przedsiębiorczość i rynek pracy w regionie

Głównym celem przedstawionej strategii komunikacji z otoczeniem społecznym i instytucjonalnym jest zwiększenie potencjału i konkurencyjności małych i średnich przedsiębiorstw działających na terenie województwa mazowieckiego w branżach: budowlanej, architektonicznej, energetycznej, odnawialnych źródeł energii, także usługowej i handlowej, dzięki podniesieniu ich kwalifikacji w zakresie optymalizacji inwestycji rewitalizacyjnych. Zastosowanie rozbudowanej strategii komunikacyjnej w procesie inwestycyjnym przyczyni się do:

- poszerzenia kompetencji właścicieli i pracowników przedsiębiorstw o nowe umiejętności i wiedzę z zakresu public relations,
- zmniejszenia ryzyka biznesowego wynikającego z braku akceptacji społecznej dla inwestycji, protestów społecznych i skarg sądowych, które mogą spowodować opóźnienie lub wstrzymanie inwestycji,
- zwiększenia zasobów firmy dzięki zaangażowaniu niewielkich nakładów - wiele przedsiębiorstw traktuje konsultacje społeczne jako cenne źródło pomysłów, koncepcji i inspiracji do optymalizacji inwestycji. W ten sposób pozyskują cenną wiedzę w sposób niemal bezkosztowy,
- poprawy wizerunku i reputacji przedsiębiorstwa, co zwiększa jego konkurencyjność na rynku¹³,
- powstania nowych miejsc pracy na lokalnym rynku - poznanie i uwzględnienie potrzeb i postulatów użytkowników rewitalizowanych budynków spowoduje zwiększenie i zróżnicowanie funkcji pełnionych przez te obiekty, a tym samym przyczyni się do utworzenia dodatkowych nowych miejsc pracy, np. w usługach, rekreacji, sferze kultury,
- wzrostu lokalnej przedsiębiorczości - włączenie społeczności lokalnej wzmocni poczucie sprawstwa i zmobilizuje do zakładania nowych firm. Badania skutków rewitalizacji w polskich miastach wskazują na znaczny wzrost liczby nowych przedsiębiorstw zakładanych przez mieszkańców na rewitalizowanym obszarze,
- wzrostu wartości nieruchomości, cen najmu lokali oraz obrotu nimi - obiekty uwzględniające funkcje społeczne i kulturalne, przyjazne oraz spełniające warunki zrównoważonego budownictwa będą bardziej atrakcyjne dla najemców i kupujących,

13.) *Co więcej, ponadobowiązkowe działania w ramach konsultacji społecznych mobilizują kolejne firmy do uwzględniania tego elementu i wymuszają podnoszenie standardów na rynku. Dodatkowym motywatorem są wymagania instytucji finansujących, które umieszczają wymóg prowadzenia konsultacji społecznych w warunkach udzielenia kredytu na inwestycje z zakresu energetyki i OZE.*

- zacieśnienia współpracy z organami władzy lokalnej oraz organizacjami pozarządowymi, a tym samym zwiększenia konkurencyjności przedsiębiorstwa w przetargach publicznych i nowych inwestycjach.

Podsumowanie

Strategie komunikacji społecznej w procesie rewitalizacji obiektów prowadzone w sposób adekwatny do potrzeb i zgodny ze standardami zrównoważonego rozwoju pozwalają na budowanie pozytywnych i trwałych relacji inwestora i/lub organów władzy lokalnej z otoczeniem społecznym. Podkreślane przez wielu przedsiębiorców problemy z uzyskaniem akceptacji społecznej dla przedsięwzięć inwestycyjnych mogą być rozwiązane przez zastosowanie odpowiednich metod i narzędzi konsultacji społecznych oraz uwzględnienie opinii i postulatów interesariuszy podczas realizacji inwestycji. Lekceważenie otoczenia społecznego może mieć dla inwestora negatywne skutki w postaci konfliktów i protestów społecznych. Zastosowanie rozbudowanej strategii komunikacji wymaga poświęcenia czasu i wysiłku, ale spodziewane korzyści przeważają nad kosztami. Współpraca z otoczeniem społecznym i włączanie określonych grup społecznych w proces rewitalizacji mają pozytywny wpływ nie tylko na samo przedsięwzięcie i wizerunek inwestora, lecz także na lokalny rynek. Stymulują bowiem przedsiębiorczość, aktywizują i mobilizują lokalną społeczność, ułatwiają tworzenie nowych miejsc pracy, rozwijają nowe umiejętności i kompetencje, sprzyjają odtwarzaniu więzi społecznych i budowaniu kapitału społecznego. Należy przecież pamiętać, że jednym z najważniejszych celów procesu rewitalizacji jest odtworzenie tkanki społecznej w zdegradowanych obszarach miejskich.

Literatura

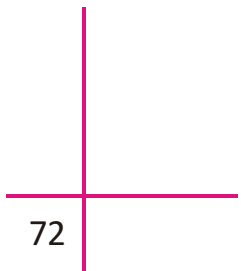
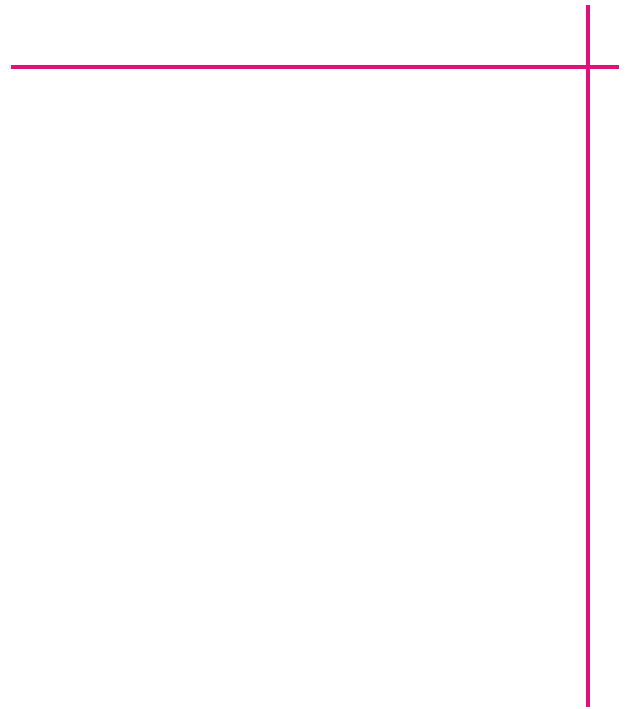
- [1]. Strzelecka E., *Rewitalizacja miast w kontekście zrównoważonego rozwoju*, „Civil and Environmental Engineering” 2011, nr 2, s. 664.
- [2]. *Konwencja o dostępie do informacji, udziale społeczeństwa w podejmowaniu decyzji oraz dostępie do sprawiedliwości w sprawach dotyczących środowiska, sporządzona w Aarhus dnia 25 czerwca 1998 r.*, Dz. U. UE, seria L z 2005r., nr 124, poz. 4.
- [3]. *Podręcznik konsultacji społecznych przy inwestycjach infrastrukturalnych*, Warszawa 2010.
- [4]. Bond S., Thompson-Fawcett M., *Public Participation and New Urbanism: A Conflicting Agenda?*, „Planning Theory & Practice” 2007, nr 4, s. 449-472.
- [5]. *ABC Konsultacji. Krótki przewodnik po metodach i technikach prowadzenia konsultacji społecznych. Projekt Społeczny 2012*, Warszawa 2010.
- [6]. Nienhuis I., van Dijk T., de Roo G., *Let's Collaborate! But Who's Really Collaborating? Individual Interests as a Leitmotiv for Urban Renewal and Regeneration Strategies*, „Planning Theory & Practice” 2011, nr 12, s. 95-109.
- [7]. Ferens A., Kordas R., Matysiak I., Rzeźnik G., Szyski M., *Jak prowadzić konsultacje społeczne w samorządach?*, Warszawa 2010, s. 13.
- [8]. *Podręcznik konsultacji społecznych przy inwestycjach infrastrukturalnych*, Warszawa 2010, s. 10.
- [9]. AA1000 Stakeholder Engagement Standard, <http://www.accountability.org/standards/aa1000ses/index.html>.
- [10]. *Siedem Zasad Konsultacji, Drugi Kongres Wolności w Internecie, Ministerstwo Administracji i Cyfryzacji*, Warszawa 2013, <https://mac.gov.pl/wp-content/uploads/2013/04/7-ZASAD-30-04.pdf>.

- [11].Opracowanie własne na podstawie m.in. ABC Konsultacji. Krótki przewodnik po metodach i technikach prowadzenia konsultacji społecznych. Projekt Społeczny 2012, Warszawa 2010; A Review of Public Participation and Consultation Methods, <http://vcn.bc.ca/citizens-handbook/compareparticipation.pdf>.
- [12].Belniak S., A partnership of public and private sectors as a model for the implementation of Urban revitalization project, „Journal of European Real Estate Research”, t. 1, s. 139-150.
- [13].Arnstein S. R., Drabina partycypacji, [w:] P. Sadura, J. Erbel, Partycypacja. Przewodnik Krytyki Politycznej, Warszawa 2012, s. 17.
- [14].Raport z konsultacji społecznych w projekcie Rotunda 2013, Pracownia Badań i Innowacji Społecznych Stocznia, Warszawa 2013, www.stocznia.org.pl.

ABSTRACT

The chapter presents the analysis of social aspects of revitalization process in the case of public building, particularly the problem of establishing and maintaining good relationships between an investor and social and institutional environment. Particular attention is paid to communication strategy that includes information campaigns and advanced social consultations. The main argument is that the success of revitalization depends on the effective investor's communication strategy with local community and other stakeholders. The methods, tools and rules of social consultations are also examined.

Keywords: *revitalization, social communication, social consultations, methods and tools of consultations, good practice, entrepreneurship*



6. Makroekonomiczne aspekty rewitalizacji budynków w kontekście podnoszenia efektywności energetycznej i rynku pracy

Macroeconomic aspects of the revitalization of buildings
in the context of improving energy efficiency and impact on the labor market.

STRESZCZENIE

W artykule podjęto próbę zaprezentowania makroekonomicznych aspektów procesów rewitalizacji w kontekście dokonujących się zmian na światowym rynku surowców energetycznych, zabezpieczających potrzeby mieszkańców i użytkowników budynków. Wykazano zależności pomiędzy rozwojem gospodarczym, zależnością od importu surowców energetycznych i jakością procesów rewitalizacyjnych. Zauważono także związek pomiędzy rewitalizacją, efektywnością energetyczną a innowacyjnością i zmianami na rynku pracy.

Jednocześnie zdiagnozowane obszary problemowe zostały potraktowane jako szanse rozwojowe nie tylko dla sektora budownictwa, lecz także dla wielu branż powiązanych z tym sektorem.

Słowa kluczowe: ochrona klimatu, efektywność energetyczna, rewitalizacja, optymalizacja zużycia surowców energetycznych, rynek pracy

Wprowadzenie

W dniu 25 października 2012 r. Parlament Europejski i Rada UE przyjęły Dyrektywę w sprawie efektywności energetycznej 2012/27/UE, która ustanowiła wspólne ramy działań na rzecz promocji efektywności energetycznej w państwach członkowskich Unii Europejskiej, prowadzącą do zapewnienia osiągnięcia unijnego celu pakietu „3x20”, obejmującego podniesienie o 20% efektywności energetycznej UE do roku 2020 w stosunku do scenariusza referencyjnego BAU („business as usual”)¹. Efektywność energetyczna jest jednym z najlepszych sposobów sprostania niespotykanym dotąd wyzwaniom społeczno-gospodarczym, wynikającym z rosnącego uzależnienia od importu nośników energii i ograniczonych zasobów energetycznych. Ze światowych statystyk² wynika, że za 40%

1.) *Minister Gospodarki Janusz Piechociński podczas wystąpienia w Parlamencie Europejskim w dniu 13.11.2013 zaproponował poszerzenie celów polityki klimatyczno-energetycznej UE „3x20” o dwa nowe: "4 cel minimum 20-proc. udział przemysłu energooszczędnego i niskoemisyjnego w naszych PKB, europejskim i każdym narodowym" oraz o "5 cel ustabilizowanie, a do roku 2020 obniżenie cen energii o 20 proc."*

2.) http://ec.europa.eu/energy/efficiency/doc/buildings/presentation_general_short.pdf

zużycia energii i 36% emisji CO₂ odpowiadają budynki, zatem poszukiwanie oszczędności energetycznych w budownictwie i kwestie rewitalizacji budynków nabierają kluczowego znaczenia dla procesów podnoszenia efektywności energetycznej. Budynki zużywają 41% całkowitego końcowego zużycia energii w Europie i jest to największy sektor odbiorców końcowych, przed transportem (32%) oraz przemysłem (25%). Końcowe zużycie energii w budynkach wzrasta rokrocznie od 1990 roku o około 1% dla energii cieplnej i 2,4% dla energii elektrycznej. Na poziomie UE budynki mieszkalne stanowią około 76% wszystkich budynków, z czego 65% to domy jednorodzinne. Roczne zużycie energii przypadające na 1 m² dla budynków mieszkalnych na poziomie UE wynosi średnio ok. 220 kWh/m², przy czym jest duża różnica pomiędzy zużyciem w budynkach mieszkalnych (ok. 200kWh/m²) i niemieszkalnych (ok. 300 kWh/m²).

Podnoszenie efektywności energetycznej budynków poprzez działania rewitalizacyjne prowadzi do ograniczenia zmian klimatu, popularyzacji innowacyjnych rozwiązań technologicznych, pobudzenia rozwoju gospodarczego i tworzenia wysokiej jakości miejsc pracy. Działania te wpisują się w unijną strategię Europa 2020, której celem jest inteligentny, czyli oparty o innowacje, zrównoważony i mądrze wykorzystujący zasoby, w tym zasoby naturalne, oraz sprzyjający włączeniu społecznemu rozwój Unii Europejskiej. W dokumentach o charakterze operacyjnym Komisja Europejska przyjęła plany na rzecz efektywności energetycznej³. Przedstawiono w nich szereg narzędzi i środków, obejmujących kompleksowo łańcuch energetyczny, począwszy od wytwarzania poprzez przesył, aż do dystrybucji energii. Komisja zwraca uwagę na takie aspekty procesów poprawy efektywności energetycznej jak:

- wiodąca rola sektora publicznego: administracji publicznej, w tym na szczeblu regionalnym i lokalnym oraz instytucje publiczne, które powinny pełnić wzorcową rolę w zakresie efektywności energetycznej, zwłaszcza budynków i urządzeń;
- przyznanie odbiorcom końcowym, zwłaszcza użytkownikom budynków kompetencji do sterowania własnym zużyciem energii;
- przyjęcie norm emisji CO₂ dla pojazdów we wszystkich rodzajach transportu oraz docelowo do wszystkich rodzajów napędów.

W Decyzji Parlamentu Europejskiego i Rady nr 406/2009/WE z dnia 23 kwietnia 2009 przyjęto założenie, że do 2050 roku, państwa członkowskie UE będą wytwarzały energię elektryczną przy zerowej emisji CO₂. Państwa członkowskie zostały zobowiązane do ustalenia orientacyjnych planów, zawierających docelowe wartości w zakresie efektywności energetycznej. Oczekiwane są badania modelowe, które zaprezentują krajowe możliwości uzyskiwania oszczędności energii, przy wykorzystaniu szeregu narzędzi ekonomicznych i technologicznych. Do narzędzi tych zaliczyć można eksport/import energii i surowców energetycznych, rozwój odnawialnych źródeł energii i energetyki niekonwencjonalnej, w tym energetyki jądrowej, technologie CCS, a także inne innowacyjne metody wytwarzania, przesyłu i dystrybucji energii. Miastom i budynkom przysnaje się zasadniczą rolę w procesach poszukiwania metod na podnoszenie efektywności energetycznej, obniżanie emisji i zrównoważone gospodarowanie zasobami naturalnymi.

Założenia prowadzące do zwiększania efektywności energetycznej znajdują swoje odzwierciedlenie w podstawowych kierunkach Polityki Energetycznej Polski. W Ustawie o efektywności energetycznej z dn.

3) *M.in. Biała Księga Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu, przyjęta komunikatem KOM(2011) 144 z dn. 28.03.2011 r.*

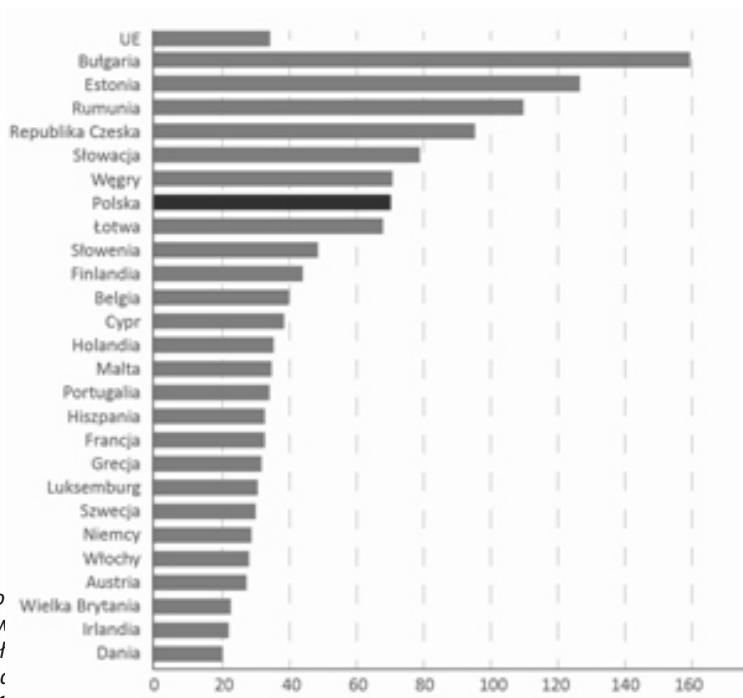
15.04.2011r. ustalono krajowy cel w zakresie oszczędnego gospodarowania energią, wyznaczający uzyskanie do 2016 r. oszczędności energii finalnej w ilości nie mniejszej niż 9% średniego krajowego zużycia tej energii w ciągu roku, przy czym uśrednienie obejmuje lata 2001-2005 i wynosi łącznie 53 452 GWh. Ustawa zobowiązuje Ministra Gospodarki, aby co 3 lata, do dnia 15 maja danego roku, sporządzał i przedstawiał do zatwierdzenia Radzie Ministrów krajowy plan działań, dotyczący efektywności energetycznej na okres do dnia 31 grudnia 2016 r. Pierwszy Krajowy Plan Działań (KPD), dotyczący efektywności energetycznej (National Energy Efficiency Action Plan NEEAP) został przyjęty przez Ministerstwo Gospodarki w czerwcu 2007. Drugi Krajowy Plan Działań, dotyczący efektywności energetycznej dla Polski został przyjęty przez Radę Ministrów w kwietniu 2012 roku. W obu KPD wiele miejsca poświęca się analizie zużycia energii przez budynki mieszkalne, mniejsza uwaga skierowana jest na budynki, wykorzystywane przez sektor gospodarczy⁴.

Rewitalizacja budynków na tle podnoszenia efektywności energetycznej polskiej gospodarki w latach 2000-2013

Efektywność energetyczna rozumiana jest jako ilość energii, zużywanej przez gospodarkę dla uzyskania określonej części PKB (np. w kilogramach paliwa umownego na 1 000 euro dochodu narodowego).

Wykres 1. Energochłonność UE-27 w 2010 roku [kgoe/1 000 EUR]

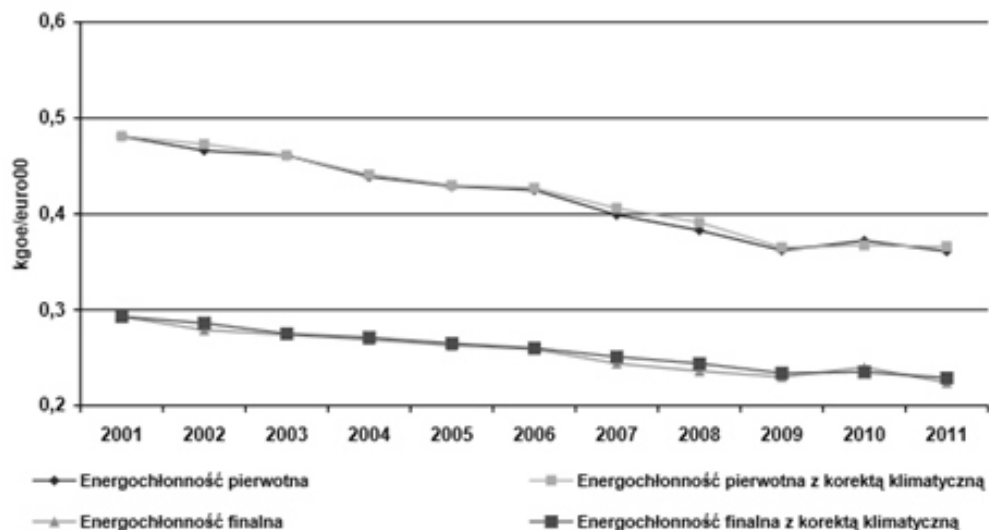
Źródło: Centrum Badań i Innowacji Pro-Akademia



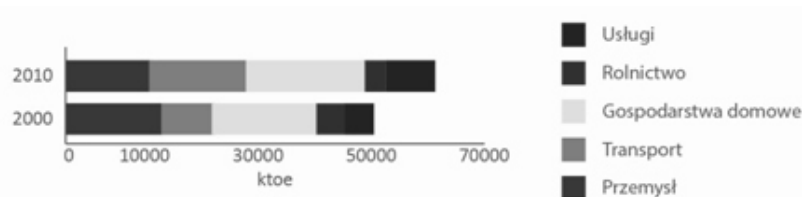
4) Krajowy Plan Działań dotyczący efektywności energetycznej (EEAP) 2007, MG, Warszawa czerwiec 2007, Drugi Krajowy Plan Działania dotyczący efektywności energetycznej (KPD) dla Polski 2011, MG, Warszawa, kwiecień 2011.

Początkowo Polska osiągnęła w tym względzie znaczące tempo redukcji, wynoszące w latach 1995-2005 średniorocznie ponad 4,5%⁵⁾, co dawało Polsce wskaźnik wyższy niż średnia unijna. Jednak w kolejnych latach poprawa wskaźników efektywności energetycznej nie jest tak spektakularna i w roku 2010 na tle krajów Unii Europejskiej kraj zajmował 20 pozycję, jak pokazuje Wykres 1.

Energochłonność polskiej gospodarki została przedstawiona na Wykresach 2 i 3. Możemy zauważyć, że zarówno w kontekście energii pierwotnej, jak i finalnej ma ona stałą tendencję malejącą, aczkolwiek jest to typowe zjawisko dla krajów dokonujących transformacji przemysłowej.



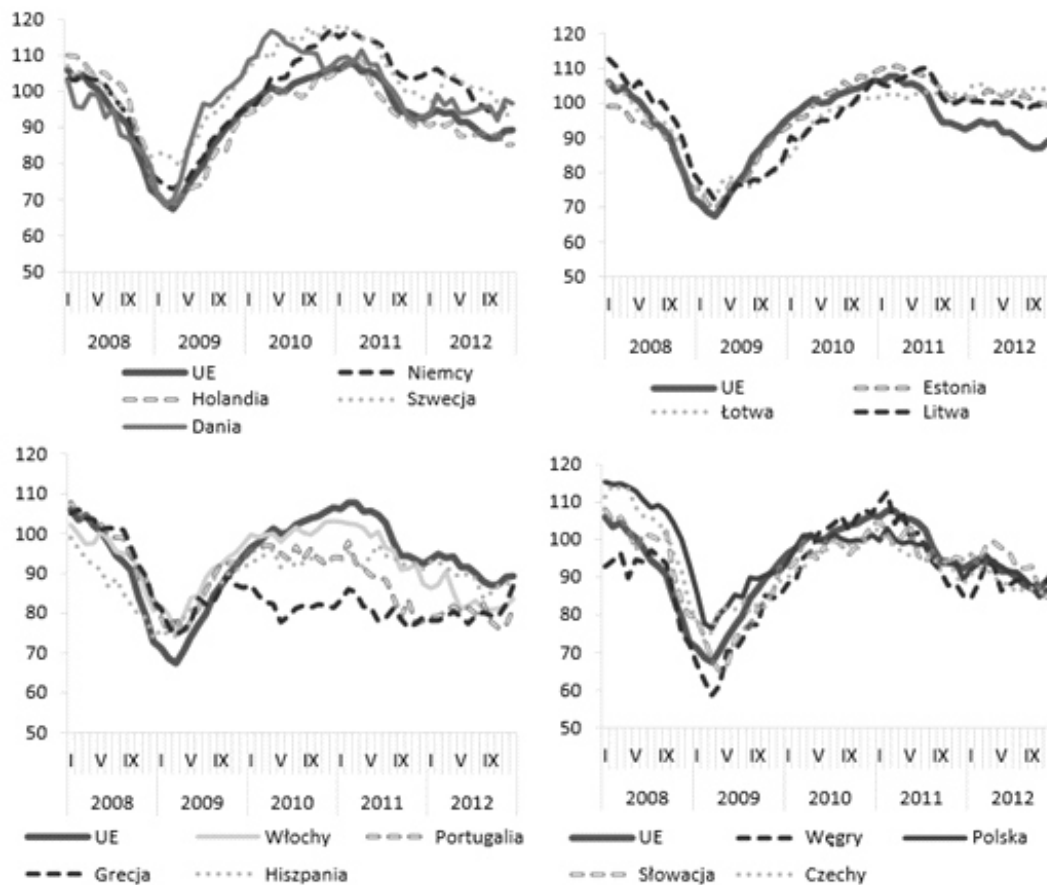
Wykres 2. Energochłonność pierwotna i finalna PKB w Polsce
 Źródło: *Efektywność wykorzystania energii w latach 2001-2011, GUS, 2013*



Wykres 3. Zmiany w zużyciu energii finalnej w Polsce przez sektory
 Źródło: *Centrum Badań i Innowacji Pro-Akademia*

5) *Ministerstwo Gospodarki, Prognoza oddziaływania na środowisko dokumentu „Polityka energetyczna Polski do 2030 r.”, Warszawa, 2009*

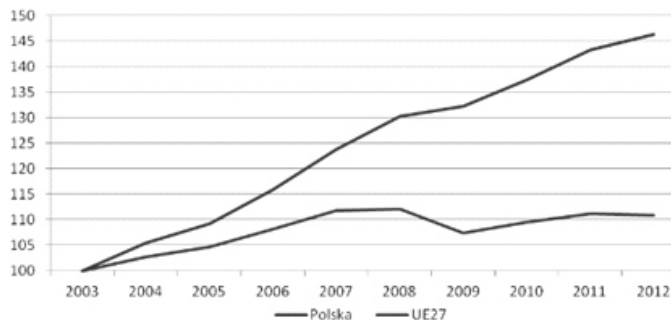
W okresie kończącej się perspektywy finansowej UE na lata 2007-2013 polska gospodarka, w porównaniu do pozostałych państw członkowskich Unii Europejskiej, w najmniejszym stopniu odczuła skutki kryzysu gospodarczego. Według danych Eurostatu w 2012 r. kraje unijne zanotowały spadek PKB o 0,4%. Jak widać na Wykresie 4 i Wykresie 5 największy spadek PKB Unii Europejskiej miał miejsce w połowie 2009 roku. Poważne, lecz przejściowe problemy spadek PKB poniżej średniej unijnej wystąpiły na Węgrzech i Słowacji, jednak stan trwałego, strukturalnego kryzysu utrzymuje się nadal w Grecji, Portugalii i we Włoszech



Wykres 4. Wskaźnik odczuć ekonomicznych (Economic Sentiment Indicator) w Unii Europejskiej i wybranych krajach

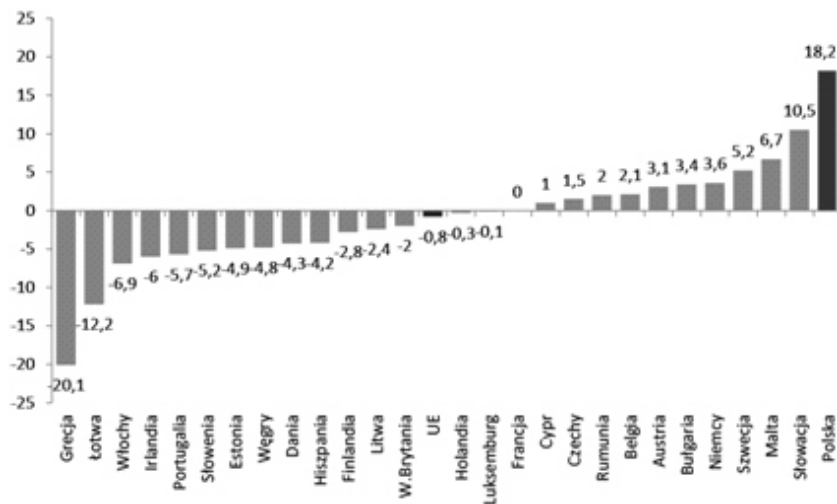
Źródło: Sytuacja makroekonomiczna w Polsce w 2012 na tle procesów w gospodarce światowej, GUS, 2013

Na tym tle polska gospodarka prezentuje się dobrze - kondycja gospodarcza kraju w czasie kryzysu przyspieszyła proces wyrównywania poziomu gospodarczego do średniej unijnej (catching-up). W porównaniu do 2007 r. polski PKB był w 2012 r. większy o 18,2%, co było najlepszym wynikiem w UE-27⁶. Wzrost gospodarczy w 2012 r. wyniósł 1,9% PKB (4,5% w 2011 r.), podczas gdy UE i strefa euro znalazły się w recesji - średni spadek PKB wyniósł tam odpowiednio 0,3% i 0,6%⁷.



Wykres 5. Skumulowany wzrost gospodarczy w Polsce i w UE-27 (PKB w 2003=100)

Źródło: Centrum Badań i Innowacji Pro-Akademia



Wykres 6. Skumulowana zmiana PKB w krajach Unii Europejskiej w latach 2007-2012 (2007=100)

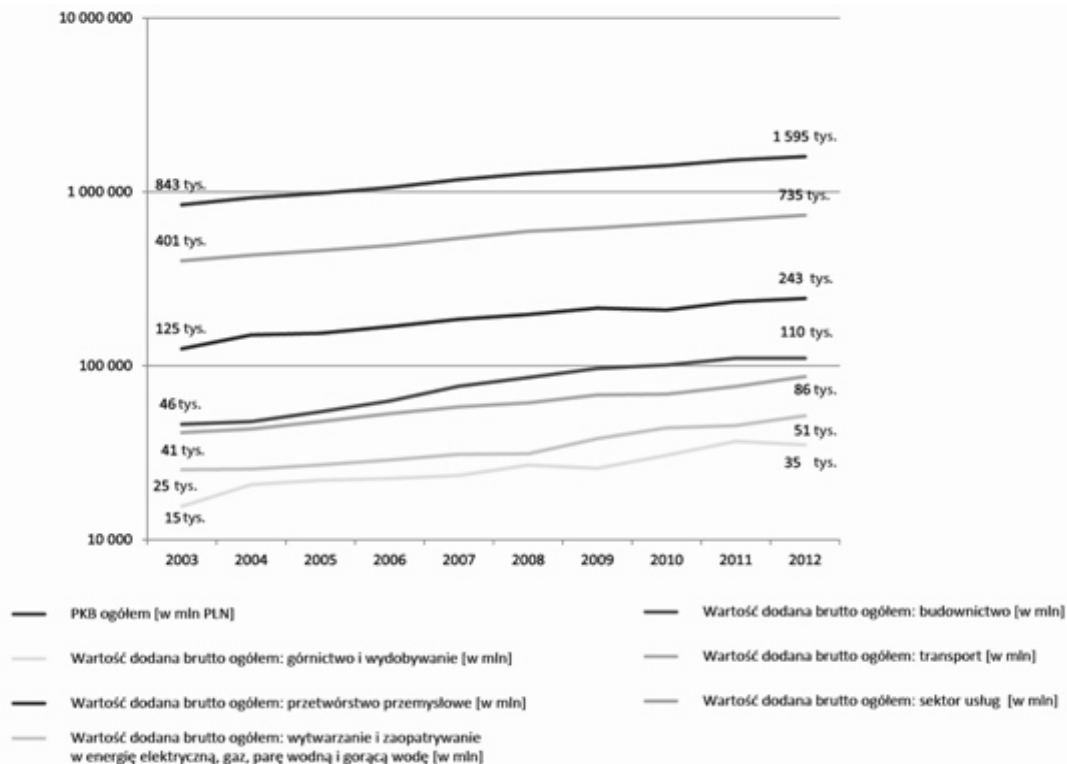
Źródło: Centrum Badań i Innowacji Pro-Akademia

6) Społeczno-gospodarcze efekty członkostwa Polski w Unii Europejskiej (1 maja 2004 - 1 maja 2013), MSZ, 2013

7) GUS w sprawie zaktualizowanego szacunku PKB za lata 2011-2012, Warszawa, kwiecień 2013r.

Szybciej od Polski w 2012 r. rozwijały się jedynie państwa bałtyckie: Łotwa (5,6%), Litwa (3,6%) i Estonia (3,2%). Analiza skumulowanego wzrostu gospodarczego w Polsce w ostatnich 9 latach (Wykres 6 i Wykres 7) wykazuje, że wzrost PKB Polski w okresie 2003-2012 wyniósł 46,3% (w UE-27 10,9%, w strefie euro 9,1%).

Polska gospodarka w latach 2007-2012 osiągnęła najlepsze efekty gospodarcze w Unii Europejskiej, mierzone skumulowanym wskaźnikiem PKB. Jednocześnie jak pokazuje Wykres 7, tempo wzrostu sektora produkcji przemysłowej, transportu i budownictwa w Polsce w okresie objętym budżetem unijnym 2007-2013 jest niższe niż tempo wzrostu sektora usług⁸.



Wykres 7. Produkt Krajowy Brutto w różnych sektorach gospodarki w latach 2007-2012 [PLN]

Źródło: CBI Pro-Akademia na podstawie GUS 2013

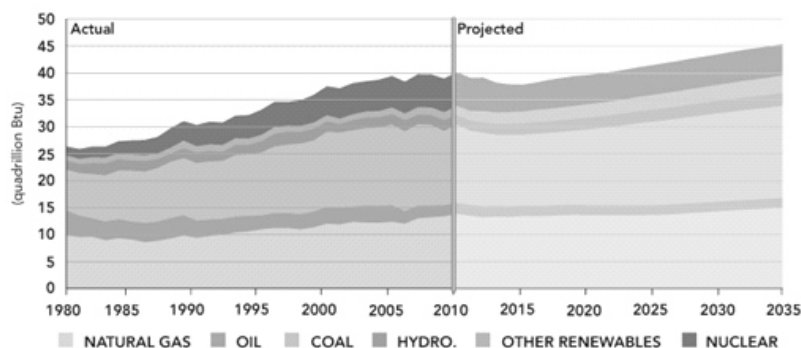
8) Sektor usług rozumiany jest jako: handel; naprawa pojazdów samochodowych, zakwaterowanie i gastronomia, działalność finansowa i ubezpieczeniowa, obsługa rynku nieruchomości, działalność profesjonalna, naukowa i techniczna, administrowanie i działalność wspierająca, edukacja, opieka zdrowotna i pomoc społeczna, działalność związana z kulturą, rozrywką i rekreacją, pozostała działalność usługowa

Wszystkie wskaźniki makroekonomiczne potwierdzają nie tylko dynamiczny wzrost gospodarczy, ale przede wszystkim przemiany technologiczne i jakościowe. Jednocześnie już tylko z faktu przesuwania się gospodarki polskiej w kierunku gospodarki usługowej wynikają pozytywne konsekwencje dla zużycia energii.

Kolejnym czynnikiem determinującym korzystne trendy dla obniżania energochłonności są konieczne i trwające od lat 90. procesy modernizacyjne polskiej gospodarki. Wymieniane technologie, maszyny, urządzenia, narzędzia, samochody są bardziej wydajne energetycznie, nawet jeśli efektywność energetyczna nie jest głównym kryterium wyboru inwestorów. Podobne trendy inwestycyjne obserwowane są w budownictwie i transporcie. Rewitalizacja na tle pozytywnych trendów gospodarczych w Polsce oraz znaczących środków finansowych, zarezerwowanych na te cele w programach finansowanych ze środków europejskich na poziomie krajowym i regionalnym, nabrała strategicznego znaczenia dla rozwoju społeczno-gospodarczego miast. Świadczy o tym 3.538 projektów rewitalizacyjnych, takich jak: rewitalizacja Traktu Książęcego w Słupsku (wartość projektu: ok. 47 mln zł), renowacja zespołu dawnej Kolegiaty Prymasowskiej w Łowiczu (wartość projektu: 31 mln zł), czy rewitalizacja obiektów powojennych przy ul. Warszawskiej w Olsztynie (wartość projektu: ok. 37 mln zł)⁹. W przypadku wielu projektów rewitalizacyjnych budynki stały się swoistymi laboratoriami badawczymi, otwierając drogę dla współpracy nauki i gospodarki, stymulowaniu innowacji i powstawaniu nowych rozwiązań technologicznych, organizacyjnych i społecznych.

Procesy rewitalizacji i optymalizacja zużycia energii w kontekście zabezpieczenia polskiej gospodarki w surowce energetyczne

Aktualnie zabezpieczenie potrzeb energetycznych budynków na świecie i w Unii Europejskiej oparte jest o konwencjonalne surowce energetyczne, co pokazuje wykres 8.



wykres 8. zużycie energii w budynkach wg źródeł energii

Źródło: www.buildingsdatabook.eren.doe.gov

9) <http://www.mapadotacji.gov.pl/projekty/3?wojewodztwo=&powiat=&fundusz=&program=&dzialanie=&beneficjent=&tytul=&lata=&sektor=45>

W przypadku Polski bezpieczeństwo energetyczne budynków opiera się o tzw. ciepło i energię elektryczną systemową, dla której surowcami są głównie węgiel kamienny i brunatny, gaz ziemny i gaz ciekły, drewno, olej opałowy i odnawialne źródła energii.



Wykres 9. Struktura zabezpieczenia budynków w energię w Polsce wg surowców energetycznych, 2012

Źródło: opracowanie własne CBI Pro-Akademia, 2013

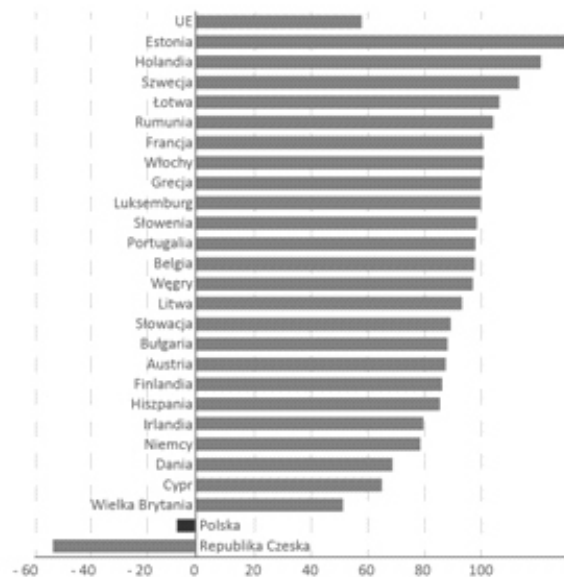
Dostawy energii elektrycznej do budynków pokrywane są w całości z elektrowni zawodowych i przemysłowych, natomiast energia cieplna, poza ciepłem sieciowym, otrzymywana jest ze spalania gazu, oleju opałowego i drewna¹⁰.

Mimo, że gros potrzeb energetycznych budynków zabezpieczanych jest poprzez spalanie krajowego węgla kamiennego i brunatnego, to warto przyrzeć się sytuacji tego i innych surowców energetycznych, decydujących o dostawach energii elektrycznej i ciepła do budynków.

W 2010 roku Polska była jedynym krajem w Unii Europejskiej poza Czechami, który miał 6,5% nadwyżkę podaży węgla nad krajowymi potrzebami, co ilustruje Wykres 4.

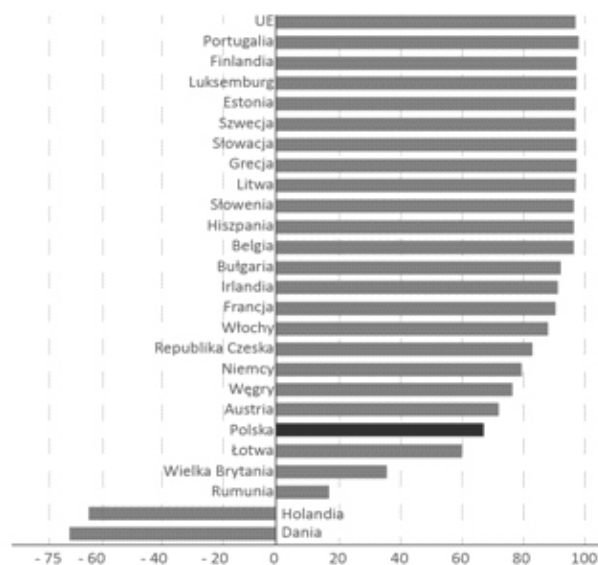
Wykres 10. Zależność energetyczna krajów EU od węgla kamiennego i pochodnych w 2010 roku [%]

Źródło: Centrum Badań i Innowacji Pro-Akademia



10) Autorce nie są znane statystyki przedstawiające aktualne wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w budynkach w Polsce. Brakuje opracowań, które prezentowałyby ilość zamontowanych kolektorów słonecznych, ogniw fotowoltaicznych, pomp ciepła czy mikroinstalacji wiatrowych. Dane wrywkowe można znaleźć jedynie w sprawozdaniach firm handlowych, działających na rynkach określonych rozwiązań technicznych OZE

Trudniejsza sytuacja występuje w odniesieniu do gazu ziemnego. W okresie 2000-2010 wzrosła zależność Polski i innych krajów UE-27 od gazu ziemnego o 13 punktów procentowych z 48,9% w 2000 r. do 62,4% w 2010 r. Wśród państw członkowskich, jedynie Dania i Holandia są poważnymi eksporterami netto. Wielka Brytania, będąca eksporterem netto do 2003 roku, od roku 2004 stała się importerem netto gazu ziemnego. Polska jest importerem gazu ziemnego i jej uzależnienie wynosiło w roku 2010 69,7%. W okresie od 2000 do 2011 roku nastąpił wzrost zużycia gazu ziemnego o ponad 105%, z wielkości 1,18 mln ton do 2,43 mln ton, import gazu płynnego wzrósł o ponad 120%, a produkcja krajowa o 50%. Wobec rosnącego znaczenia gazu ziemnego dla polskiej gospodarki, w tym dla sektora energetycznego szacuje się, udział gazu ziemnego wyniesie co najmniej 15% w polskim mixie energetycznym.



Wykres 11. Zależność energetyczna krajów EU od gazu ziemnego w 2010 roku [%]

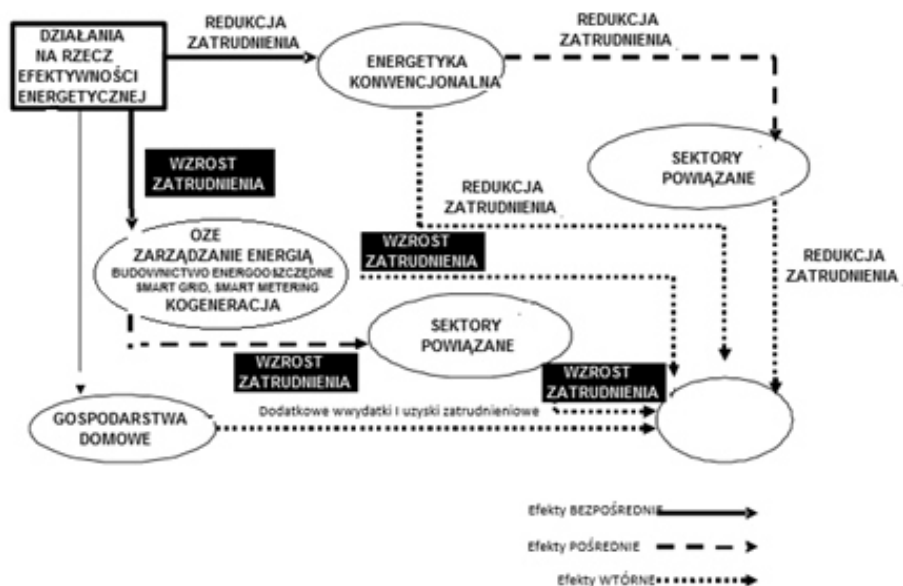
Źródło: Centrum Badań i Innowacji Pro-Akademia

Jeśli wziąć pod uwagę fakt, że sektor energetyki zawodowej jest obecnie jedynym dostawcą energii elektrycznej dla budynków, to kwestii optymalizacji wykorzystania gazu ziemnego i oleju opałowego jako paliw energetycznych w kontekście wysokiego uzależnienia Polski od importu tych surowców powinny wpłynąć na procesy rewitalizacji. Zastępowanie nieefektywnych urządzeń grzewczych opalanych gazem lub olejem opałowym podczas procesów renowacyjnych ma znaczenie nie tylko z punktu widzenia podnoszenia efektywności energetycznej, ale także z uwagi na konieczność ograniczania importu tych surowców.

Skutki procesów rewitalizacyjnych i podnoszenia efektywności energetycznej dla rynku pracy

Działania zmierzające do podnoszenia efektywności energetycznej przekładają się na pozytywne zmiany na rynku pracy. W sposób bezpośredni wpływają na tworzenie nowych miejsc pracy w sektorach takich jak: energetyka oparta o odnawialne źródła energii, energetyka rozproszona, budownictwo energooszczędne, sektory automatyki

i zarządzania energią, smart grid i smart metering. Pośrednio działania pro-efektywnościowe oddziałują na wszystkie dziedziny gospodarki, które dostarczają materiały i usługi dla wyżej wymienionych sektorów. Negatywny, bezpośredni wpływ na zatrudnienie w Polsce może pojawić się w sektorze energetycznym, aczkolwiek branża energetyczna jest sektorem najlepiej przygotowanym do przechodzenia na gospodarkę niskoemisyjną¹¹. Zmniejszanie liczby zatrudnionych w energetyce w Polsce dokonuje się od wielu lat, jednak nie ma to bezpośredniego związku z oszczędnościami energetycznymi w gospodarce, lecz wynika ze stosunkowo niskiej produktywności pracy w sektorze¹². Jednocześnie można oczekiwać wtórnego wpływu działań, związanych z oszczędzaniem energii i budowaniem gospodarki niskoemisyjnej na rynek pracy. Dzięki oszczędnościom wynikającym ze zmniejszenia zużycia energii i dodatkowej konsumpcji, generowanej przez płace w nowopowstałych miejscach pracy, zwiększy się dyspozycyjny dochód rodzin, który będzie generował kolejne dodatkowe, związane z nim korzyści w obrębie rynku pracy (efekty indukowane).



Rysunek 12. Efekty bezpośrednie, pośrednie i wtórne działań na rzecz efektywności energetycznej na rynku pracy

Źródło: CBI Pro-Akademia, na podstawie Raportu „Wpływ na rynek pracy programu głębokiej modernizacji energetycznej budynków w Polsce”, European Climate Foundation Tournooiveld 4 Den Haag, The Netherlands, 2012

- 11) Sytuacja na rynku pracy województwa mazowieckiego w kontekście zmiany gospodarczej i zagrożenia problemem Carbon Leakage, raport z badania: Bioenergia dla Regionu, Badanie zarządzania zmianą gospodarczą, CBI Pro-Akademia, luty 2012
 12) Bukowski M., Iga M., Marć Ł., Zawistowski J., „Źródła i perspektywy wzrostu produktywności w Polsce”, IBS, 2006

Produktywność kapitału jest różna w zależności od poziomu rozwoju gospodarczego kraju i wysokości PKB. Im wyższy poziom rozwoju gospodarczego i zaawansowania technologicznego kraju, tym mniej miejsc pracy powstaje z inwestycji równoważnej 1 mln stosowanej waluty. Dla krajów wysokorozwiniętych (PKB na mieszkańca powyżej 90% średniej unijnej) nakłady w wysokości 1 mln Euro na zaoszczędzenie 1 MWh generują pozytywny wpływ na wyniki zatrudnienia netto, które wynoszą nie mniej niż 10, do ok. 30 miejsc pracy. w przypadku krajów, których PKB na mieszkańca jest poniżej 75% średniej unijnej, w tym Polski, można spodziewać się wpływu inwestycji na podniesienie efektywności energetycznej w wysokości 1 mln Euro na powstanie nawet do 70 miejsc pracy¹³. Prognozuje się przyrost miejsc pracy w obszarze usług związanych z efektywności energetyczną, budownictwem energooszczędnym i prowadzonymi procesami rewitalizacyjnymi zwłaszcza w firmach typu ESCO, świadczących kompleksowo tego typu usługi. Mimo, że rynek pracy w formule ESCO w Polsce nie został dostatecznie szczegółowo zbadany, to powołując się na opracowanie Instytutu Ekonomii Środowiska z marca 2012 oraz podane w nim szacunkowe roczne obroty rynku ESCO na poziomie do 100 mln PLN rocznie i spodziewane prywatne inwestycje firm ESCO w granicach 100 - 300 mln PLN rocznie, można spodziewać się wzrostu liczby miejsc pracy z uwagi na rozwój formuły ESCO na poziomie od 14.000 do 28.000 miejsc pracy rocznie. Formuła ESCO bardzo dobrze wpisuje się w działania modernizacyjne i rewitalizacyjne, powiązane z oszczędnościami energetycznymi w budynkach, a zatem powyższe szacunki dla rozwoju rynku pracy w oparciu o ESCO odnoszą się również do rozwoju rynku pracy dzięki rewitalizacji.

Prowadzenie działań rewitalizacyjnych i wdrażanie nowatorskich rozwiązań technologicznych i organizacyjnych, które mają na celu poprawę efektywności energetycznej budynków wiąże się nie tylko z wymiernymi finansowymi korzyściami i oszczędnością energii, ale stymuluje wzrost konkurencyjności i innowacyjności całej gospodarki, wszystkich jej sektorów. Procesy rewitalizacyjne i podnoszenia efektywności energetycznej będą sprzyjać pozytywnym zmianom na rynku pracy - powstawaniu całkiem nowych specjalności wytwórczych, podniesieniu na wyższy poziom zaawansowania dotychczasowych kwalifikacji oraz konieczność przekwalifikowania w zawodach robotniczych w sektorze budownictwa. Spodziewane są zmiany w sektorze B+R, zarówno w instytutach naukowo-badawczych, jak i w szkołach wyższych. W związku ze zmianami demograficznymi konieczne będzie większe otwarcie się środowisk akademickich na współpracę z gospodarką, w tym sektorem mieszkalnictwa i sektorem usług dla budownictwa. Ewolucjom na rynku pracy w budownictwie w kierunku wyższej wiedzochłonności i bardziej efektywnego wykorzystywania zasobów naturalnych będzie sprzyjać wsparcie finansowe z funduszy strukturalnych, funduszu spójności i programu Horyzont 2020 w ramach perspektywy unijnej 2014-2020.

Celem polityki zatrudnienia dla całej UE w ramach Strategii Europa2020 jest osiągnięcie wskaźnika zatrudnienia w roku 2020 na poziomie 75% dla grupy wiekowej 20-64 lata. Cel Polski 71%, podczas gdy w roku 2012 wskaźnik ten wynosił 65,4%. Największych zmian, związanych z podnoszeniem efektywności energetycznej należy spodziewać się w branżach powiązanych z budownictwem. Prognoza zmian na rynku pracy w związku z procesami zwiększania efektywności energetycznej została zbudowana dla trzech scenariuszy, bazujących na przedsięwzięciach termomodernizacyjnych, zgodnie z założeniami, które pokazuje Tabela 1.

13) Raport pt. Wpływ na rynek pracy programu głębokiej modernizacji energetycznej budynków w Polsce, European Climate Foundation Tournooiveld 4 Den Haag, The Netherlands, 2012

Tabela 1. Prognoza zmian na rynku pracy w związku z programem modernizacji i rewitalizacji

Nazwa	Scenariusz	Tempo modernizacji	Rodzaje modernizacji	Przewidywane ukończenie
S-BAZOWY	Bazowy scenariusz odniesienia, przy obecnych subsydiach	3% modernizacji budynków niezmodernizowanych w roku 2010 -25 mln m ² lub 310,000 mieszkań rocznie	Zwykła (Business as usual) termorenowacja	33 lata
S-GŁĘBOKI 1	Głęboka modernizacja przy małym tempie wdrażania	1,5% - 16 mln m ² lub 195,000 mieszkań rocznie	Głęboka modernizacja	68 lat
S-GŁĘBOKI 2	Głęboka modernizacja przy średnim tempie wdrażania	2,5% - 26 mln m ² lub 320,000 mieszkań rocznie	Głęboka modernizacja	42 lata
S-GŁĘBOKI 3	Głęboka modernizacja przy szybkim tempie wdrażania	3,5% - 36 mln m ² lub 450,000 mieszkań rocznie	Głęboka modernizacja	31 lat
S-SUB	Sub-optimalna modernizacja przy średnim tempie wdrażania	3% modernizacji budynków niezmodernizowanych w roku 2010 36 mln m ² lub 310,000 mieszkań rocznie	Sub-optimalna modernizacja	33 lata

Źródło: Raport pt. Wpływ na rynek pracy programu głębokiej modernizacji energetycznej budynków w Polsce, European Climate Foundation Tournooiveld 4 Den Haag, The Netherlands, 2012

Wpływ działań, związanych z poszukiwaniem oszczędności energetycznych w budownictwie poprzez prowadzenie prac rewitalizacyjnych dla sektora "Energii elektrycznej, gazu, pary i gorącej wody" pokazuje Tabela 2.

Tabela 2 Prognoza dla rynku pracy w Polsce na rok 2020, z uwzględnieniem bezpośrednich, pośrednich i wtórnych skutków działań modernizacyjnych i rewitalizacyjnych

W tysiącach etatów *	Scenariusz bazowy	Scenariusz głęboki 1	Scenariusz głęboki 2	Scenariusz głęboki 3	Scenariusz optymalny
Rolnictwo, łowiectwo, leśnictwo i rybołówstwo	1,3	4,0	6,6	9,3	2,7
Górnictwo i kopalnictwo	-1,2	-0,7	-1,0	-1,5	-1,5
Produkcja	6,6	20,1	33,5	46,9	13,6
Zaopatrzenie w energię elektryczną, gaz i wodę	-3,7	-4,0	-6,5	-9,1	-5,2
Budownictwo	11,6	32,2	53,7	75,2	22,9
Handel hurtowy i detaliczny, restauracje i hotele	1,5	4,5	7,6	10,6	3,0
Transport, gospodarka magazynowa i łączność	0,8	2,8	4,7	6,5	1,8
Finanse, ubezpieczenia, nieruchomości i usługi dla biznesu	1,2	4,3	7,2	10,1	2,7
Wspólnoty, usługi socjalne i osobowe	7,3	23,5	39,3	55,0	15,5
Całkowite wpływy na zatrudnienie netto w 2020 roku, wszystkie sektory	25,4	86,8	145,0	203,1	55,5

* Etat rozumiany jest jako FTE (Full Time Employment)

Źródło: Wpływ na rynek pracy programu głębokiej modernizacji energetycznej budynków w Polsce, European Climate Foundation Tournooiveld 4 Den Haag, The Netherlands, 2012

Tabela 2 pokazuje negatywne skutki oszczędności energetycznych, wynikające z przeprowadzenia termomodernizacji i rewitalizacji dla poziomu zatrudnienia w sektorze energetycznym w 2020 roku. Wielkość bezwzględna jest znacznie mniejsza niż pozytywne skutki w przemyśle, budownictwie, transporcie i usługach. Jednak z uwagi na mniejszą pracochłonność w polskim sektorze energetycznym, nie ma większego powodu do obaw o pojawienie się problemów społecznych, które mogłyby być następstwem procesów rewitalizacyjnych, obniżenia popytu na energię elektryczną i ciepłą w budynkach, a tym samym większych redukcji zatrudnienia. Jeśli nawet redukcja zatrudnienia w energetyce konwencjonalnej i usługach zaopatrzenia w energię elektryczną, gaz i wodę przy realizacji najbardziej ambitnego programu rewitalizacji wyniosłaby około 10,6 tys. miejsc pracy, to z łatwością etaty te można odbudować w sektorze przemysłu, gdzie prognozuje się wzrost na poziomie 46,9 tys. etatów lub w sektorze usług, gdzie wzrost będzie największy i wyniesie 55 tys. nowych miejsc pracy. Wyniki pokazują, że tworzenie miejsc pracy netto występuje w każdym scenariuszu. Najmniejsze pozytywne skutki dla rynku pracy występują w scenariuszu bazowym Business as Usual, czyli przy założeniu, że działania rewitalizacyjne i proefektywnościowe prowadzone są przy obecnie obowiązujących zasadach i w dotychczasowym tempie. Jeżeli ekstrapolować prognozę zmian w kierunku oszczędności energii w sektorze budownictwa na pozostałe dziedziny gospodarcze, a zwłaszcza na transport, przemysł i usługi, przyjmując jako punkty odniesienia wskaźniki, uzyskane w omawianym wyżej badaniu, to można spodziewać się jeszcze większej ilości pozytywnych zmian na rynku pracy w Polsce w wyniku procesów rewitalizacyjnych.

Podsumowanie

Pozytywne trendy rozwojowe na przestrzeni ostatnich lat w polskiej gospodarce przyczyniają się do wzmocnienia procesów wymiany wysokoemisyjnych i energochłonnych technologii i sprzyjają modernizacji i rewitalizacji budynków. Kapitałne znaczenie dla podnoszenia efektywności energetycznej gospodarki ma racjonalizacja zużycia energii przez największego jej konsumenta czyli budynki. Procesy rewitalizacyjne mogą pozytywnie wpłynąć na budowanie niezależności energetycznej Polski, a jednocześnie są szansą na poprawę innowacyjności i zmiany na rynku pracy w kierunku budowania gospodarki usługowej.

Jednocześnie w zdiagnozowanych obszarach problemowych tkwią możliwości rozwojowe nie tylko dla sektora budownictwa, lecz dla wielu branż powiązanych z tym sektorem.

Abstract

This article attempts to present the macroeconomic aspects of the revitalization processes in the context of changes in the world market of energy resources, protecting the needs of residents and users of the buildings. Correlation has been found between economic development, dependence on imports of energy resources and the quality of the processes of revitalization. It also noted the relationship between revitalization, energy efficiency, innovations and transformation in the labor market. Simultaneously diagnosed the problem areas were treated as development opportunities not only for the construction sector, but for many industries related to this sector.

Keywords: climate action, energy efficiency, revitalization, optimization of energy consumption, labor market

Dr Leszek Karski
Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie

7. Zagadnienia prawne w procesie rewitalizacji budynków publicznych zgodnie z kryteriami zrównoważonego rozwoju

Legal aspects of the process of public buildings revitalization in accordance with sustainability criteria

STRESZCZENIE

Przedmiotem analiz są prawne aspekty rewitalizacji budynków publicznych. W pierwszej części przedstawiono analizę używanej terminologii dotyczącej rewitalizacji i wynikające z niej konsekwencje. Rozważania w tym zakresie odnoszą się do: języka prawnego, języka polityki oraz ogólnego i sektorowego pojmowania rewitalizacji. W drugiej części omówiono wybrane zagadnienia związane z terminologią dotyczącą rewitalizacji budynków, ze szczególnym uwzględnieniem budynków publicznych. Następnie podjęto zagadnienie postanowień prawa Unii Europejskiej. Czwarta część stanowi omówienie polskich aktów strategicznych w zakresie rewitalizacji. Dalsze rozważania poświęcono prawnym zagadnieniom dotyczącym planowania i procesu inwestycyjnego dotyczącego rewitalizacji. Artykuł kończy się krótką refleksją na temat perspektyw i korzyści z rozwoju regulacji w zakresie rewitalizacji w Polsce.

Słowa kluczowe: prawo budowlane, prawo energetyczne, prawo klimatyczne, rewitalizacja, efektywność energetyczna, zrównoważony rozwój

Wstęp

Wyzwania środowiskowo-gospodarczo-społeczne postawione przed obecnym pokoleniem mają dominujący wpływ na politykę publiczną w zakresie rewitalizacji (odnowy) budynków w państwach wysokorozwiniętych. Przenikanie się strategii i regulacji klimatycznych z energetycznymi nie kończy procesu integracji różnych obszarów, dotychczas rozwijanych w znacznej izolacji. Po włączeniu do prawa energetycznego istotnych zasad prawa środowiskowego nadszedł czas, aby cele gospodarowania energią zostały uwzględnione w przepisach prawa budowlanego oraz prawa gospodarowania nieruchomościami budynkowymi. Zwłaszcza, że państwa, poza kwestiami podaży, coraz większą uwagę skupiają również na zagadnieniach zarządzania potrzebami energetycznymi [1]. Działania publiczne są podejmowane zarówno w celu zmniejszenia negatywnego wpływu na klimat, jak i w celu redukcji zależności w zakresie energetyki od nacisków i zagrożeń płynących od państw. Jednocześnie polityka publiczna ma być prowadzona w duchu większej przejrzystości i przewidywalności dla konsumentów oraz niższych kosztów funkcjonowania państwa.

Przedmiotem niniejszego artykułu jest refleksja nad aspektem prawnym zagadnienia rewitalizacji, a zwłaszcza odniesienie koncepcji rewitalizacji do zastanej terminologii prawa. Szczególnymi aspektami, które budzą zainteresowanie, są kwestia budynków publicznych i prawna ścieżka postępowania, która realizowałaby konstytucyjną zasadę zrównoważonego rozwoju. Z tego względu należy uznać za uzasadniony fakt, że zagadnienie rewitalizacji jest ściśle wkomponowane w kwestie rozwojowe, na co wskazują polskie akty prawne i strategiczne. Dla prawodawcy unijnego rewitalizacja budynków w zakresie efektywności energetycznej jest jednym z kluczowych obszarów racjonalizacji zużycia energii. Również na poziomie globalnym, w kontekście postanowień Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu oraz Protokołu z Kioto, znaczenie rewitalizacji budynków należy odnieść do ogólnosiwiatowego celu, jakim jest zwiększenie efektywności energetycznej. Jednocześnie nie można zapominać, iż rewitalizacja budynków wpisuje się w wiele celów milenijnych [2]. W niniejszej pracy kwestia efektywności energetycznej jest wątkiem dominującym. Warto zarazem mieć na względzie, że za procesem rewitalizacji kryje się znacznie więcej wartości i korzyści o charakterze lokalnym niż tylko efektywność energetyczna. Obecnie, zgodnie z odpowiednimi regulacjami unijnymi, negatywna ocena dotychczasowego planu gospodarowania energią w danym budynku (albo najczęściej braku takowego) stanowi zwykle najdonioślejszą przyczynę podejmowania problemu rewitalizacji. Omawiane zagadnienia współtworzą podstawy zrównoważonego rozwoju⁽¹⁾ oraz ładu przestrzennego⁽²⁾.

Pojęcie rewitalizacji w zakresie regulacji

Kwestia rewitalizacji budynków jest podejmowana w rzeczywistości społeczno-gospodarczej coraz częściej. Ma to wpływ zarówno na krajowego, jak i unijnego prawodawcę, dlatego w języku prawnym pojawiają się systematycznie odpowiednie odniesienia i terminy. Następuje to bezpośrednio przez użycie pojęcia rewitalizacja czy jego synonimów, takich jak rehabilitacja istniejącej zabudowy i infrastruktury technicznej, bądź pośrednio w odniesieniu do funkcji budynku, jego efektywności energetycznej oraz modernizacji i renowacji budynku⁽³⁾. Termin podstawowy rewitalizacja coraz częściej pojawia się w treści aktów prawnych. Można stąd wnioskować, że jego znaczenie ma coraz donioślejszą wagę w sensie regulacyjnym. Dokonanie analizy użycia wspomnianego pojęcia w tekstach prawnych, wymaga przytoczenia definicji stosowanych zarówno w ogólnej odmianie języka polskiego, jak i w specjalistycznym języku sektorowym. Mają one istotny wpływ również na język stosowany w prawodawstwie.

Na podstawie dostępnego w wersji elektronicznej Słownika języka polskiego [6] należy zauważyć, że omawianemu pojęciu przypisuje się trzy znaczenia, takie jak:

- 1) *Zrównoważony rozwój [3] należy rozumieć jako taki, w którym następuje proces integrowania działań politycznych, gospodarczych i społecznych, z jednoczesnym zachowaniem równowagi przyrodniczej oraz trwałości podstawowych procesów przyrodniczych, który ma na celu zagwarantowanie możliwości zaspokajania podstawowych potrzeb poszczególnych społeczności lub obywateli zarówno obecnego pokolenia, jak i przyszłych.*
- 2) *Ład przestrzenny [4] należy rozumieć jako takie ukształtowanie przestrzeni, które tworzy harmonijną całość oraz uwzględnia w uporządkowanych relacjach wszelkie uwarunkowania i wymagania funkcjonalne, społeczno-gospodarcze, środowiskowe, kulturowe oraz kompozycyjno-estetyczne.*
- 3) *Należy podkreślić, że w literaturze przedmiotu wskazuje się, że rewitalizacji nie należy utożsamiać z remontem czy modernizacją [5].*

- odbudowa zniszczonych budynków lub dzielnic miasta,
- przywrócenie młodego wyglądu za pomocą zabiegów kosmetycznych,
- przywrócenie aktualności dawnym, przebrzmiałym ideom lub poglądom.

Odnoszenie tego terminu do budynków jest zgodne z ogólnym językiem polskim, pomimo że w praktyce aktów strategicznych i prawnych najczęściej temu pojęciu nadaje się znacznie bardziej kompleksowy zakres i odnosi je do dużo rozleglejszych przestrzennie koncepcji aniżeli pojedynczy budynek. Najczęściej przytaczana definicja specjalistyczna, przyjęta przez Komitet Naukowy Projektu Instytutu Rozwoju Miast w dniu 15 lutego 2008r., brzmi: „Rewitalizacja jest to skoordynowany proces, prowadzony wspólnie przez władzę samorządową, społeczność lokalną i innych uczestników, będący elementem polityki rozwoju i mający na celu przeciwdziałania degradacji przestrzeni zurbanizowanej, zjawiskom kryzysowym, pobudzanie rozwoju i zmian jakościowych, poprzez wzrost aktywności społecznej i gospodarczej, poprawę środowiska zamieszkania oraz ochronę dziedzictwa narodowego, przy zachowaniu zasad zrównoważonego rozwoju”.

Na potrzeby języka aktów strategicznych, wydanych na podstawie art. 35 ust. 3 pkt. 11 Ustawy z dnia 6 grudnia 2006r. o zasadach prowadzenia polityki rozwoju [7], należy przywołać definicję zamieszczoną w Wytycznych Ministra Rozwoju Regionalnego w zakresie programowania działań dotyczących mieszkalnictwa. Zgodnie z nią „rewitalizacja to kompleksowy, skoordynowany, wieloletni, prowadzony na określonym obszarze proces przemian przestrzennych, technicznych, społecznych i ekonomicznych, inicjowany przez samorząd terytorialny (głównie lokalny) w celu wyprowadzenia tego obszaru ze stanu kryzysowego, poprzez nadanie mu nowej jakości funkcjonalnej i stworzenie warunków do jego rozwoju, w oparciu o charakterystyczne uwarunkowania endogeniczne” [8].

Ostatnia z przywołanych definicji stała się podstawą do stworzenia definicji legalnej, którą umieszczono w prawie polskim. W art. 21 ust. 3 Ustawy z dnia 6 grudnia 2006r. o zasadach prowadzenia polityki rozwoju określono delegację dla właściwego ministra lub ministra właściwego do spraw rozwoju regionalnego do wydania rozporządzenia w zakresie programów operacyjnych, w ramach których zarząd województwa pełni funkcję instytucji zarządzającej lub instytucji pośredniczącej. Upoważniony organ powinien określić szczegółowe przeznaczenie, warunki i tryb udzielania pomocy spełniającej przesłanki określone w art. 87 ust. 1 Traktatu ustanawiającego Wspólnotę Europejską⁴ albo pomoc de minimis, mając zwłaszcza na uwadze konieczność zapewnienia zgodności udzielanej pomocy z warunkami jej dopuszczalności, w przypadku gdy odrębne przepisy nie określają szczegółowych warunków i trybu udzielania tej pomocy. Dnia 9 czerwca 2010r. Minister Rozwoju Regionalnego, na podstawie przywołanej ustawy, wydał rozporządzenie w sprawie udzielania pomocy w ramach regionalnych programów operacyjnych. W tym akcie wykonawczym w § 2 pkt. 6 prawodawca uznał, że przez rewitalizację należy rozumieć kompleksowy, skoordynowany, wieloletni proces przemian przestrzennych, technicznych, społecznych i ekonomicznych prowadzony na obszarze zdegradowanym, który inicjuje jednostka

4) Art. 87 otrzymał oznaczenie art. 107 dnia 1 grudnia 2009r. na podstawie art. 5 Traktatu z Lizbony zmieniającego Traktat o Unii Europejskiej i Traktat ustanawiający Wspólnotę Europejską (Dz.Urz. UE. z 2007 r., nr 306, s. 1), a Traktat ustanawiający Wspólnotę Europejską otrzymał tytuł Traktatu o Funkcjonowaniu Unii Europejskiej.

samorządu terytorialnego w celu wyprowadzenia tego obszaru ze stanu kryzysowego, w szczególności przez nadanie mu nowej jakości funkcjonalnej i stworzenie warunków do jego rozwoju, na podstawie charakterystycznych uwarunkowań endogenicznych. Mając na uwadze istotne znaczenie definicji rozporządzenia, warto jednak pamiętać, że w § 2 prawodawca ograniczył jej zastosowanie do treści rozporządzenia. Oznacza to, że brakuje w prawie polskim definicji ustawowej, która miałaby ogólne zastosowanie do zagadnienia rewitalizacji rozproszonego w różnych aktach prawa. Ponadto zwykle akty te nie odwołują się do tak małych punktów przestrzennych jak budynki⁵.

Ponadto warto zauważyć, że prawodawca unijny nie używa terminu rewitalizacja, lecz pojęć modernizacja bądź kompleksowa modernizacja. Oznacza to, że w szeroko pojmowanej polityce publicznej, zwłaszcza na styku prawa UE i prawa polskiego, występuje niezwykła różnorodność pojęciowa, co znacząco utrudnia odnoszenie się do konkretnego zagadnienia rewitalizacji. Niezbędna w pewnym momencie może okazać się standaryzacja terminologiczna.

Rewitalizacja budynków publicznych

Biorąc pod uwagę powyższe definicje oraz zawężając zakres rewitalizacji do nieruchomości budynkowej, należałoby uznać, że rewitalizacja budynku jest to kompleksowy, skoordynowany i prowadzony w określonym budynku proces przemian przestrzennych, technicznych, społecznych i ekonomicznych, które mają na celu wyprowadzenie tego budynku ze stanu kryzysowego przez nadanie mu nowej jakości funkcjonalnej i stworzenie warunków do jego rozwoju, w oparciu o charakterystyczne uwarunkowania endogeniczne.

Znacznie konkretniej zdefiniować można budynek, do którego w niniejszej pracy jest odnoszony proces rewitalizacji. Na gruncie sprecyzowanego i znacznie rozwiniętego prawa regulującego proces budowlany, zgodnie z art. 3 pkt. 2 ustawy dotyczącej prawa budowlanego [10], prawodawca przedstawił odpowiednią definicję. Budynek to obiekt budowlany trwale związany z gruntem, wydzielony z przestrzeni za pomocą przegród budowlanych oraz posiadający fundamenty i dach. Ze względu na zakres legalnej definicji obiekty budowlane, które nie są budynkami, nie zostaną poddane analizie w niniejszej pracy. Sądy wielokrotnie [11][12] dookreślały pojęcie obiektu, który uznaje się za budynek, wskazując jednocześnie, jakie konstrukcje nie wypełniają definicji ustawowej. Przykładowo w wyroku Wojewódzkiego Sądu Administracyjnego w Białymstoku z dnia 23 października 2008r. można przeczytać: „Obiekt budowlany zaprojektowany (wykonany) bez przegród zewnętrznych, fundamentów bądź dachu lub niezwiązany trwale z gruntem nie odpowiada określonym w art. 3 pkt. 2 prawa budowlanego warunkom i w związku z tym nie może być uznany za budynek” [13]. Oznacza to, że nie można uznać za budynek m.in. kiosków ulicznych, kontenerów czy pawilonów sprzedaży ulicznej. W podobny sposób orzekł Naczelny Sąd Administracyjny w wyroku z dnia 22 grudnia 2011r. Uznano w nim, że „zawarta w art. 3 pkt. 2 prawa budowlanego definicja budynku także zawiera warunek trwałego związania takiego obiektu budowlanego z gruntem, w przeciwieństwie do określonej w art. 3 pkt. 5 Ustawy z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane definicji tymczasowego obiektu budowlanego, który jest obiekt budowlany przeznaczony do czasowego użytkowania, przewidziany do przeniesienia w inne miejsce lub do

5) *Jest to odzwierciedlenie [9].*

rozbiórki, a także obiekt budowlany niepołączony trwale z gruntem, jak: strzelnice, kioski uliczne, pawilony sprzedaży ulicznej i wystawowej, obiekty kontenerowe. Mimo widocznego braku konsekwencji ustawodawcy w definiowaniu rozważanych pojęć nie budzi jednak wątpliwości konstatacja, że konieczną cechą budowli, zarówno w rozumieniu prawa budowlanego, jak i w rozumieniu ustawy o podatkach i opłatach lokalnych, jest trwałe połączenie takiego obiektu z gruntem w przeciwieństwie do tymczasowego obiektu budowlanego, który trwale połączony z gruntem nie jest i za który uważa się, między innymi, pawilony sprzedaży ulicznej i wystawowej oraz „obiekty kontenerowe”. Warto jeszcze dodać, że termin budynek z reżimu budowanego jest synonimem pojęcia budynek z reżimu prawa cywilnego, zgodnie z art. 46 Kodeksu cywilnego [14], z zastrzeżeniem, że w dorobku prawa cywilnego jest określanym terminem nieruchomości budynkowej [15].

Odniesienie pojęcia rewitalizacja do budynku wskazuje, że podstawową wagę podczas rozważań przypisuje się reżimowi prawa budowlanego, w którym niestety nie pojawił się termin rewitalizacja. Jedynie na podstawie logicznych powiązań można uznać, że w treści ustawy dotyczącej prawa budowlanego znajduje się podstawowy z punktu widzenia użyteczności reżimu prawa budowlanego termin, który jest jednym z istotnych elementów definicji rewitalizacji budynku. Chodzi mianowicie o remont, który został przez prawodawcę zdefiniowany, a który zarazem nie wyczerpuje zakresu terminu rewitalizacja⁶. W myśl art. 3 pkt. 8 Ustawy z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane przez remont należy rozumieć wykonywanie w istniejącym obiekcie robót budowlanych polegających na odtworzeniu stanu pierwotnego, a niestanowiących bieżącej konserwacji, przy czym dopuszcza się stosowanie wyrobów budowlanych innych niż użyte pierwotnie. Należy pamiętać, że potoczne rozumienie remontu niekoniecznie jest zgodne z praktyką sądową. Przykładowo docieplenie budynku nie będzie się mieściło w zakresie remontu. Zgodnie z utrwalonym orzecznictwem sądów administracyjnych docieplenie budynku nie jest remontem w rozumieniu przepisów Ustawy z dnia 7 lipca 1994r. - Prawo budowlane, gdyż nie są to roboty budowlane polegające na odtworzeniu stanu pierwotnego. W rezultacie wykonania dodatkowego ocieplenia powstaje nowy, dotychczas nieistniejący element budynku [16][17][18][19]. Zatem docieplenie nie mieści się w definicji remontu czy wymogu utrzymania obiektu w należytym stanie technicznym i estetycznym, zgodnie z obowiązkami zawartymi w art. 61 Ustawy z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane, a dotyczącymi m.in. utrzymywania i użytkowania obiektu w sposób zgodny z jego przeznaczeniem i wymaganiami ochrony środowiska oraz utrzymywania go w należytym stanie technicznym i estetycznym, nie dopuszczając do nadmiernego pogorszenia jego właściwości użytkowych i sprawności technicznej. Definicja remontu posiada podstawowe znaczenie praktyczne, ponieważ podczas remontu istniejącego budynku nie jest wymagane pozwolenie na budowę, a jedynie zgłoszenie [20].

Warto pamiętać, że pojęcie remontu należy do szerszej kategorii robót budowlanych, zgodnie z art. 3 pkt. 7 Ustawy z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane. Termin roboty budowlane wydaje się być wkomponowany w system rewitalizacji. Jest to widoczne zwłaszcza w analizie definicji zamieszczonej w reżimie budowlanym przez roboty budowlane należy rozumieć budowę, a także prace polegające na przebudowie, montażu, remoncie lub rozbiórce obiektu budowlanego.

Brak zdefiniowania w reżimie budowlanym terminu rewitalizacja powoduje, że jego zakres znaczeniowy może prowadzić do sporów. Jest to szczególnie widoczne na tle powiązań postanowień prawa budowlanego z postanowieniami prawa o ochronie zabytków oraz prawa cywilnego [21].

6) Należy podkreślić, że w literaturze przedmiotu wskazuje się, że remont jest elementem procesu rewitalizacji [5].

Dodanie do przedmiotu rewitalizacji, czyli budynku, przymiotnika dookreślającego publiczne może wprawić w konsternację przez wzgląd na wieloznaczność w ogólnym języku polskim. W przywoływanym już słowniku języka polskiego [22] określenie to może oznaczać:

- dotyczący całego społeczeństwa lub jakiejś zbiorowości,
- dostępny lub przeznaczony dla wszystkich,
- związany z jakimś urzędem lub z jakąś instytucją nieprywatną,
- odbywający się przy świadkach, w sposób jawny.

Pojawienie się w aktach strategicznych dodatkowego terminu *budynek użyteczności publicznej* również nie usuwa problemu [23]. Kolejnym punktem odniesienia są *budynki wybranych podmiotów sektora finansów publicznych* [24]. W związku z tym, że w żadnym akcie prawa polskiego nie doprecyzowano wystarczająco znaczenia przymiotnika *publiczny*, na potrzeby rewitalizacji, *de lege ferenda*, należałoby to uczynić. Taki zabieg legislacyjny znacząco ułatwiłby zakwalifikowanie przedsięwzięć, które w odniesieniu do budynków publicznych można by określić jako rewitalizację. Z pewnością warto nawiązać do ogólnych refleksji dotyczących tego, co należy uznać za publiczne [26][27]. Ponadto ramy pojmowania terminu budynki publiczne na potrzeby rewitalizacji, której motorem działań jest wzrost efektywności energetycznej, zostały wyznaczone w *Dyrektywie 2012/27/UE z dnia 25 października 2012r. w sprawie efektywności energetycznej* [28]. Tam między innymi zdefiniowano terminy dotyczące podmiotów objętych obowiązkiem modernizacji budynków, czyli instytucji rządowych i instytucji publicznych. Zgodnie z art. 2 pkt. 9 przywołanego aktu instytucje rządowe oznaczają wszelkie jednostki administracyjne, których właściwość obejmuje całe terytorium państwa członkowskiego, natomiast w myśl art. 2 pkt. 8, rozważanej dyrektywy przez instytucje publiczne należy rozumieć każdą instytucję zamawiającą w rozumieniu *Dyrektywy 2004/18/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 31 marca 2004r. w sprawie koordynacji procedur udzielania zamówień publicznych na roboty budowlane, dostawy i usługi*. Definicje te mają o tyle znaczenie, że Polska na ich podstawie zakresowej jest zobowiązana do rozliczenia procentowej wielkości modernizacji budynków oraz wykazania innych działań.

Poziom Unii Europejskiej i skoncentrowanie się na aspekcie energetycznym

Po fiasku Strategii Lizbońskiej Komisja Europejska przygotowała w 2010r. akt strategiczny zatytułowany: Europa 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu [29]. Akt ten wyznacza nowy rozdział w polityce publicznej UE w zakresie gospodarowania energią. W konkluzjach z dnia 17 czerwca 2010r. Rada zatwierdziła nowy akt strategiczny wskazujący, dokąd UE ma zmierzać do 2020r. Jednym z celów jest zwiększenie efektywności energetycznej o 20% do tego terminu. Nie może zatem dziwić, że we wspomnianym akcie odniesiono się również do budynków, a zwłaszcza budynków publicznych. W innym akcie strategicznym Energia 2020. Strategia na rzecz konkurencyjnego, zrównoważonego i bezpiecznego sektora energetycznego [30] wspomina się o dominującej roli sektora publicznego. „Odnosnie do dużej ilości budynków publicznych władze powinny wykorzystać wszystkie dostępne możliwości, w tym możliwości, które daje polityka regionalna UE, w celu zwiększenia efektywności energetycznej i autonomii budynków w aspekcie energetycznym”. Rola efektywności energetycznej w budynkach oraz znaczenie sektora publicznego zostały zaakcentowane również

w innych aktach strategicznych, takich jak: Europa efektywnie korzystająca z zasobów inicjatywa przewodnia strategii Europa 2020 czy Plan działania prowadzący do przejścia na konkurencyjną gospodarkę niskoemisyjną do 2050r.

Wzmoczona aktywność UE wynika z tego, że 40% całkowitego zużycia energii końcowej w UE oraz 36% całkowitej wielkości emisji CO₂ w UE jest związana z użytkowaniem budynków mieszkalnych i usługowych [31]. Potencjał oszczędności energii do 2020r. należy uznać w tym przypadku za znaczący i szacuje się, że osiągalne jest nawet 30% zmniejszenie zużycia energii w tym sektorze. W perspektywie do 2050r. wskazuje się na możliwość zmniejszenia zapotrzebowania na energię w omawianym sektorze o 41% w porównaniu z wartościami szczytowymi w latach 2005-2006 [32]. Zarazem bez odpowiedniego systemu instrumentów korygujących z pewnością zużycie energii w budynkach stale będzie wzrastało. To spowodowało, że uwaga Unii Europejskiej skupiła się na władztwie regulacyjnym. Dlatego też przygotowano kolejną dyrektywę dotyczącą charakterystyki energetycznej budynków [33]. Zgodnie z art. 4 przywołanego aktu państwa członkowskie powinny zapewnić określenie minimalnych wymagań charakterystyki energetycznej dla elementów budynków wchodzących w skład przegród zewnętrznych budynku i mających istotny wpływ na tę charakterystykę w razie ich wymiany lub modernizacji w celu osiągnięcia poziomów optymalnych pod względem kosztów. Ponadto, zgodnie z art. 8 rozważanej dyrektywy ustala się wymagania systemowe dla nowych, wymienianych i modernizowanych, systemów technicznych budynku. Wymagania te stosuje się, jeśli jest to możliwe z technicznego, funkcjonalnego i ekonomicznego punktu widzenia. Na uwagę zasługuje podkreślenie znaczenia sektora publicznego w treści preambuły do dyrektywy. Powinien on odgrywać dominującą rolę w zakresie poprawy efektywności energetycznej budynków, w związku z czym w planach krajowych należy wyznaczyć ambitniejsze cele w odniesieniu do budynków zajmowanych przez władze publiczne. Powinny one stanowić wzorzec i dążyć do realizacji zaleceń zawartych w świadectwie charakterystyki energetycznej. Państwa członkowskie mają obowiązek uwzględnić w swoich krajowych planach środki służące wspieraniu władz publicznych, aby te mogły jako jedne z pierwszych wdrażać ulepszenia w zakresie efektywności energetycznej i gdy tylko będzie to możliwe, realizować zalecenia zawarte w świadectwie charakterystyki energetycznej. Zarządcy budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz często odwiedzanych przez ludność powinni znajdować się w czołówce pod względem uwzględniania rozważań środowiskowych oraz energetycznych i z tego powodu budynki te powinny być regularnie poddawane certyfikacji energetycznej. Prawodawca unijny nałożył również na państwa członkowskie konkretny wymóg dotyczący sektora publicznego. Otóż w myśl art. 9 analizowanej dyrektywy po dniu 31 grudnia 2018r. nowe budynki zajmowane przez władze publiczne oraz będące ich własnością powinny być budynkami o niemal zerowym zużyciu energii. Jak można zauważyć, odniesienia do zobowiązań władz publicznych w dyrektywie są niezwykle częste.

Kwestiom rewitalizacji budynków publicznych w aspekcie efektywności energetycznej jest poświęcona znacząca część postanowień dyrektywy 2012/27/UE z dnia 25 października 2012r. w sprawie efektywności energetycznej, zmian dyrektyw 2009/125/WE i 2010/30/UE oraz uchyleń dyrektyw 2004/8/WE i 2006/32/WE [28]. Zwłaszcza treść art. 5 wskazuje na wagę sektora publicznego i jego wzorcową rolę. Każde państwo członkowskie powinno zagwarantować, aby od dnia 1 stycznia 2014r. 3% całkowitej powierzchni ogrzewanych lub chłodzonych budynków będących własnością jego instytucji rządowych oraz przez nie zajmowanych było poddawane co roku renowacji⁷⁾

7) Na gruncie postanowień omawianej dyrektywy wydaje się całkowicie zasadne utożsamianie terminów renowacja budynku i rewitalizacja budynku.

w celu spełnienia przynajmniej minimalnych wymogów dotyczących charakterystyki energetycznej, które ustalono w art. 4 dyrektywy 2010/31/UE. Współczynnik 3% oblicza się w oparciu o całkowitą powierzchnię pomieszczeń w budynkach o łącznej powierzchni użytkowej wynoszącej ponad 500 m² stanowiących własność oraz zajmowanych przez instytucje rządowe państwa członkowskiego, które to obiekty na dzień 1 stycznia każdego kolejnego roku nie spełniają krajowych minimalnych wymogów dotyczących charakterystyki energetycznej ustalonych w stosowaniu art. 4 dyrektywy 2010/31/UE. Wartość progowa od dnia 9 lipca 2015r. zostaje obniżona do 250 m². Szereg innych postanowień wskazuje, że prawodawca unijny wprowadził znaczące zobowiązania dla państw członkowskich w zakresie bardziej szczegółowych zagadnień dotyczących rewitalizacji budynków publicznych.

Prawo unijne oraz polityka unijna w zakresie rewitalizacji w aspekcie energetycznym w znaczący sposób powinny przekładać się na polską politykę publiczną.

Polskie akty strategiczne wyznaczające ramy prawne rewitalizacji

W treści polskich aktów strategicznych rewitalizacji budynków nadaje się istotne znaczenie przede wszystkim w kontekście efektywności energetycznej, lecz pojawiają się również odwołania do aspektu rozwoju społeczno-gospodarczego, zapobiegania negatywnym problemom społecznym czy innowacji gospodarczej.

Długookresowa Strategia Rozwoju Kraju. Polska 2030. Trzecia Fala Nowoczesności uznaje procesy rewitalizacyjne za ważny element rozwiązywania problemów społecznych. Przewiduje się „utworzenie instrumentów organizacyjnych i finansowych wspierających proces rewitalizacji m.in. przez ustanowienie przepisów dotyczących rewitalizacji, w szczególności nadanie temu procesowi statusu zadania publicznego, co w efekcie umożliwi zlecenie zadań publicznych w zakresie rewitalizacji np. obszarów miejskich” [34]. Wzrost efektywności energetycznej został uznany za priorytet Polski.

W ramowym średniookresowym akcie strategicznym (Strategia Rozwoju Kraju 2020[35]) uznano modernizację budynków za ważny czynnik zmniejszania energochłonności. Troska o modernizację jest widoczna przede wszystkim w kontekście udoskonalania systemu oceny energetycznej budynków. Przewiduje się sukcesywną zmianę standardów energetycznych względem budynków nowych i przebudowywanych oraz wzmocnienie roli i poprawę jakości świadectw charakterystyki energetycznej budynków. Przewidziane jest również sukcesywne zwiększanie wymagań techniczno-budowlanych. Wspomniane wymogi powinny być ustanowione na korzystnym poziomie pod względem kosztów i uwzględniać postęp techniczny w budownictwie oraz w znacznym stopniu przyczynić się do optymalizacji zużycia energii w budynkach. Nadrzędnym celem proponowanego systemu jest promocja budownictwa efektywnego energetycznie oraz zwiększanie świadomości społecznej w zakresie możliwości uzyskania oszczędności energii w budynkach z uwzględnieniem rachunku ekonomicznego. Zauważono, że poprawie efektywności energetycznej będzie służyć zastosowanie dostępnych i sprawdzonych technologii w zakresie termomodernizacji budynków i sieci ciepłowniczych, co może doprowadzić do oszczędności w końcowym zużyciu energii cieplnej w granicach 15-35% w stosunku do stanu sprzed modernizacji obiektu.

W dokumencie Polityka energetyczna Polski do 2030r., zastanawiająco mało miejsca poświęca się kwestiom modernizacji budynków publicznych. Wspomina się o wzorcowej roli sektora publicznego oraz o stosowaniu

obowiązkowych świadectw charakterystyki energetycznej w budynkach [36]. Również inne zagadnienia efektywności energetycznej można odnieść do wsparcia procesów rewitalizacyjnych.

W akcie strategicznym zatytułowanym Krajowa Strategia Rozwoju Regionalnego 2010-2020: regiony, miasta, obszary wiejskie [37] uznano, że analiza wyzwań rozwojowych w perspektywie najbliższych dziesięciu lat wskazuje na konieczność koncentracji uwagi polityk rozwojowych na zagadnieniach związanych m.in. z podniesieniem efektywności wykorzystania energii. Wskazano, że polityka regionalna może w odniesieniu do tego wyzwania wiele zaoferować. W jej ramach w powiązaniu z działaniami o charakterze prawnym, instytucjonalnym, inwestycyjnym i zarządczym te kluczowe sektory będą wspierane w sposób priorytetowy. Jednym z dwóch głównych kierunków jest modernizacja budynków instytucji publicznych i rozwijanie instrumentów finansowych dotyczących termomodernizacji. Również w treści Strategii zrównoważonego rozwoju wsi, rolnictwa i rybactwa w kontekście poprawy jakości życia na obszarach wiejskich wspomina się o modernizacji budynków użyteczności publicznej [38]. Nie może dziwić, że w Drugim Krajowym Planie Działań dotyczącym efektywności energetycznej dla Polski przyjętym przez Radę Ministrów dnia 17 kwietnia 2012r. [39] niezwykle dużo miejsca poświęcono kwestiom energooszczędności w budynkach oraz modernizacji budynków w celu zwiększenia efektywności energetycznej. Podkreślono również wzorcowe znaczenie sektora publicznego oraz zamieszczono wykaz aktualnych i planowanych środków i instrumentów wsparcia działań na rzecz oszczędności energii w budynkach.

Strategia Innowacyjności i Efektywności Gospodarki „Dynamiczna Polska 2020 zawiera również odniesienie do kwestii rewitalizacji. Wspomina się w tym dokumencie, że wspieranie rozwoju zrównoważonego budownictwa na etapie planowania, projektowania, wznoszenia budynków oraz zarządzania nimi przez cały cykl ich trwania należy do celów szczegółowych i kierunków działań Polski [40]. W tym akcie zagadnienia rewitalizacji przybierają najpełniejszy wymiar, na co wskazuje zakres działań, które mają służyć przedstawionemu celowi. Wymienia się: poprawę efektywności energetycznej i materiałowej przedsięwzięć architektoniczno-budowlanych oraz istniejących zasobów, stosowanie zasad zrównoważonej architektury, odnowę etosu dawnych rzemiosł budowlanych.

Wskazano również, że w Narodowym Programie Foresight Polska 2020 zaakcentowano zgromadzony potencjał naukowo-badawczy i kapitał intelektualny, który stwarza szansę wdrożeń prowadzących do powstania konkurencyjnej, niszowej gałęzi gospodarki obejmującej m.in. energooszczędne technologie konstrukcyjne, systemy użytkowania i materiały dla inteligentnych budynków mieszkalnych, infrastruktury użyteczności publicznej oraz budowni przemysłowych z uwzględnieniem recyklingu i ochrony środowiska.

W akcie strategicznym Sprawne Państwo 2020 zagadnienia rewitalizacji można odnaleźć w aspekcie doskonalenia systemu zarządzania kryzysowego i usuwania skutków klęsk żywiołowych [41] oraz w aspekcie efektywnego gospodarowania powierzonymi zasobami rzeczowymi i finansowymi każdego urzędu administracji publicznej i zapewnienia standardów bezpieczeństwa i higieny pracy (podczas planowania remontów).

Planowanie i proces inwestycyjny w prawie polskim

Znaczące odniesienia w prawie unijnym oraz w treści polskich aktów strategicznych wskazują, że należy poszukiwać instrumentów publicznych, które można odnieść do zagadnień rewitalizacji. Z poziomu ogólnej koncepcji należy

przejsć na poziom operacyjny. W polskim porządku prawnym brakuje aktu prawnego, który całościowo reguluje kwestie rewitalizacji budynków. To oznacza, że podjęcie wyzwań związanych z rewitalizacją wymaga przeprowadzenia żmudnych prac polegających na odnalezieniu w różnych aktach prawnych odpowiednich przepisów. Poszukiwanie w prawie polskim odpowiednich postanowień, które można, a czasami trzeba, wykorzystać w odniesieniu do procesu rewitalizacji budynków publicznych ze względu na charakter tej aktywności, prowadzi przez szereg reżimów. Na pierwszy plan wysuwają się regulacje zagospodarowania przestrzennego oraz procesu inwestycyjno-budowlanego. To w tych aktach należy poszukiwać przepisów, które wpływają w największym zakresie na poddawaną analizie aktywność.

Z postanowień aktów strategicznych można wnioskować, że kompetencje w zakresie rewitalizacji powierzono przede wszystkim samorządom terytorialnym. Główną rolę może odgrywać gmina, lecz tylko w sferze materialno-przestrzennej obdarzono ją niezbędnymi kompetencjami. Z pewnością strategia rozwoju gminy jest właściwym miejscem na określenie ambicji rewitalizacyjnych [42]. Nie można jednak zapominać, że zgodnie z art. 7 ustawy o samorządzie gminnym do zadań własnych gminy, poza obowiązkiem zapewnienia ładu przestrzennego, należą również kwestie utrzymania gminnych obiektów i urządzeń użyteczności publicznej oraz obiektów administracyjnych. Podobne obowiązki, odnośnie utrzymania samorządowych obiektów i urządzeń użyteczności publicznej oraz obiektów administracyjnych, odnoszą się do powiatów [43], a w kontekście kształtowania i utrzymania ładu przestrzennego do samorządów wojewódzkich [44]. W sferze społecznej lepiej uposażonym przez prawodawcę wydaje się być powiat, natomiast sfera gospodarcza przypadła samorządowi województwa [45]. Zarazem również inne organy biorą udział w procedurach zmierzających do realizacji przedsięwzięcia rewitalizacyjnego. Liczba zainteresowanych podmiotów oraz liczba procedur zależy od zakresu rewitalizacji oraz od charakteru nieruchomości budynkowej, która ma zostać poddana temu procesowi.

Cel, który przyświeca rewitalizacji, czyli ład przestrzenny i zrównoważony rozwój, jest bazową wytyczną dla postanowień Ustawy z dnia 27 marca 2003r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym. Zgodnie z art. 4 (i w związku z art. 3) ustalenie przeznaczenia terenu, rozmieszczenie inwestycji celu publicznego oraz określenie sposobów zagospodarowania i warunków zabudowy terenu następuje jako zadanie własne gminy w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego w ramach kształtowania i prowadzenia polityki przestrzennej na terenie gminy. Oznacza to, że podczas określania właściwości w zakresie reżimu planowania podstawowe znaczenie będą posiadały organy gminne. W celu określenia ram rewitalizacji niezbędne jest odpowiednie modelowanie procesu sporządzania studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy, które stwarza nieprzekraczalne ramy wobec swobody planowania miejscowego i pozwala na całościowe uwzględnienie potrzeb i warunków lokalnych podczas późniejszej konstrukcji planów miejscowych [46]. W myśl art. 15 ust. 3 rozważanej ustawy w planie miejscowym określa się w zależności od potrzeb dwa elementy, które są związane z rewitalizacją budynków:

- granice obszarów rehabilitacji istniejącej zabudowy i infrastruktury technicznej,
- granice terenów rozmieszczenia inwestycji celu publicznego o znaczeniu lokalnym.

Brakuje niestety prawnego mechanizmu, który pozwalałby w sposób systemowy identyfikować kryzysowe stany urbanistyczne, które wymagają podjęcia przedsięwzięć rewitalizacyjnych. Interes publiczny wymaga interwencji prawnej w przypadku degradacji budynku.

Investor celu publicznego znajduje się w uprzywilejowanej pozycji. Odniesienie zagadnienia rewitalizacji budynków publicznych do inwestycji celu publicznego jest nad wyraz zasadne. Dzieje się tak z tego względu, że w art. 2 pkt. 5 ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym za inwestycje celu publicznego uznano działania bez względu na status podmiotu podejmującego je oraz źródła ich finansowania, które to inwestycje pozwalają na realizację celów, o których mowa w art. 6 Ustawy z dnia 21 sierpnia 1997r. o gospodarce nieruchomościami [47]. W ostatnim z przywołanych aktów za cele publiczne uważa się m.in. :

- opiekę nad nieruchomościami stanowiącymi zabytki w rozumieniu przepisów o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami,
- budowę i utrzymywanie pomieszczeń na potrzeby urzędów, organów władzy, administracji, sądów i prokuratur, państwowych szkół wyższych, szkół publicznych, a także budynków publicznych: obiektów ochrony zdrowia, przedszkoli, domów opieki społecznej, placówek opiekuńczo-wychowawczych i obiektów sportowych [48].

W literaturze przedmiotu wspomina się o tym, że w procesie rewitalizacji może być wykorzystana instytucja wyłączenia [49], która została uregulowana w ustawie o gospodarce nieruchomościami. Wydaje się oczywistym, że na potrzeby rewitalizacji można jej zastosowanie zawęzić jedynie do przypadków, kiedy ma się do czynienia z celem publicznym.

Zgodnie z ust. 2 art. 4 ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym w przypadku braku miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego określenie sposobów zagospodarowania i warunków zabudowy terenu następuje w drodze decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu zgodnie następującymi zasadami:

- lokalizację inwestycji celu publicznego ustala się w drodze decyzji o lokalizacji inwestycji celu publicznego,
- sposób zagospodarowania terenu i warunki zabudowy dotyczące innych inwestycji ustala się w drodze decyzji o warunkach zabudowy.

Jak wskazano w ust. 2 art. 59 rozważanej ustawy, w przypadku zmiany zagospodarowania terenu, polegającej na budowie obiektu budowlanego lub wykonaniu innych robót budowlanych, bez uzyskania decyzji o warunkach zabudowy, wójt, burmistrz albo prezydent miasta mogą, w drodze decyzji, nakazać właścicielowi lub użytkownikowi wieczystemu nieruchomości:

- wstrzymanie użytkowania terenu, wyznaczając termin, w którym należy wystąpić z wnioskiem o wydanie decyzji o ustaleniu warunków zabudowy,
- przywrócenie poprzedniego sposobu zagospodarowania.

Stadium procesu inwestycyjnego wiąże się przede wszystkim z reżimem budowlanym. Zarazem ważnymi elementami procesu rewitalizacji mogą okazać się procedury określone chociażby w:

- Ustawie z dnia 3 października 2008r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko [50] odnośnie do wydania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach (art. 72) czy decyzji rozważającej potencjalne oddziaływanie przedsięwzięcia na obszar Natura 2000 (art. 96) [51];

- Ustawie z dnia 23 lipca 2003r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami [52] odnośnie do pozwolenia wojewódzkiego konserwatora zabytków na prowadzenie prac konserwatorskich, restauratorskich lub robót budowlanych przy zabytku wpisanym do rejestru, wykonywanie robót budowlanych w otoczeniu zabytku, zmianę przeznaczenia zabytku wpisanego do rejestru lub sposobu korzystania z tego zabytku (art. 36); jeżeli zamierza się realizować roboty budowlane przy zabytku nieruchomym wpisanym do rejestru lub objętym ochroną konserwatorską na podstawie ustaleń miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego lub znajdującym się w ewidencji wojewódzkiego konserwatora zabytków, należy pokryć koszty badań archeologicznych oraz ich dokumentacji, o ile przeprowadzenie tych badań jest niezbędne w celu ochrony tych zabytków (art. 31) [53].

Przechodząc do wymagań określonych ustawą dotyczącą prawa budowlanego, należy zauważyć, że prawodawca nałożył szereg obowiązków na właścicieli lub zarządców budynków w zakresie utrzymania obiektów budowlanych [54]. Oznacza to, że do podjęcia decyzji o rewitalizacji mogą się również przyczynić obowiązki wynikające z reżimu budowlanego. Zgodnie z ust. 1 art. 64 właściciel lub zarządca zasadniczo jest obowiązany prowadzić dla każdego budynku książkę obiektu budowlanego, która stanowi dokument przeznaczony do zapisów dotyczących przeprowadzanych badań i kontroli stanu technicznego, remontów i przebudowy w okresie użytkowania obiektu budowlanego.

Organami właściwymi na tym etapie działań będą organy administracji architektoniczno-budowlanej, czyli starosta, wojewoda oraz Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego [55].

Przytoczona na wstępie definicja rewitalizacji budynku oznacza, że w przypadku pełnej rewitalizacji zawsze należy uzyskać decyzję o pozwoleniu na budowę. W myśl ust. 1 art. 28 rozważanego aktu, roboty budowlane właściwie⁸ można rozpocząć jedynie na podstawie ostatecznej⁹ decyzji o pozwoleniu na budowę. Należy podkreślić, że podczas działań rewitalizacyjnych podstawową zasadą jest uzyskanie pozwolenia budowlanego. Oczywiście zakres rewitalizacji może być niekompletny i sprowadzać się do częściowych działań, takich jak remont w określonych rodzajach budynków czy docieplenie o określonych parametrach. W takim przypadku prawodawca uznał, że wspomniane elementy rewitalizacji wymagają jedynie zgłoszenia¹⁰.

Zgodnie z treścią art. 28 analizowanej ustawy stronami w postępowaniu w sprawie pozwolenia na budowę są inwestor oraz właściciele, użytkownicy wieczysti lub zarządcy nieruchomości znajdujących się w sferze oddziaływania obiektu, który ma być poddany rewitalizacji. Osobą wszczynającą postępowanie o wydanie pozwolenia budowlanego na rewitalizację jest inwestor, który może być tożsamy z właścicielem, użytkownikiem wieczystym lub zarządcą danej nieruchomości. Może jednak zachodzić również inna sytuacja. Inwestor stanowi

8) *Odstępstwa od tej zasady są określone w art. 29 analizowanej ustawy [56].*

9) *Decyzją ostateczną jest decyzja, od której nie przysługuje odwołanie w administracyjnym toku instancji [57].*

10) *Ust. 2 art. 29 analizowanej ustawy stanowi, że pozwolenia na budowę nie wymaga wykonywanie robót budowlanych polegających na m.in.:*

- *remontie istniejących obiektów budowlanych i urządzeń budowlanych, z wyjątkiem obiektów wpisanych do rejestru zabytków,*
- *dociepleniu budynków o wysokości do 12 m.*

kategorię procesową w odróżnieniu od właściciela czy użytkownika wieczystego, do których odnosi się materialno-prawne uprawnienie do nieruchomości [58]. Inwestor jest zobowiązany do wykazania tytułu do dysponowania nieruchomością na cele budowlane. Oznacza to, że wola posiadacza nieruchomości, który nie dysponuje takim tytułem prawnym, nie może się stać podstawą powstania tego tytułu (pozwalającego na podjęcie na rewitalizacji) po stronie inwestora. Zgodnie z pkt. 11 art. 3 analizowanej ustawy mogą to być tytuły zarówno o charakterze rzeczowym, jak i obligacyjnym¹¹. Podczas oceny, czy inwestor jest uprawniony do dysponowania nieruchomością w celach rewitalizacyjnych, należy się odnieść do stosunku prawnego, z którego wynika zakres danego uprawnienia [59]. Obecnie podczas składania wniosku o wydanie pozwolenia budowlanego dołącza się wniosek o posiadany tytuł prawny do dysponowania nieruchomością na cele budowlane [60].

Podsumowanie

Problem z terminem rewitalizacja w zakresie prawa polega na tym, że nie został on jeszcze właściwie włączony do prawa w odniesieniu do budynków. W ustawodawstwie funkcjonują różne terminy bliskoznaczne o węższym zakresie znaczeniowym, takie jak remont, docieplenie, rehabilitacja czy modernizacja, odnoszące się głównie do funkcji efektywności energetycznej lub procesów budowlanego czy planistycznego. Nie budzi zastrzeżeń fakt, że pojęcie rewitalizacja budynku znajduje się w specjalistycznym języku inżynierskim i stąd przenika do ogólnego języka polskiego. Pojawia się jednak pytanie, czy zasadna jest adaptacja obecnej siatki pojęciowej istniejącej w prawie do propozycji wpływających z nauk inżynierskich, czy też może powinna nastąpić sytuacja odwrotna. Optymalnym rozwiązaniem wydaje się przenikanie pojęć używanych w aktach strategicznych, prawie unijnym, prawie krajowym oraz wynikających z potrzeb infrastrukturalnych. W rezultacie zasadne jest podejmowanie prób ujednoczenia i scalania terminologii, zanim przystąpi się do wyznaczania zasad i przyszłego kompleksowego normowania zagadnienia rewitalizacji budynków publicznych.

Zastosowanie terminu rewitalizacja w odniesieniu do budynków ma znaczenie rewolucyjne, ponieważ zaczyna wskazywać podstawową jednostkę procesu przekształceń. Regulacje w aktach prawa są kształtowane przede wszystkim od strony infrastruktury przestrzennej, jednak nie można zapominać, że rewitalizacja wiąże się ze znacznie szerszym kontekstem społecznym, np. likwidacją niekorzystnych zjawisk społecznych, przywróceniem walorów kulturowych oraz rozwojem gospodarczym uwzględniającym wymogi środowiskowe. Materialna odnowa budynku pozytywnie wpływa na rozwój tkanki społecznej i gospodarczej z uwzględnieniem wymagań i celów ochrony środowiska. Rewitalizacja stanowi ważny czynnik strukturalny umożliwiający wzmocnienie kapitału ludzkiego. Związany z przemianami fizyczno-społecznymi interes publiczny wymaga, aby sektor publiczny stanowił wzorcowy przykład w zakresie rewitalizacji budynków. Stąd odnowa budynków publicznych jest pierwszym stadium rewitalizacji większych obszarów ładu społeczno-przestrzennego. Niestety, w prawie polskim brakuje całościowej, skutecznej ścieżki postępowania dla podmiotów, które chciałyby przeprowadzić przedsięwzięcia rewitalizacyjne. Przytoczone postanowienia aktów prawa są raczej nakierowane na ochronę stanu zastanego aniżeli kreowanie

11) *Prawo do dysponowania nieruchomością na cele budowlane należy przez to rozumieć tytuł prawny wynikający z prawa własności, użytkowania wieczystego, zarządu, ograniczonego prawa rzeczowego albo stosunku zobowiązaniowego przewidującego uprawnienia do wykonywania robót budowlanych.*

nowoczesnej przestrzeni i kształtowanie pożądanego stanu w rozważanym zakresie. Obecny fragmentaryczny charakter postanowień prawa stanowi zatem istotną barierę dla dynamicznego procesu rewitalizacji przestrzeni publicznej [61]. Zarazem prawo polskie nie przedstawia również całościowego podejścia w odniesieniu do znacznie mniejszego obszaru procesu rewitalizacji, jakim jest rehabilitacja istniejących budynków publicznych. Usunięcie przez prawodawcę stanu prawnego niesprzyjającego przedsięwzięciom rewitalizacyjnym oraz wprowadzenie kompleksowej ścieżki prawnej leży w interesie publicznym i znacząco przyczyni się do zrównoważonego rozwoju we wszystkich jego aspektach.

Literatura:

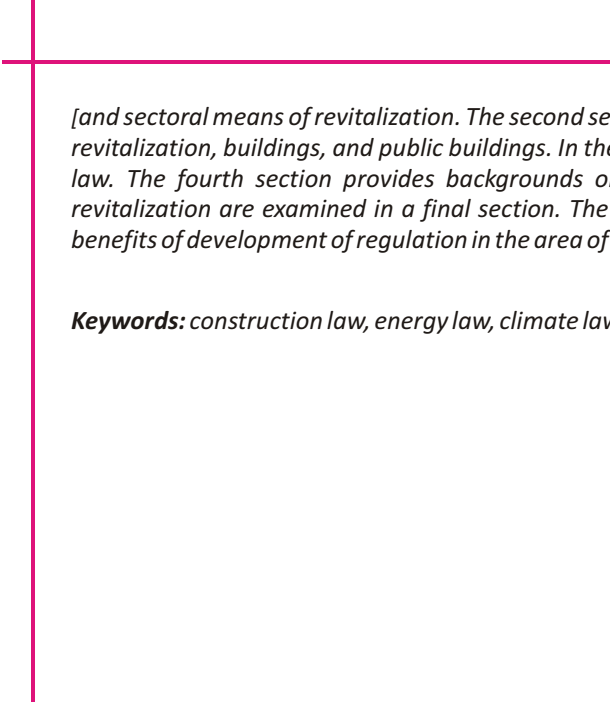
- [1]. Goldthau A., Witte J. M., *The Role of Rules and Institutions in Global Energy: An Introduction*, [w:] A. Goldthau, J. M. Witte (red.), *Global energy governance: the new rules of the game*, Global Public Policy Institute, D. C. : Brookings Institution Press, Berlin, Washington 2010.
- [2]. <http://www.polskapomoc.gov.pl/Milenijne,cele,rozwoju,53.html>.
- [3]. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001r. Prawo ochrony środowiska (tj.: Dz. U. z 2008r. Nr 25, poz. 150, zezm..
- [4]. Ustawa z dnia 27 marca 2003r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. z 2012 r., nr 0, poz. 647, z późn. zm..
- [5]. Kopyra J., *Nieuregulowane problemy procesu inwestycyjno-budowlanego na przykładzie rewitalizacji zabudowy zdegradowanej*, [w:] Z. Niewiadomski (red.), *Prawna regulacja procesu inwestycyjno-budowlanego. Uwarunkowania. Bariery. Perspektywy*, Warszawa 2009.
- [6]. <http://sjp.pwn.pl/slownik/2574202/rewitalizacja> [dostęp 10. 09. 2013].
- [7]. Ustawa z dnia 6 grudnia 2006r. o zasadach prowadzenia polityki rozwoju (Dz. U. z 2009r. Nr 84, poz. 712, ze zm..
- [8]. Wytyczne Ministra Rozwoju Regionalnego w zakresie programowania działań dotyczących mieszkalnictwa, *Narodowe Strategiczne Ramy Odniesienia 2007-2013*, 1 MRR/H/18 (2)/08/08,
- [9]. http://www.mrr.gov.pl/fundusze/wytyczne_mrr/obowiazujace/oryzontalne/documents/wytyczne%20-%20mieszkalnictwo%20-%20aktualizacja.pdf.
- [10]. Uchwała Rady Ministrów z dnia 13 lipca 2010r. *Krajowa Strategia Rozwoju Regionalnego 2010-2020: regiony, miasta, obszary wiejskie* (M. P. z 2011 r, Nr 36, poz. 423).
- [11]. Ustawa z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane (tj.: Dz. U. z 2010r. Nr 243, poz. 1623, ze zm..
- [12]. Wyrok NSA z dnia 3 grudnia 2010 r., sygn. akt II FSK 1151/09.
- [13]. Wyrok WSA w Szczecinie z dnia 23 sierpnia 2012 r., sygn. akt I SA/Sz 386/12.
- [14]. Wyrok WSA w Białymstoku z dnia 23 października 2008 r., sygn. akt II SA/Bk 243/08.
- [15]. Ustawa z dnia 23 kwietnia 1964r. Kodeks cywilny (Dz. U. z 1964r. Nr 16, poz. 93, ze zm..
- [16]. Bieniek G., *Gospodarowanie nieruchomościami stanowiącymi własność Skarbu Państwa oraz własność jednostki samorządu terytorialnego*, [w:] G. Bieniek (red.), *Ustawa o gospodarce nieruchomościami. Komentarz*, Warszawa 2011.
- [17]. Wyrok NSA z dnia 19 listopada 2001 r., sygn. akt IV SA 390/2001.
- [18]. Wyrok NSA z dnia 25 kwietnia 2008 r., sygn. akt II OSK 331/2007.

- [19]. Wyrok NSA z dnia 13 grudnia 2011 r., sygn. akt II OSK 1835/2010.
- [20]. Wyrok WSA z dnia 8 lutego 2013 r., sygn. akt II SA/Po 1006/2012.
- [21]. Polański P., *Prawo budowlane z komentarzem*, Warszawa 2010.
- [22]. Wyrok SN Izba Cywilna z dnia 6 czerwca 2012 r., sygn. akt III CSK 289/2011.
- [23]. <http://sip.pwn.pl/szukaj/publiczne>.
- [24]. Komunikat Komisji z dnia 3 marca 2010r. *Europa 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu*, KOM (2010) 2020 wersja ostateczna.
- [25]. *Drugi Krajowy Plan Działań dotyczący efektywności energetycznej dla Polski przyjęty przez Radę Ministrów dnia 17 kwietnia 2012r.*
- [26]. http://bip.mg.gov.pl/files/upload/15923/Drugi%20Krajowy%20Plan%20PL%20_Ver0.4%20final%20.04.2012_FINAL.pdf.
- [27]. Boć J., *Z refleksji nad dobrem wspólnym*, [w:] J. Boć, A. Chajbowicz (red.), *Nowe problemy badawcze w teorii prawa administracyjnego*, Wrocław 2009.
- [28]. Nowacki J., *Prawo publiczne prawo prywatne*, Katowice 1992.
- [29]. Dyrektywa 2012/27/UE z dnia 25 października 2012r. w sprawie efektywności energetycznej, zmiana Dyrektywy 2009/125/WE i Dyrektywy 2010/30/UE oraz uchylene Dyrektywy 2004/8/WE i Dyrektywy 2006/32/WE, Dz. Urz. UE L 315.
- [30]. Komunikat Komisji z dnia 3 marca 2010r. *Europa 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu*, KOM (2010) 2020 wersja ostateczna.
- [31]. Komunikat Komisji z dnia 10 listopada 2010r. *Energia 2020. Strategia na rzecz konkurencyjnego, zrównoważonego i bezpiecznego sektora energetycznego*, KOM (2010) 639 wersja ostateczna.
- [32]. Komunikat Komisji z dnia 13 listopada 2008r. *Efektywność energetyczna: realizacja celu 20 procent*, KOM (2008) 772 wersja ostateczna.
- [33]. Komunikat Komisji z dnia 15 grudnia 2012r. *Plan działania w zakresie energii do roku 2050*, KOM (2011) 885 wersja ostateczna.
- [34]. Dyrektywa 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków, Dz. Urz. UE L 153.
- [35]. Uchwała Nr 16 Rady Ministrów z dnia 5 lutego 2013r. w sprawie przyjęcia Długookresowej Strategii Rozwoju Kraju. *Polska 2030. Trzecia Fala Nowoczesności* (M. P. z 2013 r., poz. 121).
- [36]. Uchwała Nr 157 Rady Ministrów z dnia 25 września 2012r. w sprawie przyjęcia Strategii Rozwoju Kraju 2020 (M. P. z 2012 r., poz. 882).
- [37]. Obwieszczenie Ministra Gospodarki z dnia 21 grudnia 2009r. w sprawie polityki energetycznej państwa do 2030r. (M. P. z 2010r. Nr 2, poz. 11).
- [38]. Uchwała Rady Ministrów z dnia 13 lipca 2010r. *Krajowa Strategia Rozwoju Regionalnego 2010-2020: regiony, miasta, obszary wiejskie* (M. P. z 2011r. Nr 36, poz. 423).
- [39]. Uchwała Nr 163 Rady Ministrów z dnia 25 kwietnia 2012r. w sprawie przyjęcia Strategii zrównoważonego rozwoju wsi, rolnictwa i rybactwa na lata 2012-2020 (M. P. z 2012 r., poz. 839).
- [40]. *Drugi Krajowy Plan Działań dotyczący efektywności energetycznej dla Polski przyjęty przez Radę Ministrów dnia 17 kwietnia 2012 r.,*

- [41]. http://bip.mg.gov.pl/files/upload/15923/Drugi%20Krajowy%20Plan%20PL%20_Ver0.4%20final%20.04.2012_FINAL.pdf.
- [42]. Uchwała Nr 7 Rady Ministrów z dnia 15 stycznia 2013r. w sprawie Strategii Innowacyjności i Efektywności Gospodarki „Dynamiczna Polska 2020” (M. P. z 2013 r., poz. 73).
- [43]. Uchwała Nr 17 Rady Ministrów z dnia 12 lutego 2013r. w sprawie przyjęcia strategii „Sprawne Państwo 2020” (M. P. z 2013 r., poz. 136).
- [44]. Ustawa z dnia 8 marca 1990r. o samorządzie gminnym (tj.: Dz. U. z 2013 r., poz. 594).
- [45]. Ustawa z dnia 5 czerwca 1998r. o samorządzie powiatowym (tj.: Dz. U. z 2013 r., poz. 595).
- [46]. Ustawa z dnia 5 czerwca 1998r. o samorządzie województwa (tj.: Dz. U. z 2013 r., poz. 596).
- [47]. Ustawa z dnia 8 marca 1990r. o samorządzie terytorialnym.
- [48]. Niewiadomski Z., *Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym. Komentarz*, Warszawa 2004.
- [49]. Ustawa z dnia 21 sierpnia 1997r. o gospodarce nieruchomościami tj.: Dz. U. z 2010r. Nr 102, poz. 651, ze zm..
- [50]. Marmaj Z., Art. 6, [w:] G. Bieniek (red., *Ustawa o gospodarce nieruchomościami. Komentarz*, Warszawa 2011.
- [51]. Kopyra J., *Nieuregulowane problemy procesu inwestycyjno-budowlanego na przykładzie rewitalizacji zabudowy zdegradowanej*, [w:] Z. Niewiadomski (red., *Prawna regulacja procesu inwestycyjno-budowlanego. Uwarunkowania. Bariery. Perspektywy*, Warszawa 2009.
- [52]. Ustawa z dnia 3 października 2008r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz. U. z 2008r. Nr 199, poz. 1227, ze zm..
- [53]. Dobrowolski G., *Decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach*, Toruń 2011.
- [54]. Ustawa z dnia 23 lipca 2003r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami (Dz. U. z 2003r. Nr 162, poz. 1568, ze zm..
- [55]. Cherka M. (red., *Ustawa o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami. Komentarz*, Warszawa 2010.
- [56]. Ustawa z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane.
- [57]. Polański P., *Prawo budowlane z komentarzem*, Warszawa 2010.
- [58]. Ustawa z dnia 14 czerwca 1960r. Kodeks postępowania administracyjnego.
- [59]. Wyrok Naczelnego Sądu Administracyjnego z dnia 25 stycznia 2013 r., sygn. akt I OSK 1537/2011, Lex Polonica nr 5178300.
- [60]. Jaroszyński K., *Proces inwestycyjno-budowlany w świetle orzecznictwa sądów administracyjnych*, [w:] Z. Niewiadomski (red., *Prawna regulacja procesu inwestycyjno-budowlanego. Uwarunkowania. Bariery. Perspektywy*, Warszawa 2009.
- [61]. Wyrok NSA z dnia 24 stycznia 2007 r., sygn. akt II OSK 211/06.
- [62]. Niewiadomski Z. (red., *Prawo budowlane. Komentarz*, Warszawa 2011.
- [63]. Węglowski M., *Uwarunkowania prawne rewitalizacji miast*, [w:] W. Rydzik (red., *Aspekty prawne i organizacyjne zarządzania rewitalizacją*, Kraków 2009.

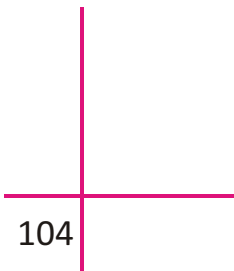
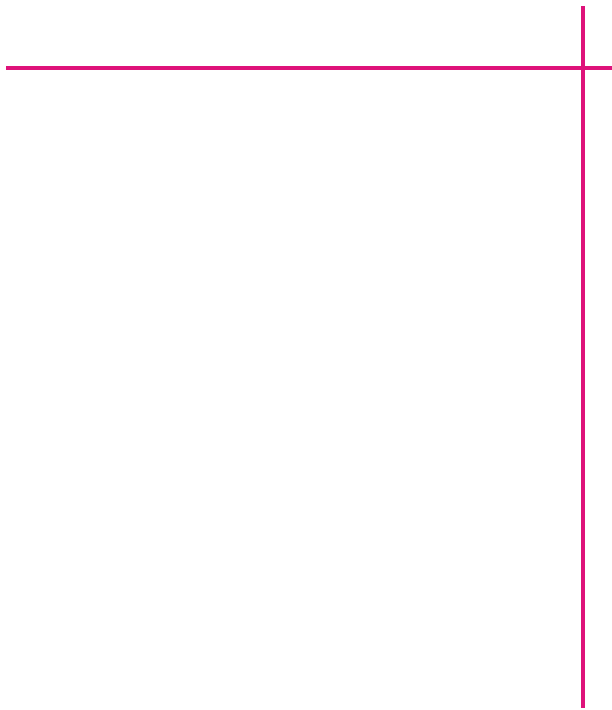
ABSTRACT

The article provides an overview of the legal aspect of public buildings revitalization. The paper begins with a focus on terminology. In order to provide deeper insight, the analysis is based on legal language, policy language, general



[and sectoral means of revitalization. The second section discusses selected issues related to terminology of building revitalization, buildings, and public buildings. In the next section the author addresses the issue of European Union law. The fourth section provides backgrounds on Polish strategy acts. Examples of Polish law provisions on revitalization are examined in a final section. The article concludes with a brief discussion on the prospects and benefits of development of regulation in the area of revitalization in Poland.

Keywords: *construction law, energy law, climate law, revitalization, energy efficiency, sustainable development*



Inż. Katarzyna Korczak
Centrum Badań i Innowacji Pro-Akademia

8. Programy wsparcia rewitalizacji budynków użyteczności publicznej zorientowane na zwiększenie efektywności energetycznej

Support programs for revitalization of public building aimed at increasing energy efficiency

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono programy wsparcia rewitalizacji budynków użyteczności publicznej zorientowane na zwiększenie efektywności energetycznej tych budynków. Przedstawiono programy realizowane przez instytucje publiczne Bank Gospodarstwa Krajowego i Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej oraz Urzędy Marszałkowskie województw. Opisano cele, budżety, czas obowiązywania i działania objęte wsparciem w ramach siedmiu programów. Przedstawiono wyniki obliczeń i analiz, dotyczące skutków realizacji programów.

Słowa kluczowe: rewitalizacja budynków użyteczności publicznej, efekty modernizacji budynków, efektywność energetyczna,

Wstęp

Artykuł 5 dyrektywy 2012/27/UE nakłada na instytucje rządowe obowiązek corocznego poddawania renowacji 3% całkowitej powierzchni ogrzewanych lub chłodzonych budynków, których te instytucje są właścicielem lub je zajmują. Celem renowacji jest dostosowanie charakterystyki energetycznej budynku do standardów określonych w przepisach będących transpozycją dyrektywy 2010/31/UE. Obowiązek wszedł w życie z dniem 1 stycznia 2014 r. Możliwe jest alternatywne podejście, polegające na podjęciu innych efektywnych ekonomicznie środków jak np. gruntowna renowacja czy zmiana zachowań użytkowników [1]. W roku 2020 należy jednak osiągnąć oszczędność energii równą celom zakładanym w metodzie pierwszej.

Osiągnięcie zakładanego celu możliwe jest w procesie gruntownej renowacji budynków lub termomodernizacji. Istniejące programy oszczędności energetycznej skupiają się na poprawie efektywności energetycznej budynków administracji rządowej poprzez przeprowadzenie przedsięwzięć termomodernizacyjnych. W ramach termomodernizacji możliwe jest podjęcie wielu działań, m.in.:

- modernizacja lub wymiana systemów wentylacji,
- wymiana oświetlenia na energooszczędne,
- ocieplenie ścian, dachów i stropodachów,
- modernizacja lub wymiana instalacji grzewczej,
- opomiarowanie i rozliczanie zużycia energii,
- wymiana lub remont okien, drzwi zewnętrznych, dachu,
- wykorzystanie źródeł energii odnawialnej (kolektory słoneczne, kotły na biomasę).

Największym wymiernym skutkiem realizowanych działań jest zmniejszenie zużycie energii, a od poziomu tych oszczędności zależy czas zwrotu inwestycji. Wymienione wyżej przedsięwzięcia nie przekładają się w równym stopniu na obniżenie zapotrzebowania na energię. Z uwagi na ograniczone fundusze przeznaczone na projekty termomodernizacyjne, zarządcy budynków wybierają więc te, które dają największe oszczędności w relatywnie krótkim czasie. Najczęściej stosowanymi działaniami są docieplenie przegród zewnętrznych, wymiana stolarki okiennej oraz modernizacja systemu centralnego ogrzewania oraz źródła ciepła [2].

Programy wspierające rewitalizację budynków publicznych

W Polsce podmiotem odpowiedzialnym za realizację programów wspierających procesy modernizacji i rewitalizacji jest administracja rządowa, w szczególności Ministerstwo Środowiska, Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju oraz Ministerstwo Gospodarki. Na zlecenie ministerstw odpowiednie programy realizowane są przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej oraz Bank Gospodarstwa Krajowego.

Rewitalizacja budynków nie jest celem sama w sobie. Głównym celem większości programów jest poprawa jakości środowiska naturalnego poprzez organicznie emisji gazów i pyłów. Realizacja tych celów wiąże się jednak z koniecznością modernizacji infrastruktury budynku. Z uwagi na istniejące programy wsparcia, realizowane są głównie przedsięwzięcia związane z termomodernizacją budynków. Ze środków publicznych finansowane lub współfinansowane są następujące programy:

- Fundusz Termomodernizacji i Remontów /FTiR/
- System zielonych inwestycji (Część 1) zarządzanie energią w budynkach użyteczności publicznej /GIS cz.1/
- System zielonych inwestycji (Część 5) - Zarządzanie energią w budynkach wybranych podmiotów sektora finansów publicznych /GIS cz.5/
- Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko (PO IŚ) - Działanie 9.3 Termomodernizacja obiektów użyteczności publicznej /PO IŚ 9.3/
- Program Operacyjny PL04 „Oszczędzanie energii i promowanie odnawialnych źródeł energii” (obszar programowy nr 5 - efektywność energetyczna) /PL04/
- Regionalne Programy Operacyjne województw na lata 2007-2013 /RPO 2007-2013/
- Regionalne Programy Operacyjne województw na lata 2014-2020 /RPO 2014-2020/
- Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko na lata 2014-2020 /PO IŚ 2014-2020/

Fundusz Termomodernizacji i Remontów

W ramach Funduszu Termomodernizacji i Remontów realizowane są trzy obszary wsparcia:

- 1) Premia kompensacyjna
- 2) Premia remontowa
- 3) Premia termomodernizacyjna

Wsparcie procesów modernizacji budynków publicznych jest możliwe przy wykorzystaniu Premii termomodernizacyjnej. W ramach programu udzielana jest pomoc finansowa dla inwestorów realizujących przedsięwzięcia termomodernizacyjne z udziałem kredytów zaciąganych w bankach komercyjnych.

Działania realizowane w ramach programu mają na celu zmniejszenie zużycia energii na potrzeby c.o. i c.w.u. w budynkach¹, zmniejszenie kosztów pozyskania ciepła dostarczanego do budynków w wyniku wykonania przyłącza technicznego do scentralizowanego źródła ciepła w związku z likwidacją lokalnego źródła ciepła, zmniejszenie strat energii w systemach ciepłowniczych oraz wymianę źródeł energii na odnawialne lub wysokosprawną kogenerację.

Organem wdrażającym program jest Bank Gospodarstwa Krajowego.

Program realizowany jest w trybie ciągłym od 1999r., a w nowej formie od 2009r. (po wejściu w życie ustawy z 21 listopada 2008 r o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz.U. 223, poz. 14590)). Dofinansowanie inwestycji przyznawane jest w formie spłaty części zadłużenia zaciągniętego w celu realizacji przedsięwzięcia.

Program finansowany jest ze środków budżetu państwa. Średnioroczne dotacje na program wynoszą 167 mln PLN, w tym na premię termomodernizacyjną 138 mln PLN [3].

Głównymi beneficjentami programu są administratorzy budynków wielorodzinnych (92,5% ogólnej liczby przyznanych premii). Budynki użyteczności publicznej mają znacznie mniejszy udział (4,3%), jednakże stanowią drugą najbardziej liczną grupę beneficjentów Funduszu [3].

Od 2007 roku przyznano ponad 20 000 premii termomodernizacyjnych. Łączna wartość zrealizowanych przedsięwzięć wyniosła 7,9 mld PLN. Budynki użyteczności publicznej zostały wsparte kwotą prawie 440 mln zł.

System zielonych inwestycji (Część 1) zarządzanie energią w budynkach użyteczności publicznej

Celem programu jest ograniczenie lub uniknięcie emisji dwutlenku węgla poprzez dofinansowanie przedsięwzięć poprawiających efektywność wykorzystania energii przez budynki użyteczności publicznej [4]. Program wdrażany jest przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Dofinansowanie udzielane jest na modernizację budynków użyteczności publicznej². Uzyskana kwota dofinansowania może być przeznaczona na przedsięwzięcie termomodernizacyjne, w szczególności:

-
- 1) *Budynki mieszkalne, zbiorowego zamieszkania oraz budynki stanowiące własność jednostek samorządu terytorialnego, które służą do wykonywania przez nie zadań publicznych*
 - 2) *Rozumianych jako siedziby administracji samorządowej, Ochotniczej Straży Pożarnej, ośrodków kultury, budynki: kultury religijnej, oświaty, nauki, służby zdrowia, opieki społecznej i socjalnej, a także internaty, domy studenckie, domy rencistów lub emerytów, domy dziecka, domy opieki, domy zakonne oraz klasztory.*

Dofinansowanie udzielane jest na modernizację budynków użyteczności publicznej². Uzyskana kwota dofinansowania może być przeznaczona na przedsięwzięcie termomodernizacyjne, w szczególności:

- ocieplenie obiektu,
- wymianę okien,
- wymianę drzwi zewnętrznych,
- przebudowę systemów grzewczych (wraz z wymianą źródła ciepła),
- wymianę systemów wentylacji i klimatyzacji,
- przygotowanie dokumentacji technicznej dla przedsięwzięcia,
- zastosowanie systemów zarządzania energią w budynkach,
- wykorzystanie technologii odnawialnych źródeł energii;
- wymianę oświetlenia wewnętrznego na energooszczędne.

Program wdrażany jest w latach 2010-2017. Dofinansowanie inwestycji przyznawane jest w formie dotacji lub pożyczki. Celem programu jest ograniczenie lub uniknięcie emisji CO₂ poprzez dofinansowanie przedsięwzięć poprawiających efektywność wykorzystania energii przez budynki użyteczności publicznej. Wskaźnikiem realizacji programu jest wielkość ograniczonej lub unikniętej emisji zanieczyszczeń do powietrza i emisji dwutlenku węgla CO₂ [Mg/rok].

Program finansowany jest ze środków uzyskanych ze sprzedaży jednostek przyznanej emisji, dotacji z Systemu Zielonych Inwestycji (GIS) oraz ze środków NFOŚiGW. Budżet dla bezzwrotnych form dofinansowania wynosi 657 mln PLN przy maksymalnej intensywności dofinansowania na poziomie 50%. Budżet dla zwrotnych form dofinansowania wynosi 995 mln przy intensywności dofinansowania maksymalnie 60%.

System zielonych inwestycji (Część 5) - Zarządzanie energią w budynkach wybranych podmiotów sektora finansów publicznych

Celem programu jest uniknięcie emisji CO₂ poprzez dofinansowanie przedsięwzięć poprawiających efektywność wykorzystania energii w budynkach, w których działalność prowadzą podmioty z sektora finansów publicznych.

Program wdrażany jest przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Dofinansowanie udzielane jest na modernizację budynków, będących własnością następujących podmiotów:

Część A

- 1) Polska Akademia Nauk oraz utworzone przez nią instytuty naukowe;
- 2) państwowe instytucje kultury;
- 3) samorządowe instytucje kultury działające w oparciu o ustawę o organizowaniu i prowadzeniu działalności kulturalnej;
- 4) instytucje gospodarki budżetowej;
- 5) komendy powiatowe i miejskie państwowej straży pożarnej.

Część B

Państwowe jednostki budżetowe

Uzyskana kwota dofinansowania może być przeznaczona na przedsięwzięcie termomodernizacyjne, w zakresie podobnym do działań finansowanych w części 1 programu System zielonych inwestycji.

Program wdrażany jest w latach 2010-2015. Dofinansowanie inwestycji przyznawane jest w formie dotacji. Wskaźnikiem realizacji programu jest wielkość ograniczonej lub unikniętej emisji zanieczyszczeń do powietrza i emisji dwutlenku węgla CO₂ [Mg/rok].

Program finansowany jest ze środków uzyskanych ze sprzedaży jednostek przyznanej emisji, dotacji z Systemu Zielonych Inwestycji (GIS) oraz ze środków NFOŚiGW. Budżet dla części A programu wynosi 100 mln PLN, dla części B - 445 995 mln PLN.

Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko (PO IŚ) - Działanie 9.3 Termomodernizacja obiektów użyteczności publicznej

Celem programu jest wsparcie działań na rzecz realizacji pakietu klimatyczno-energetycznego do roku 2020, tj.:

- 1) redukcji emisji gazów cieplarnianych;
- 2) zwiększenia udziału energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych;
- 3) redukcji zużycia energii finalnej, co ma zostać zrealizowane poprzez podniesienie efektywności energetycznej, a także do poprawy jakości powietrza na obszarach, na których odnotowano przekroczenia jakości poziomów dopuszczalnych stężeń w powietrzu i realizowane są programy (naprawcze) ochrony powietrza (POP) oraz plany działań krótkoterminowych (PDK).

Program wdrażany jest przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Beneficjentami programu mogą być jednostki samorządu terytorialnego.

Przyznane dofinansowanie może być przeznaczone na następujące działania energooszczędne:

- ocieplenie obiektu,
- wymianę okien i drzwi zewnętrznych,
- przebudowę systemów grzewczych (wraz z wymianą źródła ciepła) oraz c.w.u., w tym również zastosowanie technologii odnawialnych źródeł energii;
- wymianę systemów wentylacji i klimatyzacji,
- przygotowanie dokumentacji technicznej dla przedsięwzięcia,
- wymianę oświetlenia wewnętrznego na energooszczędne

Program wdrażany jest w latach 2010-2017. Dofinansowanie inwestycji przyznawane jest w formie dotacji. Budżet projektu wynosi 123,7 mln EUR.

Program Operacyjny PL04 „Oszczędzanie energii i promowanie odnawialnych źródeł energii” (obszar programowy nr 5 - efektywność energetyczna)

Celem programu jest redukcja emisji gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń powietrza oraz zwiększenie udziału energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych w ogólnym bilansie zużycia energii.

Program wdrażany jest przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Dofinansowanie udzielane jest na modernizację budynków użyteczności publicznej. Uzyskana kwota dofinansowania może być przeznaczona na

- Termomodernizację budynków użyteczności publicznej
- Prace niezbędne do osiągnięcia niższego poziomu zużycia energii elektrycznej potrzebnej do użytkowania budynków
- Modernizację lub zastąpienie istniejących źródeł energii (wraz z wymianą lub przebudową przestarzałych lokalnych sieci) zaopatrujących budynki użyteczności publicznej nowoczesnymi, energooszczędnymi i ekologicznymi źródłami ciepła lub energii elektrycznej
- Instalację, modernizację lub wymianę węzłów cieplnych o łącznej mocy nominalnej do 3 MW, zaopatrujących budynki użyteczności publicznej.

Program wdrażany jest w latach 2013-2016. Dofinansowanie inwestycji przyznawane jest w formie dotacji. Program finansowany jest ze środków Mechanizmu Finansowego Europejskiego Obszaru Gospodarczego w latach 2009-2014. Budżet programu wynosi 55,9 mln EUR. Intensywność dofinansowania jest uzależniona od ilości unikniętej emisji CO₂. Stosowany jest przelicznik 3 721,76 PLN/ 1 Mg CO₂ [5].

Regionalne Programy Operacyjne województw

W perspektywie finansowej UE na lata 2007-2013, w ramach 16 Regionalnych Programów Operacyjnych, realizowane są 22 działania mające na celu poprawę jakości powietrza oraz zwiększenie efektywności wykorzystania energii. Każde z tych działań jest indywidualnie zdefiniowane w odpowiadającym mu RPO. Realizacja założonych celów odbywa się m.in. poprzez wspieranie modernizacji budynków publicznych.

Programy wdrażane są przez Urzędy Marszałkowskie Województw. Alokacja środków trwa od 2007r. do końca 2015r.

Zestawienie działań objętych wsparciem poszczególnych programów przedstawia Tabela 1

Efekty programów

Analizowane programy są elementem polityki państwa służącej zmniejszeniu energochłonności gospodarki. Zgodnie z Decyzją Parlamentu Europejskiego i Rady nr 406/2009/WE z dnia 23 kwietnia 2009 Państwo Polskie zostało zobowiązane do ustalenia planu z celami dotyczącymi zwiększania efektywności energetycznej. W efekcie w Ustawie o efektywności energetycznej z dn. 15.04.2011 znalazł się zapis ustanawiający krajowy cel w zwiększaniu efektywności energetycznej, a co trzy lata Minister Gospodarki przygotowuje zaktualizowany krajowy plan działań na rzecz efektywności energetycznej. Zgodnie z ustanowionym celem, w 2016 r. powinno nastąpić zmniejszenie zużycia energii finalnej min. o 9% w stosunku do uśrednionego zużycia w latach 2001-2005, tj. o min. 53 452 GWh.

Tabela 1. Działania objęte wsparciem programów

Program /Działanie	FTiR	GIS cz1.	GIS cz.5	PO ICE 9.3	PL04	RPO 2007-2013 i 2014-2020	POICE 2014-2020
Ocieplenie obiektu	x	x	x	x	x	x	x
Wymiana okien	x	x	x	x	x	x	x
Wymiana drzwi zewnętrznych	x	x	x	x	x	x	x
Przebudowa systemów grzewczych	x	x	x	x	x	x	x
Wymiana systemów wentylacji i klimatyzacji	x	x	x	x	x	x	x
Zastosowanie systemów zarządzania energią w budynkach	x	x	x			x	x
Wykorzystanie technologii odnawialnych źródeł energii	x	x	x	x	x	x	x
Wymiana oświetlenia wewnętrznego na energooszczędne	x	x	x	x		x	x
Przygotowanie dokumentacji technicznej dla przedsięwzięcia		x	x	x			
Przygotowanie oceny gospodarki energią w budynkach				x			

Źródło: opracowanie własne

Wg II Krajowego Planu Działań dotyczącego efektywności energetycznej dla Polski z 2012 r. realizacja założonych celów nie jest zagrożona. W roku 2010 osiągnięte oszczędności wyniosły prawie trzy razy więcej niż wynosił cel pośredni³, a szacunki na rok 2016 wskazują przekroczenie celu o 26% [6]. Instytucje publiczne, jako część sektora usług, jednego z czterech odpowiedzialnych za realizację założonych oszczędności, w znacznym stopniu przyczyniają się do realizacji planu.

Oszczędności energii

Bezpośrednim skutkiem realizacji działań zwiększających efektywność energetyczną budynków jest zmniejszenie zużycia energii. Realizowane programy wsparcia nie przekładają się jednak w równym stopniu na generowane oszczędności energii. Wynika to z różnic w intensywności dofinansowania, różnic w wielkości budżetów projektów, ukierunkowania na innych beneficjentów oraz różnic w działaniach będących przedmiotem wydatków kwalifikowalnych.

Dokonano obliczeń oszczędności energii pierwotnej powstałych w wyniku realizacji programów. Obliczeń oszczędności energii dokonano w oparciu o następujące dane:

- Średnie nakłady inwestycyjne na jednostkę zaoszczędzonej energii pierwotnej: 2 887,2 zł/MWh [7]
- Średnie nakłady inwestycyjne poniesione na jednostkę unikniętych emisji: 34 685,3zł/Mg CO₂11
- Emisyjność paliw: 0,083 Mg CO₂/ GWh energii pierwotnej⁴
- Współczynnik konwersji energii: 0,83 [8]
- Trwałość utrzymania się oszczędności w czasie: 30 lat [9]

3) tj. zmniejszenie zużycia energii o 2% w stosunku do uśrednionego zużycia z lat 2001-2005.

4) Obliczenia własne na podstawie [7]

Tabela 2. Budżety i oszczędności energii programów

Program	Budżet programu	Oszczędności energii pierwotnej w roku zakończenia realizacji programu [GWh/rok]	Rok zakończenia realizacji działań w ramach programu	Liczba dotychczasowych beneficjentów ⁵
FTIR*	5,8 mln zł 126,1 premii/rok	20,4	program ciągły	631
GIS cz1.	1 652,0 mln zł	3756,6	2018	296
GIS cz.5	545,0 mln zł	192,7	2017	30
PO IŚ 9.3	515,5 mln zł	219,7	2017	38
PL04	233,1 mln zł	217,2	2015	0
RPO 2007-2013	1 716,0 mln zł	621,6	2016	841
RPO 2014-2020	2 147,9 mln zł	495,2	2022	-
POIŚ 2014-2020	330,4 mln zł	89,5	2022	-

*tylko udział budynków użyteczności publicznej.

Źródło: opracowanie własne.

Dla dwóch programów uwzględniono szczegółowe dane:

- Średnie oszczędności energii uzyskiwane w wyniku realizacji działań w ramach jednej premii, przyznanej w ramach Funduszu Termomodernizacji i Remontów: 0,195 GWh/premię [6]
- Wysokość dofinansowania przyznawana w ramach programu PL04, uzależniona od wielkości unikniętych emisji CO₂: 3 721,76 zł/Mg CO₂ [5]

Do roku 2020, gdy większość programów się zakończy lub będzie w ostatniej fazie realizacji, roczne oszczędności energii finalnej będą wynosić 5506 GWh/rok, co stanowi 10% celu przewidzianego na rok 2016.

Uniknięte emisje

W Polsce większość ciepła produkowanego jest w oparciu o spalanie węgla kamiennego. W 2010r. aż 76% energii cieplnej pochodziło z tego paliwa [10]. Mniej popularne jako źródła energii cieplnej są olej opałowy (7,5%), biomasa (5,7%) czy gaz ziemny (5,2%). Z uwagi na wysoką emisyjność węgla, zmniejszenie zużycia ciepła przez budynki w istotny sposób przekłada się na zmniejszenie emisji gazów i pyłów do atmosfery.

W oparciu o wskaźniki emisyjności CO₂ w analizowanych programach oraz udział procentowy emisji CO₂ w skumulowanej emisyjności w Polsce, obliczono uniknięte emisje.

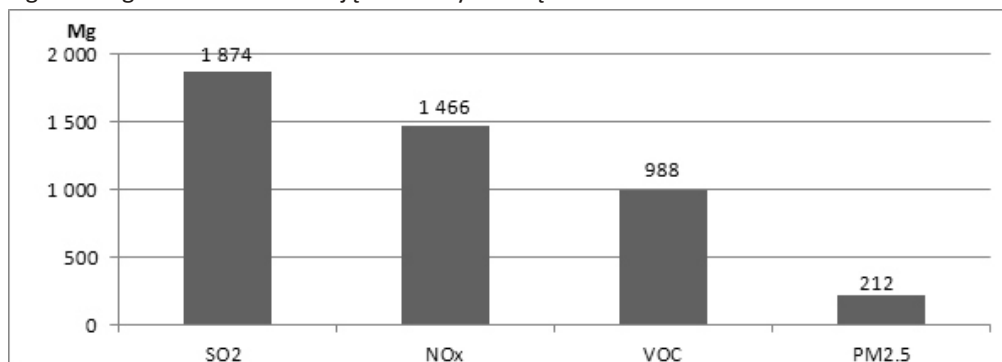
Przeprowadzona analiza kosztów zewnętrznych związana z redukcją emisji, uwzględniająca koszty zdrowotne, pokazuje, że oszczędności z tytułu zmniejszenia emisji NO_x, SO₂, VOC i PM_{2.5} wyniosą 410 mln zł w 2020 roku⁶. Kwota ta stanowić będzie 0,06% sumy nakładów ze środków publicznych na służbę zdrowia w latach 2011-2020⁷.

5) Stan na styczeń 2014.

6) Analiza przeprowadzona w oparciu o wskaźniki wykazane w [11]

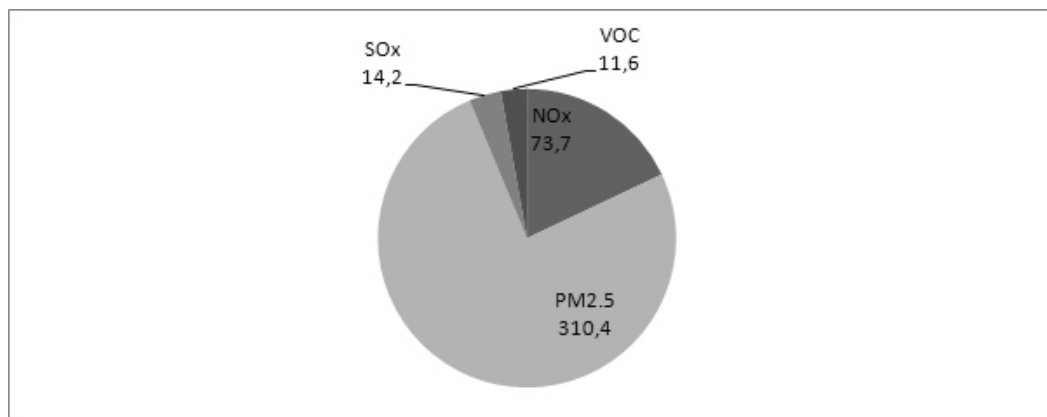
7) Założono, że środki przeznaczane w kolejnych ustawach budżetowych na służbę zdrowia w latach 2014-2020 będą stanowić średnią z lat 2011-2013, tj. 64,5 mld PLN

Oszczędności te wynikać będą m.in z braku konieczności pokrywania kosztów leczenia chorób (np. astmy, bronchitu, choroby serca), czy też hospitalizacji przewlekle chorych osób, których stan zdrowia pogorszył się na skutek długotrwałego narażenia na emisję szkodliwych związków.



Wykres 1. Uniknięte emisje.

Źródło: opracowanie własne.



Wykres 2. Oszczędności osiągnięte do 2020 r. związane z ograniczeniem emisji [mln zł].

Źródło: opracowanie własne.

Zmiany technologiczne

Bezpośrednim skutkiem poprawy efektywności energetycznej budynków jest zmniejszenie obciążenia infrastruktury energetycznej. Wydłużana jest tym samym żywotność np. rurociągów ciepłowniczych czy gazowych

oraz możliwe jest dołączenie nowych użytkowników do systemu, bez konieczności jego rozbudowy. Zwiększony popyt na urządzenia i materiały służące zmniejszaniu energochłonności budynków wymusza rozwój nowych technologii w zakresie energooszczędnego budownictwa i termomodernizacji. Prowadzone są projekty badawczo-rozwojowe w zakresie m.in. - materiałów izolacyjnych, sezonowego magazynowania energii w budynkach [11], systemów zarządzania energią w budynkach [12], kompleksowych metod zmniejszania energochłonności budynków [13] oraz nowych technik budowlanych służących powstawaniu energooszczędnych budynków [14].

Skutki gospodarcze

Zmniejszenie emisji pozytywnie wpływa na stan zdrowia mieszkańców oraz ich samopoczucie, jak również zmniejszana jest degradacja środowiska lokalnego oraz budynków.

Ważnym skutkiem gospodarczym termomodernizacji jest podniesienie wartości aktywów podmiotów będących właścicielami modernizowanych budynków. Z uwagi na skalę wszystkich przedsięwzięć termomodernizacyjnych, w ostatnich latach nastąpił rozwój przedsiębiorstw zajmujących się budownictwem energooszczędnym i termomodernizacją. Prace związane z poprawą efektywności energetycznej w budynkach są zazwyczaj pracochłonne i aktywizują firmy sektora MŚP na lokalnych rynkach. Według Instytutu na rzecz Ekorozwoju do roku 2020 możliwe jest stworzenie od 40 do 330 tys. pełnych etatów w branżach związanych z termomodernizacją budynków [15].

Skutki społeczne

Zwiększanie efektywności energetycznej budynków wywołuje pozytywne skutki społeczne: poprawą „zdrowia budynków”, podniesieniem komfortu przebywania w nich oraz poprawą estetyki.

W przypadku instytucji publicznych, takich jak szpitale, szkoły czy przedszkola, ważnym celem społecznym termomodernizacji jest fakt poprawy komfortu użytkowania budynków. Na społeczności lokalne pozytywnie oddziałuje poprawa estetyki budynków termomodernizacja wiąże się z wymianą stolarki okiennej oraz elewacji, często również, jako dodatkowe działanie, przeprowadzane jest porządkowanie terenu wymiana roślinności, oświetlenia zewnętrznego, terenów rekreacyjnych. Ładniejsze budynki narzucają użytkownikom bardziej kulturalne zachowania, podnoszą rangę mieszkańców i budują poczucie lokalnej tożsamości.



Obiekty poddane termomodernizacji, przed realizacją. Fot. M. Strama



Obiekty poddane termomodernizacji, po realizacji. Fot. M. Strama

Rysunek 2 Zmiana wizerunku budynku po termomodernizacji.

Źródło: [2]

Dzięki wzrostowi zatrudnienia w branżach powiązanych z termomodernizacją zmniejszeniu ulegają negatywne skutki bezrobocia: niskie poczucie własnej wartości, podatność na uzależnienia, ryzyko wystąpienia patologii.

Na poziomie władz lokalnych nawiązywane są międzynarodowe kontakty w celu wymiany doświadczeń i dobrych praktyk. Przykładem międzynarodowej sieci zawiązanej w tych celach jest Covenant of Mayors. Porozumienie to, które podpisało ponad 4,8 tys. przedstawicieli władz lokalnych, w tym 35 podmiotów z Polski [16]. Celem inicjatywy jest kompleksowe podejście do kwestii modernizacji obszarów miejskich, obejmujące m.in. termomodernizację budynków i optymalizację wykorzystania transportu. Tworzone są spójne plany poprawy efektywności energetycznej uwzględniające powiązania międzysektorowe. Jasno określone są cele: zarówno energetyczne (stopień poprawy efektywności energetycznej), jak i ekonomiczne (oszczędności wynikające ze zmniejszenia kosztów eksploatacyjnych). W tworzenie planów zaangażowane są podmioty bezpośrednio tym zainteresowane, czyli społeczności lokalne oraz przedsiębiorcy. Oprócz efektu uwzględniania potrzeb wszystkich interesariuszy, istotne jest również wzmocnienie postaw proefektywnościowych wśród osób prywatnych i przedsiębiorców.

Podsumowanie

Realizowane w Polsce programy wsparcia procesów termomodernizacji są istotnym źródłem finansowania procesów modernizacji i rewitalizacji budynków użyteczności publicznych. Na działania realizowane w ramach programów w latach 2007-2013 wydano prawie 4,7 mln zł, natomiast programy przewidziane dotychczas na lata 2014-2020 posiadają budżet 2,5 mld zł. Realizacji pierwotnych celów, jakimi jest zmniejszenie zapotrzebowania budynków na energię, towarzyszy generowanie skutków pośrednich. Należą do nich: poprawa jakości środowiska naturalnego i związane z tym uniknięte koszty ochrony zdrowia, realizacja licznych projektów badawczo-wdrożeniowych z zakresu nowych technik i materiałów budowlanych, zmniejszania energochłonności budynków, magazynowania energii w budynkach. Aspektem materialnym towarzyszą zmiany społeczne: zmniejszenie bezrobocia, poprawienie estetyki budynków i zmiana w postrzeganiu instytucji publicznych rezydujących w odnowionych budynkach, a także zwiększenie wartości modernizowanych nieruchomości.

Bibliografia

1. *Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej.*
2. *„Zysk w energii. Efekt w środowisku. Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko. Priorytet IX Infrastruktura energetyczna przyjazna środowisku: Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, 2012.*
3. <http://www.bgk.com.pl/fundusz-termomodernizacji-i-remontow-2/dane-liczbowe>. [Online]
4. <http://www.nfosigw.gov.pl/system-zielonych-inwestycji---gis/programy-priorytetowe/>. [Online]
5. <http://www.nfosigw.gov.pl/srodki-norweskie/nabory/art,4,ogloszenie-o-naborze-wnioskow-w-ramach-otwartego-konkursu-glownego-dla-pl04.html>. [Online]
6. *Drugi Krajowy Plan Działań dotyczący efektywności energetycznej dla Polski 2011. Ministerstwo Gospodarki, 2012.*
7. *Ocena wpływu inwestycji w ramach działań 9.1, 9.2 i 9.3 PO IŚ na realizację zobowiązań związanych z oszczędzaniem energii. Warszawa: Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, 2010.*

8. Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 4 września 2012 r. w sprawie sposobu obliczania ilości energii pierwotnej odpowiadającej wartości świadectwa efektywności energetycznej oraz wysokości jednostkowej opłaty zastępczej (Dz.U. 2012 nr 0 poz. 1039).
9. *Recommendations on measurement and verification methods In the framework of Directive 2006/32/EC on Energy end-use efficiency and energy services.* Komisja Europejska.
10. *Energetyka ciepła w liczbach 2010.* Urząd Regulacji Energetyki, 2011.
11. <http://www.mostostal.waw.pl/index.php?m=content&cmd=print&module-id=80>. [Online]
12. <http://www.teds4bee.eu/>. [Online]
13. <http://www.ncbir.pl/programy-strategiczne/zintegrowany-system-zmniejszenia-eksploatacyjnej-energochlonnosci-budynkow/>. [Online]
14. <http://www.mbj2030.pl/>. [Online]
15. http://www.ine-isd.org.pl/theme/UploadFiles/File/projekty/EE_PRACAL.pdf. [Online]
16. http://www.eumayors.eu/index_en.html. [Online]
17. *Damages per tonne emission of PM2.5, NH3, SO2, NOx and VOCs from each EU25 Member State (excluding Cyprus) and surrounding seas.* Komisja Europejska, 2005.

Abstract

The article presents programs to support the revitalization process of public buildings aimed at increasing the energy efficiency of these buildings. It were presented programs implemented by Polish public institutions Bank Gospodarstwa Krajowego, The National Fund of Environmental Protection and Water Management and the Marshal Offices of voivodships. It was described the objectives, budgets, duration and activities supported under the seven programs. The paper shows the results of calculations and analysis on the impact of the programs.

Keywords: *revitalization of public buildings, energy efficiency, results of buildings modernization*

Dr inż. Marcin Słoma
Politechnika Warszawska, Wydział Mechatroniki

9. Analiza śladu węglowego urządzeń elektrycznych i elektronicznych w rewitalizowanych budynkach użyteczności publicznej

Carbon footprint analysis of electrical and electronic equipment in revitalized social service building/public utility building

STRESZCZENIE

W pracy poruszona zostanie kwestia analizy emisji gazów cieplarnianych w odniesieniu do wyposażenia budynków użyteczności publicznej w sprzęt elektryczny i elektroniczny. Szczegółowo opisano nie tylko zależność związaną z efektywnością energetyczną, lecz także zależność między emisją gazów cieplarnianych a cyklami produkcji, transportu, użytkowania i utylizacji. Przedstawiono również szczegółowy opis zagadnienia śladu węglowego oraz metod jego oceny proponowanych przez środowiska naukowe i organizacje proekologiczne. Scharakteryzowano cykl życia produktów na przykładzie zestawu sprzętu elektrycznego i elektronicznego występującego w budynku użyteczności publicznej. Przeprowadzono statystyczną analizę budowy tego rodzaju urządzeń i na tej podstawie oceniono wielkość emisji gazów cieplarnianych. Na podstawie analizy wyników zaproponowano opis etykiety ekologicznej dla budynku niskoemisyjnego. Zastosowanie takiej etykiety w celu wyróżnienia firm z obszaru województwa mazowieckiego pracujących według tych wytycznych może poprawić konkurencyjność, ułatwić wprowadzanie innowacyjnych rozwiązań pozwalających na zbudowanie silnej pozycji na rynku, pozwolić firmom stać się beneficjentami ulg czy dotacji wynikających z ich proekologicznej postawy oraz zmniejszyć ogólne zużycie energii w gospodarce Mazowsza.

Słowa kluczowe: ślad węglowy, gazy cieplarniane, utylizacja sprzętu elektronicznego, analiza cyklu życia produktów

Wprowadzenie

Zużycie energii przez sprzęt elektryczny i elektroniczny (EE) oraz jego oddziaływanie na środowisko budzi obawy analityków i decydentów zajmujących się sprawami energetyki i ochrony środowiska. Poziom wykorzystywania energii przez ten sprzęt jest przedmiotem licznych strategii poprawy efektywności. Poza tym odpady elektryczne i elektroniczne przyczyniają się również do zanieczyszczania środowiska naturalnego, gdyż zawierają toksyczne

materiały [1]. Metody postępowania z nimi i proces recyklingu są w wieloraki sposób poddawane regulacjom prawnym, jednak w krajach rozwijających się rośnie problem niekontrolowanego i nielegalnego recyklingu. Szybki rozwój techniczny i innowacyjność produktów tworzą nowe problemy środowiskowe, ponieważ tendencja do zużywania się sprzętu elektronicznego nieustannie wzrasta. Emisja gazów cieplarnianych (GC) w cyklu życia produktów EE jest trudna do ustalenia empirycznie, ponieważ ich wytwarzanie jest związane z rozbudowanym łańcuchem produkcyjno-logistycznym i to często w aspekcie nie tylko lokalnym, lecz także globalnym. Dodatkowo producenci nie zawsze publikują wiarygodne dane na temat emisji. Często pomija się informacje o zużyciu paliwa czy energii do ogrzewania budynków i z tego względu ostateczne wyliczenia mogą różnić się znacząco od wytycznych zakładanych w ocenie cyklu życia (LCA).

W artykule poruszona będzie kwestia analizy emisji gazów cieplarnianych w odniesieniu do wyposażenia budynków użyteczności publicznej w sprzęt elektryczny i elektroniczny. Szczegółowo zostanie przedstawiona nie tylko zależność związana z efektywnością energetyczną, najczęściej poruszana w analizach, lecz także zależność między emisją GC a cyklami produkcji, transportu, użytkowania i utylizacji. Zazwyczaj uważa się, że duże urządzenia EE, w szczególności pralki czy lodówki, odpowiadają za największe zużycie energii [2], pomijając ogrzewanie, produkcję ciepłej wody użytkowej i oświetlenie. Panuje również pogląd, że to użytkowanie pochłania najwięcej energii w porównaniu z innymi etapami cyklu życia, które z tego powodu pomija się w obliczeniach [3]. Te popularne, żeby nie powiedzieć populistyczne założenia, opierają się na badaniach przeprowadzonych w latach 80. i 90. ubiegłego stulecia. Biorąc pod uwagę szybki wzrost liczby małych urządzeń i nowych produktów elektronicznych, czas zastanowić się, czy te założenia nie mijają się z rzeczywistością. Od lat 90. na zużycie energii elektrycznej wpłynęły trzy główne tendencje: poprawa wydajności energetycznej urządzeń [2], zwiększenie liczby sprzętu w gospodarstwach domowych i biurach oraz zwiększenie powierzchni miejsc pracy sezonowo dogrzewanych lub chłodzonych [5]. Standardy i regulacje prawne przyczyniły się do zmniejszenia zużycia energii, co dla odbiorców jest najbardziej widoczne w konieczności umieszczania naklejek informujących o klasie energetycznej produktu. Dodatkowo, na przykładzie gospodarstw domowych, można stwierdzić, że tradycyjnie występujące urządzenia, takie jak lodówka, pralka i telewizor, przestały być dominujące, a coraz większy udział stanowią inne urządzenia – komputery, kuchenki mikrofalowe, ekspresy do kawy, odtwarzacze DVD/Blu-ray, odtwarzacze MP3 czy konsole do gier. Pierwsze doniesienia o zmieniających się trendach pochodzą już z końca ubiegłego wieku [6], kiedy zaczęto zauważać znaczący udział urządzeń z dotychczas pomijanej kategorii „inne”. Ponadto do zmian tendencji przyczynia się również sam postęp technologiczny skłaniający użytkowników do okresowej wymiany urządzeń [7] zamiast naprawy starych [8,9], co prowadzi do wzrostu odpadów EE. Prawie dekadę temu zaobserwowano, że pobór energii w fazie produkcji komputerów jest znacznie większy niż w fazie ich użytkowania [10], co potwierdzono w późniejszych opracowaniach [11]. W gospodarstwach domowych emisje GC związane z użytkowaniem urządzeń EE mogą stanowić kilkanaście procent całkowitej emisji, a pozostałe czynniki to ogrzewanie i chłodzenie pomieszczeń, ogrzewanie wody użytkowej czy transport samochodowy [12][13][14].

Niezależnie od dyskusji na temat wpływu emisji gazów cieplarnianych na środowisko, związanej z postępem cywilizacyjnym, bezsprzecznie rozwój uprzemysłowienia wiąże się z zanieczyszczeniem środowiska. W raporcie przygotowanym przez Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu (IPCC) w 2009r. stwierdzono, że jeżeli stopień zanieczyszczenia generowanego przez produkcję, usługi i energetykę nie zacznie się zmniejszać, to w ciągu najbliższych kilkudziesięciu lat zagrażać może katastrofa ekologiczna [16]. W tym wypadku nie jest istotne

udowadnianie wpływu emisji GC na zmianę klimatu, ale działania na rzecz zmniejszenia zanieczyszczeń w celu ochrony środowiska naturalnego i zachowania go w jak najlepszym stanie dla przyszłych pokoleń. W 1994r., 150 krajów przyjęło Konwencję ONZ w sprawie zmian klimatu [16] [1], a trzy lata później wprowadzono Protokół z Kioto [16. 2], którego celem jest ustabilizowanie emisji GC do atmosfery i późniejsze zmniejszenie do poziomu, z którym ekosystem mógłby sobie poradzić ekosystem bez zmian w jego funkcjonowaniu [17]. Kolejną instytucją działającą w tej sprawie jest brytyjska organizacja ujawniania emisji gazów cieplarnianych Carbon Disclosure Project (CDP), która współpracuje z ponad trzema tysiącami największych korporacji światowych. Jej cel to wprowadzenie wymogu publikacji danych o emisji GC, a także współpraca w zakresie budowy strategii zarządzania emisją w celu minimalizacji jej wpływu na środowisko [18]. W 2008r., Brytyjska Organizacja Normalizacyjna (BSI) opublikowała specyfikację oceny śladu węglowego PAS2050, która jest obecnie głównym opisem w tworzeniu wytycznych oceny śladu węglowego. Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna (ISO) opublikowała normy związane z cyklem życia produktu opisujące wytyczne oceny emisji (ISO 14040/44, ISO14025 oraz ISO 14064), a także opublikowała w 2013r., normę ISO 14067:2013 bezpośrednio opisującą wytyczne do oceny śladu węglowego. Przepisy dotyczące zmniejszenia szkodliwego wpływu urządzeń EE na środowisko, jak unijna dyrektywa WEEE 2002/96/EC czy RoHS 2002/95/EC, a także ekoprojekt REMODECE [15], pokazują zainteresowanie wpływem cyklu życia produktów na środowisko. Wiele krajów ustanawia odrębne przepisy dotyczące etykietowania produktów pod kątem śladu węglowego związanego z ich cyklem życia. Prace te dążą do zmniejszenia wpływu produktów na środowisko, uwzględniając również ich utylizację, i skupienia uwagi na wszystkich aspektach tzw. zielonej produkcji, w tym projektowania, transportu i ponownego użycia.

Skąd jednak tak duże zainteresowania zagadnieniem śladu węglowego? Z jednej strony można powiedzieć, że koncepcja przypisania ilości wyemitowanego dwutlenku węgla do każdego produktu jest po prostu modna i łatwa do zrozumienia dla przeciętnego odbiorcy. Gdy okazuje się, że podróż z Europy na zachodnie wybrzeże USA spowoduje emisję około 2 ton CO₂, można wprost stwierdzić, że jest to 20% średniej emisji dwutlenku węgla generowanej przez przeciętnego Europejczyka w całym roku! Produkowanie wyrobów, z którymi związana jest niska emisja dwutlenku węgla, to nowy trend na rynku produkcji masowej. Dla firm wskaźnik ten staje się ważnym czynnikiem w podejmowaniu decyzji i ocenie konkurencyjności na rynku. Wybór dostawcy produktu lub usługi może opierać się nie tylko na cenie produktu lub usługi, lecz także na jego oddziaływaniu na środowisko. W świetle rozwijających się trendów tworzenia standardów dotyczących śladu węglowego należy spodziewać się wprowadzenia ograniczeń co do handlu nowymi produktami, w tym produktami EE, zależnie od ich śladu węglowego, podobnie jak można to zaobserwować w przypadku sprzedaży nowych samochodów o ograniczonej emisji dwutlenku węgla.

Ważną kwestią podczas obliczania śladu węglowego poszczególnych państw jest tzw. eksport i import emisji. Globalny handel spowodował, że ślad węglowy przestaje być określany dla danego kraju, gdyż staje się wskaźnikiem międzynarodowym. Podnoszą się głosy, że kraje powinny odpowiadać nie tylko za emisję wynikającą z działalności we własnych granicach, lecz także za tę związaną z produkcją towarów i usług, których są odbiorcami. Według raportu CarnegieInstitution for Science odnoszącego się do danych z 2004r., państwa europejskie eksportują w ten sposób ok. 1/3 swojej emisji, a istnieją również takie wyjątki jak gospodarka szwajcarska, której wyeksportowana emisja jest większa niż krajowa [19]. Prym w tych rankingach wiodą Chiny, które uważa się za największego emitenta dwutlenku węgla prawie 24% całkowitej emisji światowej [20][21]. Wszelkie uwagi kierowane do władz chińskich

mające na celu zmniejszenie zanieczyszczenia środowiska napotykają na opór uzasadniany tym, że gwałtowny wzrost emisji w Chinach jest napędzany przez eksport tanich towarów do zachodnich konsumentów. Z analizy emisji z produktów sprzedawanych przez Chiny wynika, że w 2004r. Chiny mogły wyeksportować ok. 23% CO₂ z tytułu eksportu towarów i usług. To nieco mniej niż całkowita emisja Japonii w tym roku, prawie tyle samo co sumarycznie Niemcy i Australia bądź dwa razy więcej niż krajowa emisja Wielkiej Brytanii. Od 2004r. emisja Chin wzrosła o prawie 70% i nadal tempo rozwoju jest znaczne. W 2011r. największy udział w eksporcie towarów z Chin, ponad 57%, stanowiły urządzenia mechaniczne, elektryczne i elektroniczne, w tym korzystające z nowoczesnych technologii [22]. Pokazuje to skalę problemu oceny śladu węglowego. Należy również oczekiwać tworzenia regulacji uwzględniających całkowitą emisję dotyczącą cyklu życia produktów, a nie tylko odnoszącą się do emisji krajowej.

W opracowaniu zawarto szczegółowy opis zagadnienia śladu węglowego oraz metod jego oceny proponowanych przez środowiska naukowe i organizacje proekologiczne. W odniesieniu do sprzętu EE scharakteryzowano cykl życia tego rodzaju produktów. W celu optymalnego zrozumienia opisywanego zagadnienia przedstawiono przykładowy zestaw sprzętu EE występujący w budynku użyteczności publicznej, przeprowadzono statystyczną analizę budowy tego rodzaju urządzeń i na tej podstawie oceniono wielkość emisji gazów cieplarnianych z podziałem na poszczególne etapy życia produktu: produkcję, transport, użytkowanie i utylizację. Na podstawie analizy wyników zaproponowano opis etykiety ekologicznej dla budynku niskoemisyjnego wyposażonego w urządzenia charakteryzujące się niską wartością śladu węglowego. Dzięki możliwości takiego scharakteryzowania budynku, a co za tym idzie oceny procesu rewitalizacji prowadzonej pod tym kątem, możliwe jest wyróżnienie firm z obszaru województwa mazowieckiego pracujących według tych wytycznych jako przedsiębiorstw działających na rzecz ochrony środowiska. Takie działania mogą poprawić konkurencyjność, pozwolić firmom stać się beneficjentami ulg czy dotacji wynikających z ich proekologicznej postawy oraz zmniejszyć ogólne zużycie energii w gospodarce Mazowsza.

Ślad węglowy

Opis śladu węglowego można przedstawić za pomocą rozmaitych definicji, jednak najpopularniejsza z nich dotyczy pełnego zestawu gazów cieplarnianych wyemitowanych w cyklu życia produktu przez organizację lub daną osobę [23][24]. Tak szeroka definicja nie pozwala precyzyjnie obliczyć całkowitej emisji dwutlenku węgla ze względu na dużą ilość danych wymaganych do analizy. Za bardziej praktyczną uznaje się tę stosowaną w literaturze i badaniach: jest to miara całkowitej ilości wyemitowanego dwutlenku węgla (CO₂) i metanu (CH₄) z uwzględnieniem podtlenku azotu (N₂O), biorąc pod uwagę wszystkie istotne źródła na określonym terenie, w określonej przestrzeni czasowej, dla danej populacji ludności, systemu lub aktywności publicznej [25]. Niekiedy do tych związków chemicznych zalicza się również sześćfluorek siarki (SF₆), czterofluorek węgla (CF₄) i węglowodory chloro- i fluoropochodne (freony). Wyniki obliczeń podaje się w jednostce ekwiwalentu dwutlenku węgla (CO₂e) i wyraża za pomocą wskaźnika potencjału tworzenia efektu cieplarnianego (Global Warming Potential - GWP) określanego najczęściej dla okresu 100 lat (GWP100) [25]. Różne gazy cieplarniane w niejednakowym stopniu przyczyniają się do globalnego ocieplenia, ekwiwalent dwutlenku węgla zaś pozwala porównywać emisje różnych gazów na wspólnej skali. Zestawienie wartości GWP dla wybranych substancji

Tabela 1. Zestawienie wartości GWP dla wybranych gazów cieplarnianych.

Substancja	GWP100
Dwutlenek węgla (CO ₂)	1
Metan (CH ₄)	25
Podtlenek azotu (N ₂ O)	298
Czterofluorek węgla (CF ₄)	5 700
Sześćofluorek siarki (SF ₆)	22 200

Źródło: opracowanie własne.

Wielkość emisji jest zazwyczaj klasyfikowana zgodnie z etapem w cyklu życia produktu. Wszystkie te etapy łącznie zawierają pełną ocenę cyklu życia produktu (LCA) lub to, co jest określane jako oszacowanie „od kołyski aż po grób” („cradle to grave”). Fazy opisuje się według wcześniej wymienionych standardów (PAS 2050, ISO 14040-44, ISO 14067), które pozwalają zdefiniować pojęcia i uzyskać jednorodne wyniki. Metodologia bierze pod uwagę pełny cykl działań procesów lub podmiotów, uwzględniając produkcję, transport, użytkowanie, składowanie i utylizację. Etapy są zazwyczaj podzielone na dwie główne grupy:

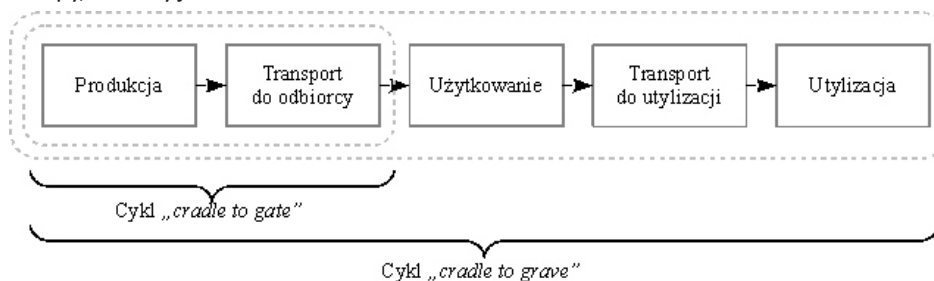
- Wydobycie materiałów, produkcja podzespołów i gotowych wyrobów zdefiniowane jako „od kołyski do bramy” („cradle to gate”). Emisje te nazywa się również śladem węglowym dziedzicznym lub śladem węglowym produktu. Jest to element całkowitego bilansu emisji w ciągu cyklu życia, na którą producent ma bezpośredni wpływ.
- Transport na miejsce instalacji/sprzedaży, użytkowanie i utylizacja zdefiniowane jako „od bramy do grobu” („gate to grave”). Etap ten obejmuje część całkowitego bilansu emisji, na którą największy wpływ ma odbiorca produktu. W tym przypadku emisje GC z paliw w czasie transportu na znaczne odległości mogą być bardziej istotne niż całość emisji w pierwszej fazie [27]. Jednocześnie to w tej drugiej grupie wyróżniamy etap użytkowania, względem którego przedsięwzięto dotychczas najdalej idące działania. Przemysł podjął zabiegi mające na celu obniżenie zużycia energii w urządzeniach, co w dużej mierze zostało podyktowane zwiększeniem cen energii oraz zmianą świadomości ekologicznej klientów.

Aby spełnić odpowiednie normy, ślad węglowy produktu musi uwzględniać całkowity bilans emisji „od kołyski do grobu”. W ciągu kilku lat przemysł będzie prawdopodobnie zobowiązany do przestrzegania standardów sprawozdawczości w kwestii zmian klimatycznych i zrównoważonego rozwoju w taki sam sposób, w jaki obecnie prowadzi sprawozdawczość finansową.

W coraz większej liczbie państw obserwuje się trend do wprowadzania etykiet emisyjnych produktów i usług. Mają one zapewnić konsumentom wiarygodną możliwość oceny przyjazności produktów dla środowiska podczas ich wyboru [29]. Obecnie kraje takie jak Wielka Brytania, Stany Zjednoczone, Kanada, Francja, Japonia, Korea Południowa i Tajlandia wprowadziły prawo konsumenckie pozwalające na stosowanie takich etykiet. Brytyjski Instytut Badania Rynku raportuje, że etykiety emisyjne pozwalają zwiększać sprzedaż [30,31]. Około 67% ankietowanych klientów preferowało zakup produktów o niższej emisji dwutlenku węgla.

Cykl życia produktów elektronicznych - niezbędne założenia

Określenie zakresu przeprowadzonej analizy śladu węglowego jest niezwykle ważne dla uzyskania wiarygodnej oceny. Zgodnie z PAS 2050 „należy oceniać emisyjność produktu od początku jego cyklu produkcyjnego. Dla poprawnej oceny emisji dwutlenku węgla produkty muszą być zdefiniowane w kategoriach jednostek funkcjonalnych. Jednostka funkcjonalna określa funkcje produktu, które zostaną ocenione, i ilość produktu, którego będą dotyczyć wszystkie zgromadzone dane”. Aby postępować zgodnie z PAS 2050, należy zastosować jedną z dwóch metod analizy LCA opisywanych w rozdziale 2: „cradle to gate” lub „cradle to grave” przedstawione na rysunku 1. Szczegółowy opis czynników związanych z emisją GC w cyklu życia produktu, w rozbiciu na poszczególne etapy, zawarty jest w tabeli 2



Rysunek 1. Różne rodzaje analizy cyklu życia produktów.

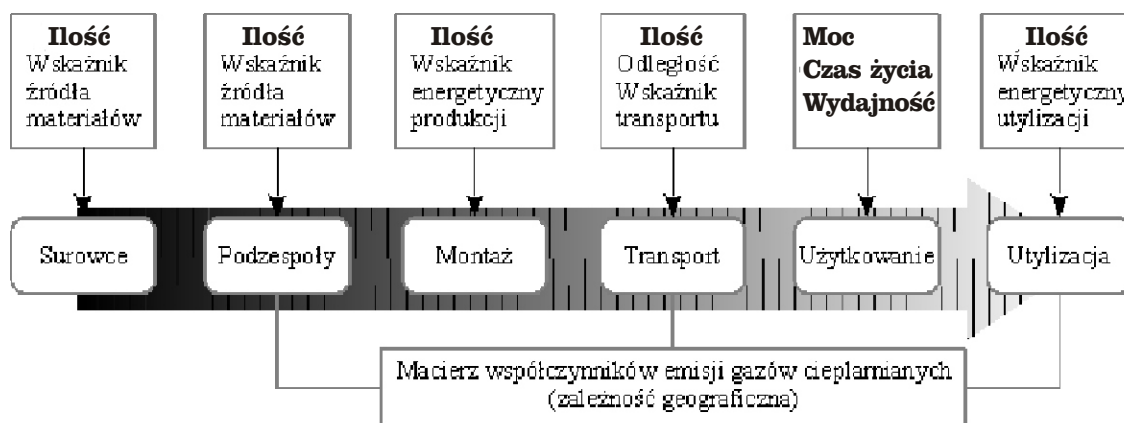
Źródło: opracowanie własne.

Tabela 2. Czynniki związane z emisją gazów cieplarnianych w cyklu życia produktu.

Etapy	Opis	
Wydobycie i obróbka surowców	Surowce	Energia wydobycia i przetwórstwa, odpady
	Zaopatrzenie	Emisja z transportu (z miejsca wydobycia do producenta)
	Całkowity ślad węglowy surowców	Wszystkie inne czynniki związane z materiałami
Produkcja	Podzespoły	Energia przetwórstwa docelowego, odpady
	Montaż	Energia etapu montażu
	Pakowanie	Emisja podczas produkcji opakowania, energia etapu pakowania, odpady
Logistyka	Magazynowanie	Energia etapu przechowywania, w tym energia chłodzenia
Użytkowanie	Dystrybucja	Emisja z transportu (od producenta do odbiorcy)
Utylizacja	Pobór energii i innych czynników	Energia procesu użytkowania, zużycie wody
	Opakowanie i odpady	Emisja z odpadów
	Pobór energii, inne czynniki, odpady	Energia procesu utylizacji, pobór wody, pobór odczynników chemicznych, emisja z odpadów

Źródło: opracowanie własne.

W większości przypadków takie proste podejście do zagadnienia nie wystarcza. Związane jest to głównie z wieloma czynnikami zależnymi od eksportu podzespołów czy kontraktowania usług zewnętrznych. Z tego względu należy zastosować bardziej złożone procedury obliczeniowe. Przykładem takiego rozwiązania jest algorytm do szacowania śladu węglowego urządzenia multimedialnego, który przedstawiono na schemacie 1 [32]. W tym opracowaniu przedstawiono bloki dotyczące kolejnych etapów cyklu życia, które uwzględniają zarówno ilościowe dane o zużytych materiałach czy energii elektrycznej, jak i współczynniki określające, w jakim stopniu dany składnik przyczynił się do emisji GC. Zastosowanie tego rodzaju podejścia jest uzasadnione, gdyż nie zawsze dana wartość czynnika jest odpowiedzialna za 100% emisji, np. zastosowanie surowców z odzysku pozwoli na zastosowanie współczynnika mniejszego niż 100% na etapie wydobycia i przetwórstwa surowców. Podobnie będzie, jeżeli energia elektryczna w procesie produkcji, użytkowania czy utylizacji będzie pochodziła ze źródeł odnawialnych.



Schemat 1. Analiza ilościowej emisji gazów cieplarnianych urządzeń elektrycznych i elektronicznych uwzględniający czynniki zmienne¹.

Źródło: opracowanie własne.

Przykładowy zestaw urządzeń elektrycznych i elektronicznych

Przedmiotem niniejszego opracowania jest analiza emisji GC w budynku użyteczności publicznej. Popularne opracowania, które można odszukać w literaturze krajowej i zagranicznej, dotyczą zwykle opisu pojedynczych urządzeń, wyrobów, usług czy procesów. Można również znaleźć prace dotyczące statystycznego śladu węglowego osoby czy gospodarstwa domowego. W tym drugim przypadku można posłużyć się danymi już istniejącymi, gdyż w głównej mierze wiążą się one z rodzajem gospodarstwa (mieszkanie lub dom) i ilością osób w nim mieszkających.

¹Wartości zaznaczone cziönką pogrubioną są wartościami bezwzględnymi, pochodzącymi z danych produkcyjnych, logistycznych i użytkowych.

W przypadku obiektów użyteczności publicznej nie jest to takie proste. W tej kategorii znajdziemy zarówno szkoły, przedszkola, kina, teatry, obiekty biurowe, dworce, obiekty gastronomiczne, rozrywkowe, domy kultury, biblioteki, jak i szpitale, baseny, obiekty handlowe, urzędy pocztowe, obiekty sakralne oraz wiele innych mieszczących się w definicji. Każdy z tych obiektów, poza zróżnicowaną powierzchnią, różni się przeznaczeniem, a co za tym idzie również zestawem urządzeń EE w nim występujących. O ile w przypadku gospodarstw domowych zastosowanie współczynników powierzchni obiektu i ilości zamieszkałych osób pozwoli na oszacowanie śladu węglowego z dużą dokładnością, o tyle w przypadku budynków użyteczności publicznej nie można stosować takiego przybliżenia. Każdy obiekt wymaga inwentaryzacji urządzeń i dopiero na tej podstawie można przeprowadzić analizę.

Taka metodologia została przyjęta również w tej pracy. Określenie przykładowego zestawu urządzeń należy uznać za problematyczne i mało precyzyjne, dlatego posłużymy się konkretnym przykładem budynku przedszkola niepublicznego. Jest ono umiejscowione w budynku o powierzchni 318 m², zaadaptowanym z budynku mieszkalnego przez rozbudowę pierwotnej powierzchni (149 m²) i przystosowanie do celów przedszkolnych dzięki modernizacji pomieszczeń. W przedszkolu znajduje się 5 sal dla dzieci, 5 łazienek, szatnia, pomieszczenia kuchenne, pomieszczenie biurowe, kotłownia i ciągi komunikacyjne. Przedszkole przeznaczone jest do prowadzenia działalności edukacyjnej dla 40 dzieci. Funkcjonowanie tego rodzaju obiektu regulują rozporządzenia wydawane przez Ministra Edukacji Narodowej, dlatego można przyjąć, że obliczenia prowadzone dla przedszkola o innej powierzchni lub edukującego inną liczbę dzieci mogą podlegać podobnej procedurze oceny śladu węglowego, uwzględniając odpowiednio dobrany współczynnik przeliczenia powierzchni lub liczby dzieci. Wynik takiej analizy nie będzie podawał bezwzględnej wartości emisji GC, ale ze względu na fakt, że w procedurach oceny śladu węglowego i tak stosuje się wiele przybliżeń, taki współczynnik nie powinien być obciążony znaczącym błędem. Przykładowy zestaw urządzeń EE z inwentaryzowanego przedszkola przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Przykładowy zestaw urządzeń elektrycznych i elektronicznych w przedszkolu niepublicznym (wraz z urządzeniami grzewczymi i gastronomicznymi zasilanymi gazem ziemnym).

Lp.	Nazwa	Ilość	Moc / uwagi
Oświetlenie			
1	Lampa sufitowa prostokątna, 2 świetlówki	8	72
2	Lampa sufitowa prostokątna mała, 2 świetlówki	8	36
3	Lampa sufitowa kwadratowa, 4 świetlówki	49	72
4	Lampa sufitowa okrągła, 1 żarówka	11	75
Wyposażenie kuchenne elektryczne			
5	Okap	1	310
6	Przenośna płyta grzejna do zajęć edukacyjnych	1	2500
7	Piekarnik	1	3200
8	Mikser	2	500
9	Chłodziarka przemysłowa 3-komorowa	1	470
10	Chłodziarko-zamrażarka 150 l	1	B

Tabela 3 (cd).

Lp.	Nazwa	Ilość	Moc / uwagi
Wyposażenie kuchenne elektryczne			A
11	Chłodziarko-zamrażarka 250 l	1	35
12	Sterylizator UV do jajek	1	100
13	Krajalnica	1	55
14	Dystrybutor wody	2	700
15	Gofrownica	1	700
16	Opiekacz	1	0,2
17	Waga	1	1500
18	Kuchenka mikrofalowa	1	3450
19	Zmywarka do naczyń	1	120
20	Wyciąg gorącego powietrza	1	1260
21	Ekspres do kawy	1	
Multimedia			160
22	Interaktywna tablica dotykowa 55"	1	240
23	Projektor	1	22
24	Syntezyzator	1	3
25	Odtwarzacz CD z odbiornikiem radiowym	3	
Wyposażenie biurowe			28 (6)
26	Urządzenie wielofunkcyjne (czuwanie)	1	60
27	Laptop	2	3
28	Telefon	1	
Systemy bezpieczeństwa			8
29	Oświetlenie ewakuacyjne	12	
30	Konsola alarmu	2	
31	Kamera	5	
32	Domofon	5	
33	Czujki ruchu PIR	13	
34	System alarmowy i wezwania ochrony	2	
Inny sprzęt elektryczny i elektroniczny			
35	Włącznik oświetlenia	45	
36	Gniazdo 1-fazowe	42	
37	Gniazdo 3-fazowe	2	1200
38	Suszarka do rąk	1	60
39	Wyciąg powietrza w szatni	1	35
40	Wyciąg powietrza w salach i toaletach	8	

Tabela 3 (cd).

Lp.	Nazwa	Ilość	Moc / uwagi
Inny osprzęt elektryczny i elektroniczny			
41	Sterownik nawadniania ogrodu	1	28,8
42	Wentylator przenośny	1	140
43	Odkurzacz przemysłowy	1	1500
44	Objętościowy ogrzewacz wody	1	1200
45	Pompa CWU	1	28
Urządzenia grzewcze i zasilane gazem ziemnym			
46	Piec CO/CWU	1	90/gaz
47	Wymiennik ciepła 400l	1	
48	Płyta gazowa czteropalnikowa	1	gaz

Źródło: opracowanie własne.

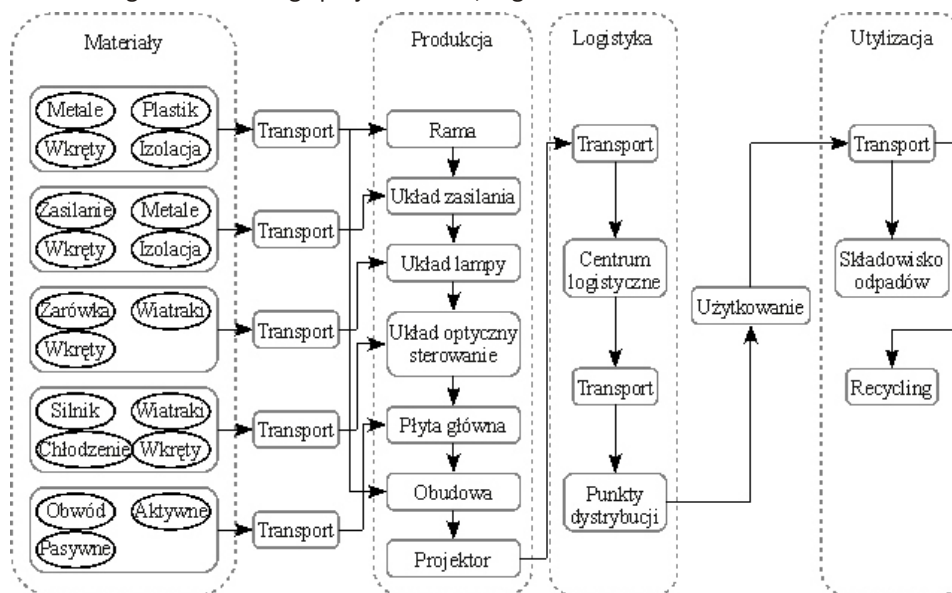
Dodatkowo zawarto w niej informacje dotyczące urządzeń grzewczych i gastronomicznych zasilanych gazem ziemnym. Wprawdzie ślad węglowy z podzespołów elektronicznych zastosowanych w tych urządzeniach jest wielokrotnie mniejszy od emisji GC w procesie spalania metanu, to na podstawie danych ze zużycia gazu ziemnego przez te urządzenia łatwo można wyliczyć ich energetyczny ślad węglowy i dołączyć do analizy urządzeń EE.

Analiza budowy urządzeń z przykładowego zestawu

Aby przeprowadzić dokładną analizę emisji GC związaną z wytworzeniem sprzętu EE, należy określić, z jakich podzespołów i elementów składa się dane urządzenie i jaki ślad węglowy jest związany z każdym podzespołem, a następnie zsumować te wartości i dodać do nich ślad węglowy procesu montażu. Te pozornie oczywiste działania okazują się być jednak bardzo złożonym problemem. Takie elementy jak włączniki czy gniazda sieciowe składają się głównie z obudowy z tworzyw sztucznych i niewielkich elementów metalowych, więc policzenie śladu węglowego nie stanowi problemu. Jednak jak widać z zestawienia przedstawionego w tabeli 3, dominującym sprzętem w przedszkolu jest wyposażenie kuchenne i oświetleniowe, a w dalszej kolejności systemy bezpieczeństwa oraz sprzęt edukacyjny i biurowy. Są to urządzenia o bardzo skomplikowanej budowie, które składają się z kilkudziesięciu, kilkuset, a nawet kilku tysięcy elementów i podzespołów. Przeprowadzenie szczegółowej analizy budowy każdego z tych urządzeń byłoby problematyczne, choć istnieją odpowiednie narzędzia w postaci programów, arkuszy kalkulacyjnych czy nawet usług sieciowych, które po wpisaniu rodzaju urządzenia są w stanie podać od razu przybliżoną wartość jego śladu węglowego w oparciu o rozbudowane bazy danych opisujące wszystkie składniki urządzenia.

Stopień złożoności tego zagadnienia można przedstawić na przykładzie projektora multimedialnego, który również znajduje się na wyposażeniu przedszkola. Bazując na analogicznym przykładzie zaczerpniętym z literatury [32], zostanie przedstawiona analiza śladu węglowego w procesie produkcji projektora. Etapy cyklu życia produktu

przedstawiono na rysunku 2. Poszczególne zespoły wymienione w sekcji produkcja składają się z wielu mniejszych podzespołów, a te z elementów, dla których należy policzyć wielkość emisji. Ostatecznie po przeprowadzeniu szczegółowej analizy budowy projektora, określeniu wielkości emisji każdego elementu i podzespołu, wliczając to operacje montażu i operacje logistyczne, oszacowano wielkość śladu węglowego wyrażoną w ekwiwalencie emisji dwutlenku węgla (CO₂e) w ujęciu „cradle to gate”. Szczegółowe wartości przedstawiono w tabeli 4. Warto tutaj wskazać, że całkowita waga analizowanego projektora to 4,8 kg.



Rysunek 2. Analiza cyklu życia produkcji w ujęciu cradle to grave.

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4. Wartość emisji gazów cieplarnianych projektora multimedialnego w ujęciu „cradle to gate”.

	Materiały	Produkcja	Logistyka	Suma
Emisja CO ₂ e [kg]	86,63	19,32	15,56	121,51

Źródło: opracowanie własne.

Tak więc, analiza niewielkiego urządzenia, jakim jest projektor, może być bardzo skomplikowana, a w obecnych czasach coraz większy udział w wyposażeniu budynków użyteczności publicznej stanowi sprzęt komputerowy i multimedialny. Dodatkowe ograniczenie to fakt, że w większości wypadków nie można zrobić pełnej analizy budowy urządzenia ani posłużyć się spisem elementów z cyklu produkcyjnego, gdyż takich danych

producent najczęściej nie udostępnia publicznie. Aby można było przeprowadzić analizę bez stosowania skomplikowanych procedur, konieczne jest wprowadzenie wielu uproszczeń do analizy cyklu życia produktu i jego składu. Główne z nich to:

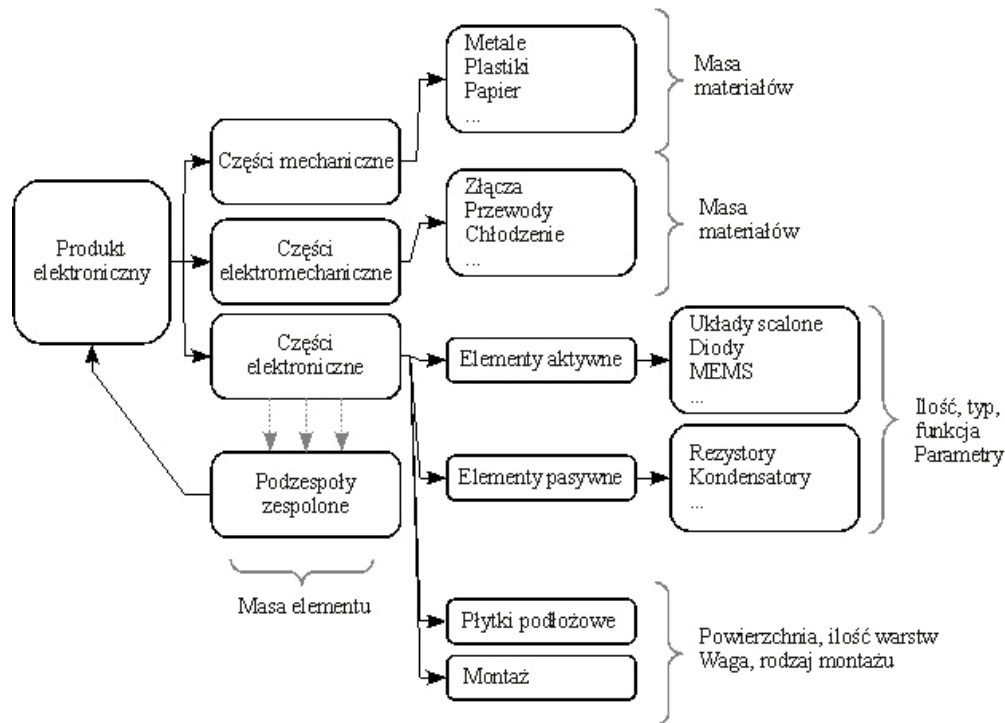
- Czas - wygenerowanie nawet prostego oszacowania dla danego produktu lub podzespołu zajmuje znaczną ilość czasu.
- Specjalizacja - szeroki zakres wiedzy, konieczność przeprowadzania szkoleń oraz znaczne doświadczenie są wymagane do wykonania modelu emisji.
- Koszty - zakup licencji na oprogramowanie do analizy śladu węglowego lub cyklu życia produktu z reguły jest kosztowny.

Uproszczoną metodę przyjęto podczas próby oszacowania śladu węglowego dla urządzeń informatycznych i telekomunikacyjnych [33]. W tym opracowaniu najpierw podjęto próbę ocenienia, jaki udział w emisji GC mają pojedyncze elementy podzespołu elektronicznego. Po przeanalizowaniu kilkunastu składników okazało się, że największy udział w emisji mają płytki obwodów drukowanych (60%), duże oraz małe układy scalone (30%) oraz elementy zasilania (3%). Wynika z tego, że same płytki obwodów drukowanych FR4 składające się z kompozytu szklano-epoksydowego oraz układy scalone, w tym głównie duże układy typu BGA, PLCC i QFP, łącznie generują ok. 90% emisji GC na etapie produkcji. Dalsze badania wykazały, że istnieje liniowa zależność między wielkością emisji na jednostkę powierzchni a ilością warstw. Podobną zależność zaobserwowano w odniesieniu do układów scalonych, dla których ze wzrostem ilości wyprowadzeń zwiększa się liniowo emisja wyrażana w kg CO₂e/element. Dzięki takiemu podejściu możliwe jest oszacowanie wielkości emisji bez konieczności dokonywania złożonej analizy, lecz w oparciu o masę lub wymiary geometryczne elementu, co znacznie upraszcza obliczenia.

Podobne rozwiązania stosuje się również w komercyjnych programach przeznaczonych do analizy cyklu życia i obliczania wielkości emisji GC. Przykładem może być program GaBi Software od PE International [34], który zawiera pokaźną bazę danych odnośnie komponentów elektronicznych. Dzięki temu można policzyć emisję dla każdego elementu z osobna. Producenci układów elektronicznych bazują w tym wypadku na podstawowych danych z własnej produkcji, czyli na liście komponentów i materiałów (BOM). Minimalizacja liczby założeń i uproszczeń na tym etapie zwiększa dokładność wyników. Mimo że założenia programu i opis definiują każdy element oddzielnie, aby zwiększyć dokładność obliczeń (rysunek 3), to i tak na końcu elementy oraz podzespoły grupuje się ze sobą pod względem budowy i przeznaczenia, a następnie dane te przekształca się na parametry takie jak waga produktu lub powierzchnia (w przypadku płytek obwodów).

Na podstawie opracowań przedstawionych powyżej należy wysnuć wniosek, że w przypadku braku możliwości określenia dokładnej listy komponentów i materiałów (BOM) można posłużyć się takimi danymi jak waga lub wielkość elementu. Mimo że oszacowanie oparte na takich danych będzie obarczone dużym stopniem niepewności, można spotkać coraz więcej opracowań bazujących właśnie na takim podejściu [35]. Na podstawie dokładnej analizy budowy kilkunastu rodzajów produktów teleinformatycznych (komputery, monitory, telefony itp.) udało się odkryć zależność emisji GC od wagi danego urządzenia, co przedstawiono na rysunku 4. Mimo, że z reguły urządzenia te spełniają różne funkcje, to udział masowy elementów elektronicznych, konstrukcji metalowych czy plastikowych jest w nich podobny. Stosując odpowiednie współczynniki uwzględniające stosunek masowy poszczególnych komponentów i ich oddziaływanie na środowisko, można bezpośrednio przeliczyć masę

urządzenia na masę dwutlenku węgla, jaki został wyemitowany na etapie produkcji. Pozwala to na przeprowadzenie szybkiej i zdecydowanie mniej skomplikowanej oceny śladu węglowego, która wystarcza do oszacowania skali emisji, co w większości przypadków może być rozwiązaniem wystarczającym.



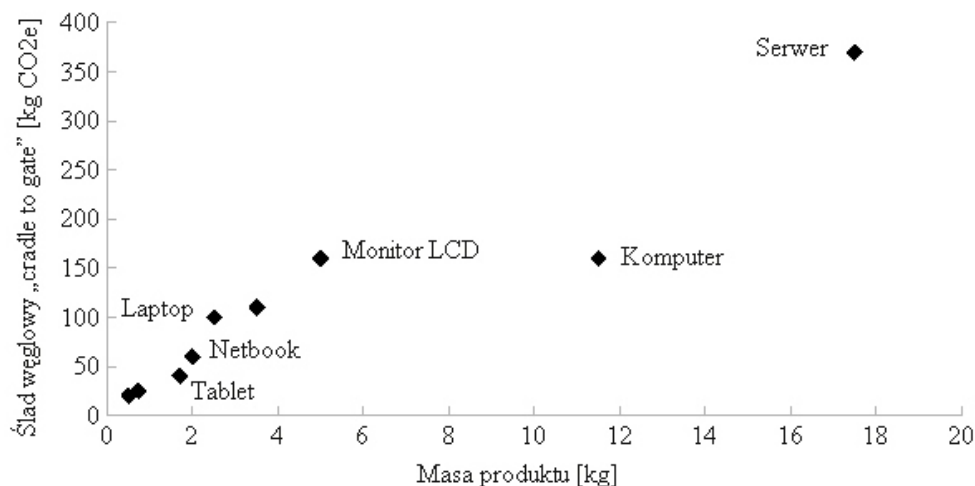
Rysunek 3. Budowa układu elektronicznego w rozbiciu na materiały i elementy.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: PE International, Gabi Software, <http://www.gabi-software.com/solutions/product-carbon-footprint/>.

Ze względu na złożoną problematykę analizy budowy wszystkich urządzeń EE, jakie mogą występować w budynku użyteczności publicznej, proponuje się badanie wykorzystujące dane dotyczące masy sprzętu, z uwzględnieniem odpowiednich współczynników właściwych dla poszczególnych grup sprzętu. Sugerowany podział na grupy nie odnosi się bezpośrednio do funkcji, jaką spełniają urządzenia, lecz do ich budowy, a w szczególności do udziału elementów metalowych, plastikowych, izolacji termicznej, układów elektronicznych i innych podzespołów, np. świetlówek i żarówek. Analizie poddano również urządzenia grzewcze i gastronomiczne zasilane gazem ziemnym ze względu na ich niewielką ilość, budowę zbliżoną do innych sprzętów grzewczych zasilanych energią elektryczną, a także na gabaryty, które bezpośrednio przekładają się na znaczący wkład do pełnego bilansu śladu węglowego

wyposażenia przedszkola. W tabeli 5. przedstawiono ponownie listę urządzeń, lecz tym razem z podziałem na grupy odnoszące się do ich budowy, a nie funkcji, jak miało to miejsce w tabeli 4. Zaproponowano tu następującą klasyfikację:

- Urządzenia elektryczne w obudowach metalowych. W urządzeniach tych nie występują elementy elektroniczne lub występują jako niewielkie moduły sterujące. Stosunek masy elementów elektronicznych względem masy obudowy i elementów metalowych wynosi do kilku procent.
- Urządzenia elektryczne w obudowach plastikowych. W urządzeniach tych, podobnie jak sprzętach z grupy 1, masa elementu to głównie masa obudowy z tworzyw sztucznych.
- Urządzenia elektromechaniczne w obudowach plastikowych. W tym wypadku udział wagowy elementów metalowych (elektromechanicznych i elektrycznych) jest dużo większy niż udział elementów z tworzyw sztucznych, lecz są to proporcje, które można już ze sobą porównywać (3:1,4:1,5:1 itp.).
- Sprzęt elektroniczny, komputerowy i multimedialny. Urządzenia, których znaczącą część masy stanowią elementy i układy elektroniczne. Nie zawsze jest to większość wagi, ale w tym wypadku udział emisji GC z elektroniki jest znacznie większy niż z pozostałych elementów.
- Urządzenia chłodnicze i grzewcze z izolacją termiczną. W urządzeniach tych znaczący udział w masie mają obudowy, mechanizmy oraz elementy metalowe i plastikowe, jednak zastosowano w ich produkcji również materiały termoizolacyjne (np. pianki poliuretanowe), które mają znaczący udział w bilansie emisji.
- Świetlówki i żarówki.



Rysunek 4. Zależność emisji gazów cieplarnianych od wagi sprzętu teleinformatycznego.

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 5. Przykładowy zestaw urządzeń elektrycznych i elektronicznych w przedszkolu niepublicznym (z urządzeniami grzewczymi i gastronomicznymi zasilanymi gazem ziemnym) z podziałem na grupy definiujące ich budowę.

Lp.	Nazwa	Ilość	Masa całkowita [kg]
Urządzenia elektryczne i gazowe w obudowach metalowych			
1	Lampa sufitowa prostokątna, 2 świetlówki	8	35
3	Lampa sufitowa kwadratowa, 4 świetlówki	49	205
4	Lampa sufitowa okrągła, 1 żarówka	11	8
5	Okap	1	11
6	Płyta grzejna przenośna	1	6
7	Piekarnik	1	43
12	Sterylizator UV do jajek	1	7
13	Krajalnica	1	3,5
15	Gofrownica	1	1,5
16	Opiekacz	1	1,5
18	Kuchenka mikrofalowa	1	9,5
19	Zmywarka do naczyń	1	40
20	Wyciąg gorącego powietrza	1	7,5
42	Wentylator przenośny	1	5,5
45	Pompa CWU	1	1
46	Piec CO/CWU	1	33
48	Płyta gazowa czteropalnikowa	1	9,5
		Suma	427,5
Urządzenia elektryczne w obudowach plastikowych			
2	Lampa sufitowa prostokątna, 2 świetlówki	8	12
29	Oświetlenie ewakuacyjne	12	11
32	Domofon	5	1
35	Włącznik oświetlenia	45	4
36	Gniazdo 1-fazowe	42	3,5
37	Gniazdo 3-fazowe	2	0,7
		Suma	32,2
Urządzenia elektromechaniczne w obudowach plastikowych			
8	Mikser	2	8
17	Waga	1	0,5
14	Dystrybutor wody	2	8
21	Ekspres do kawy	1	3,5
38	Suszarka do rąk	1	2,5

Tabela 5(cd.). Przykładowy zestaw urządzeń elektrycznych i elektronicznych w przedszkolu niepublicznym (z urządzeniami grzewczymi i gastronomicznymi zasilanymi gazem ziemnym) z podziałem na grupy definiujące ich budowę.

Lp.	Nazwa	Ilość	Masa całkowita [kg]
Urządzenia elektromechaniczne w obudowach plastikowych			
39	Wyciąg powietrza w szatni	1	2
40	Wyciąg powietrza w salach i toaletach	8	10
43	Odkurzacz przemysłowy	1	4,5
		Suma	39
Sprzęt elektroniczny, komputerowy, multimedialny			
22	Interaktywna tablica dotykowa 55"	1	52
23	Projektor	1	3,5
24	Syntezytor	1	15
25	Odtwarzacz CD z odbiornikiem radiowym	3	6
26	Urządzenie wielofunkcyjne	1	7.5
27	Laptop	2	5
28	Telefon	1	0,5
30	Konsola alarmu	2	1
31	Kamera	5	1,5
33	Czujki ruchu PIR	13	1
34	System alarmowy i wezwania ochrony	2	7,5
41	Sterownik nawadniania ogrodu	1	1,5
		Suma	102
Urządzenia chłodnicze i grzewcze z izolacją termiczną			
9	Chłodziarka przemysłowa 3-komorowa	1	126
10	Chłodziarko-zamrażarka 150 l	1	65
11	Chłodziarko-zamrażarka 250 l	1	79
44	Objętościowy ogrzewacz wody	1	6
47	Wymiennik ciepła 400l	1	100
		Suma	376
Światłówki i żarówki			
1	Światłówki duże 36W	16	
2	Światłówki małe 18W	16	
3	Światłówki duże 18W	156	
4	Żarówka 75W	11	

Źródło: opracowanie własne.

Ocena emisji gazów cieplarnianych dla urządzeń elektrycznych i elektronicznych w poszczególnych cyklach życia produktów

Na gruncie opracowanych założeń, które odnoszą się do oceny emisji dwutlenku węgla na podstawie masy urządzenia, przeprowadzono analizę śladu węglowego dla poszczególnych grup urządzeń i w ujęciu globalnym. Dane dotyczące ilości emisji przypisane do 1 kg urządzenia pochodzą z prac naukowych oraz materiałów upublicznianych przez producentów urządzeń. Analizie poddano pełny cykl od etapu produkcji po etap utylizacji (cradle to grave). W pierwszej kolejności zostaną przedstawione wyniki analizy oceny śladu węglowego na etapie produkcji. Następnie na podstawie danych zużycia energii elektrycznej i gazu ziemnego będą zaprezentowane wartości emisji związane z użytkowaniem urządzeń w cyklu rocznym. Kolejny aspekt to transport urządzeń od producenta do odbiorcy. Przyjęto, że transport sprzętu do miejsca utylizacji odbywa się w obrębie miasta lub jego najbliższym sąsiedztwie i z tego względu emisje z tym związane można pominąć, gdyż są nieporównywalne w stosunku do transportu od producenta. Ostatni etap analizy to oszacowanie śladu węglowego dla procesu utylizacji i propozycja ograniczenia wartości emisji, która dodatkowo może znacząco zmniejszyć emisję cyklu produkcyjnego urządzeń.

Produkcja urządzeń

W poniżej zamieszczonej tabeli 6. podsumowano informacje z tabeli 5., które dotyczą podziału ze względu na masę na poszczególne grupy produktów elektronicznych, elektrycznych i zasilanych gazem ziemnym, a także emisji związanej z etapem ich produkcji. Dane dotyczące urządzeń z grupy I pochodzą z opracowań do dyrektywy Unii Europejskiej 2009/125/EC [36,37] określającej ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących ekoprojektu dla produktów wykorzystujących energię, z materiałów producentów sprzętu AGD [38], z analiz producentów sprzętu [39], z opracowań naukowych [40][41][42][43][44] i arkuszy statystycznych dostępnych online [45]. Grupa II to proste urządzenia, w których dominującym elementem są obudowy plastikowe, i dlatego w obliczeniach wykorzystywano doniesienia o stopniu emisji z produkcji elementów z tworzyw sztucznych [45][46]. Pozostałe elementy stanowią niewielki udział wagowy, dlatego pominięcie ich w analizie nie powoduje znacznego błędu w obliczeniach. W urządzeniach grupy III występuje mieszany udział obudowy i elementów plastikowych, a także układów elektromechanicznych wykonanych głównie z metali, i z tego względu posłużono się danymi dostarczonymi przez ich producentów [47] oraz analizami tego rodzaju sprzętu [48]. Do grupy IV zaliczono urządzenia elektroniczne, w których dominujący udział w emisji GC mają obwody w elementach elektronicznych. Mimo że na temat śladu węglowego urządzeń elektronicznych powstało wiele opracowań, to niewiele z nich szczegółowo analizuje emisję w procesie produkcji w odniesieniu do wagi urządzenia. Takie dane można odszukać w kilku pracach naukowych i prezentacjach [49][50]. Obserwuje się w tym wypadku dwa wyraźne trendy, zgodnie z którymi mały sprzęt elektroniczny emituje ok. 32 kgCO₂e na kilogram masy sprzętu, a duży (powyżej 10 kg) - 20 kgCO₂e na kilogram masy sprzętu. Dane dla grupy V pochodzą z analiz dotyczących emisji GC w produkcji izolacji termicznych [51]. Obliczenia oparto na sumie udziału masy elementów metalowych i izolacji termicznej w postaci spienionego poliuretanu, którego wartość emisji sięga 18 kgCO₂e na kilogram masy izolacji. Dane dotyczące ostatniej VI grupy nie odnoszą się bezpośrednio do emisji liczonej w odniesieniu do masy elementów, gdyż takie dane nie są dostępne. Emisja została obliczona dzięki przemnożeniu ilości elementów przez dane dotyczące emisji

dostępne w arkuszach statystycznych [45] i opracowaniach dostępnych online [52]. Do analizy nie wliczano emisji z elementów elektronicznych, gdyż w budynku stosuje się jedynie tradycyjne świetlówki, a nie kompaktowe.

Tabela 6. Wartość emisji gazów cieplarnianych dla urządzeń elektrycznych i elektronicznych w przedszkolu niepublicznym (z urządzeniami grzewczymi i gastronomicznymi zasilanymi gazem ziemnym) z podziałem na grupy definiujące ich budowę.

Grupa	Nazwa	Masa całkowita [kg]	Emisja z kg [kg CO ₂ e]	Całkowita emisja [kg CO ₂ e]
I	Urządzenia elektryczne i gazowe w obudowach metalowych	427,5	4	1 710
II	Urządzenia elektryczne w obudowach plastikowych	32,2	3,8	122
III	Urządzenia elektromechaniczne w obudowach plastikowych	39	4	156
IV	Sprzęt elektroniczny, komputerowy i multimedialny	102	20/32	2 460
V	Urządzenia chłodnicze i grzewcze z izolacją termiczną	376	18/4	2 257
VI	Świetlówki i żarówki	b. d.	b. d.	234
			Suma	6 939

Źródło: opracowanie własne.

Etap użytkowania

Sprzęt EE zależnie od kategorii zużywa różne ilości energii. W przypadku urządzeń domowych lodówki i zamrażarki zalicza się do najbardziej energochłonnych urządzeń w cyklu użytkowania. W dalszej kolejności odnosi się to do telewizorów i sprzętu multimedialnego oraz komputerów. Dla urządzeń elektrycznych, takich jak pralki, lodówki czy sprzęt do gotowania, główną przyczyną emisji GC jest zużycie energii elektrycznej, natomiast w przypadku produktów elektronicznych emisje związane z produkcją mają równy lub dominujący udział [53]. Urządzenia takie jak zamrażarki, lodówki, pralki, zmywarki, suszarki do bielizny oraz urządzenia do gotowania emitują jedną czwartą całkowitej emisji z gospodarstw domowych wynikającą z konsumpcji energii, czyli tyle samo co urządzenia elektroniczne w ujęciu cradle to gate i ich utylizacja. Można to wyjaśnić większą częstotliwością wymiany tego rodzaju sprzętu na nowsze i bardziej wydajne modele.

Niestety ze względu na odmienny sposób użytkowania urządzeń z różnych kategorii, ich zróżnicowane bądź mimo powtarzalności trudne do zdefiniowania cykle pracy w niniejszym opracowaniu zdecydowano się na analizę opartą na zużyciu energii elektrycznej i gazu ziemnego w odniesieniu do rocznego cyklu funkcjonowania budynku. W tabeli 6. 2. przedstawiono wartości odpowiadające tym czynnikom w przeliczeniu na ilość emisji GC wynikającą ze zużycia energii. Współczynniki emisji zostały zaczerpnięte z wiarygodnych opracowań [45,54,55,56]. Na tym etapie należy nadmienić, że w tego rodzaju oszacowaniach trzeba mieć na uwadze również inne czynniki pośrednie dotyczące infrastruktury przesyłania energii (czyli związane z jej budową). Najczęściej stosowanym wskaźnikiem jest ilość emisji dwutlenku węgla na jednostkę energii elektrycznej: kgCO₂e/kWh lub kgCO₂e/MJ [57,58]. Współczynnik ten może różnić się w zależności od regionu, dostępności źródeł i paliw wykorzystywanych do produkcji energii elektrycznej.

Tabela 7. Wartości emisji gazów cieplarnianych związane z użytkowaniem w ciągu 12 miesięcy urządzeń elektrycznych i elektronicznych w przedszkolu niepublicznym (z urządzeniami grzewczymi i gastronomicznymi zasilanymi gazem ziemnym).

	Zużycie roczne	Emisja z jednostki zużycia	Całkowita emisja [kgCO ₂ e]
	8 253 [kWh]	0,95 [kgCO ₂ e/kWh]	7 840,4
	3 798 [m ³]	0,2 [kgCO ₂ e/m ³]	759,6
	Suma		8 600

Źródło: opracowanie własne.

Transport

Wpływ transportu na bilans emisji GC w pełnym cyklu życia produktu jest złożonym zagadnieniem ze względu na różne źródła pochodzenia produktów. Najpopularniejsze środki przewozu w Europie obejmują transport samochodowy i kolejowy, natomiast z odległych miejsc świata, głównie z Chin i Indii, jest on realizowany statkami kontenerowymi. Według danych dostarczonych przez jednego z producentów sprzętu AGD i elektronicznego [39] średnia droga transportu od producenta do odbiorcy na terenie Europy wynosi 340 km. W analizie należy uwzględnić również wartości wynikające z emisji związanych z frachtem morskim, który w przypadku drogi morskiej z Chin do Europy wynosi ok. 20 000 km. Dane dotyczące emisji GC w przeliczeniu na jednostkę masy urządzenia i odległość transportu (kgCO₂e/Mg·km) zostały zaczerpnięte z opracowań oraz arkuszy statystycznych [45,59-62]. W tabeli 8 przedstawiono wartości odpowiadające emisji GC w odniesieniu do transportu sprzętu uwzględnionego w tej analizie. Wyróżniono trzy możliwości transportu: z Europy, z Dalekiego Wschodu, w obrębie województwa mazowieckiego (do 80 km). Podano również współczynniki emisji w odniesieniu do każdego z tych rodzajów. W przypadku transportu lądowego uwzględniono jednakowy udział przewozu drogowego i kolejowego.

Tabela 8. Wartości emisji gazów cieplarnianych związane z transportem urządzeń z analizowanego przykładu.

Nr	Zasięg	Emisja w transporcie [kgCO ₂ e/Mg·km]			Całkowita emisja [kgCO ₂ e]	Emisja z masy [kgCO ₂ e/kg]
		drogowy	kolejowy	morski		
1	Europa	0,18	0,018	-	32,88	0,03366
2	Azja	0,18	0,018	0,014	306,35	0,31366
3	Mazowsze	0,18	0,018	-	7,74	0,00792

Źródło: opracowanie własne.

Utylizacja

Emisje GC w procesie utylizacji mają obecnie coraz mniejszy udział w całościowym śladzie węglowym produktu. Szacuje się, że są one obecnie mniejsze niż 5% dla produktów elektronicznych [53], jednak w perspektywie

skracającego się czasu ich wykorzystywania może on wzrastać. Z reguły jednak to nie emisja GC jest największym problemem w przypadku odpadów elektronicznych, ale problem z odzyskiwaniem rzadkich pierwiastków oraz uwalnianie substancji toksycznych na drodze niekontrolowanego i nielegalnego recyklingu, który przybiera coraz większe rozmiary w krajach rozwijających się [1][63].

Kompleksowa analiza wpływu procesu recyklingu na środowisko jest znacznie bardziej skomplikowana niż analiza dotycząca etapu produkcji. Poza wagą elementów i energią potrzebną do montażu należy uwzględnić w procesie recyklingu to, że niektóre elementy nadają się jedynie do składowania na wysypiskach lub w trakcie ich demontażu wydzielają się substancje szkodliwe. Recykling można podzielić na dwa podstawowe etapy – ręczny demontaż i separacja materiałów metalowych, tworzyw sztucznych, szkła, papieru i elektroniki oraz recykling obwodów elektronicznych. Pierwszy etap z reguły nie oddziałuje znacząco na środowisko, gdyż emisje z nim związane wynikają ze zużycia energii na oświetlenie i ogrzewanie pomieszczeń. Około 100% masy odseparowanych frakcji (nie licząc elektroniki) ulega powtórnemu przetworzeniu jako surowiec, więc można uznać, że emisje w tym wypadku są bliskie zeru. Drugi etap dotyczy tylko układów elektronicznych, które są rozdrabniane i poddawane procesowi przetopienia w celu odzyskania metali takich jak miedź, aluminium, żelazo i kruszce szlachetne. Pozostały złom elektroniczny ulega spaleni lub poddawany jest składowaniu na wysypisku.

Jednak mimo że proces utylizacji wiąże się z najniższą wartością emisji GC, to właśnie na tym etapie istnieje możliwość obniżenia całkowitego śladu węglowego urządzeń EE w ujęciu cradle to grave. W większości przypadków sprzęt EE jest wyrzucany, gdyż uległ uszkodzeniu lub jego parametry nie odpowiadają już najnowocześniejszym osiągnięciom techniki, a nowy sprzęt można kupić po atrakcyjnych cenach. Jednak w wielu wypadkach stary sprzęt poddany naprawie serwisowej lub kompleksowemu procesowi odnowy (ang. refurbishment) może spełniać te same funkcje co nowy [64][65][66][67]. Dotyczy to głównie oświetlenia, urządzeń AGD, drobnego sprzętu elektrycznego, ale także urządzeń biurowych, takich jak komputery czy drukarki. W przypadku sprzętu biurowego wymagania co do wydajności komputerów często nie są wygórowane, więc usunięcie usterek i zwiększenie ich niezawodności może pozwolić na używanie ich przez kolejne lata. Te same uwagi odnoszą się do drukarek, w których znaczną część stanowią obudowy i elementy mechaniczne podajnika papieru. W tych urządzeniach wystarczy wymienić zespoły podawania tuszu lub tonera bądź wadliwe przyciski i oczyścić urządzenie. Nawet monitory komputerowe możliwe są do odnowienia, gdyż w najgorszym razie będzie konieczna wymiana matrycy LCD. Jednak nawet taki zabieg spowoduje wyeliminowanie emisji związanej z produkcją dodatkowej elektroniki, obudowy i transportu tych elementów.

W urządzeniach AGD, takich jak piekarniki, z reguły wymiana grzałek i termostatu oraz wyczyszczenie wnętrza pozwala otrzymać produkt nieróżniący się parametrami od nowego urządzenia. Podobnie jest w przypadku zmywarek, w których należy wymienić elementy gumowe i ewentualnie skorodowane części metalowe bądź wadliwą elektronikę. Co do oświetlenia najczęściej wystarczy tylko oczyścić lub dodatkowo pomalować obudowę bądź wymienić proste elementy jak startery czy styki. Takie podejście znakomicie zmniejsza ślad węglowy związany z etapem produkcji, który może mieć znaczący udział w całkowitej wartości emisji, co zostało przedstawione w części dotyczącej produkcji urządzeń. Dodatkowym czynnikiem, który sprzyja obniżeniu śladu węglowego, jest możliwość przeprowadzania operacji odnawiania i serwisowania w lokalnych firmach. Eliminuje to transport urządzeń z odległych fabryk, co również zmniejsza emisję gazów cieplarnianych. Dzięki takiemu podejściu można obniżyć emisję gazów cieplarnianych nawet o 70%.

Etykieta ekologiczna

Rozwój świadomości producentów i odbiorców w zakresie ograniczania emisji gazów cieplarnianych i postępowania zgodnego z wytycznymi zrównoważonego rozwoju jest w dużej mierze związany z wprowadzanymi regulacjami prawnymi i wymogami stosowania standardów regulujących procesy produkcyjne i dystrybucyjne. Z prawnego punktu widzenia zauważalna jest tendencja do opracowywania zestawów wytycznych, takich jak normy ISO 14040/44, ISO 14025, ISO 14064, ISO 14067:2013, dyrektywa unijna WEEE 2002/96/EC, RoHS 2002/95/EC i projekt REMODECE. Takie podejście opiera się na zaufaniu w odpowiedzialność władz, co powinno przekładać się na wprowadzanie ograniczeń w produkcji i dystrybucji towarów wysokoemisyjnych, a także na stanowanie prawa podatkowego uwzględniającego materialne koszty środowiskowe wliczone w ceny produktów. Jest to możliwe do ustanowienia na drodze podatków ekologicznych, jak odbywa się to np. w Holandii, w której wprowadzono podatek od opakowań zależny od ilości emisji GC związanych z ich produkcją, a w Irlandii obowiązuje podatek emisyjny na paliwa [68] i nie są to odosobnione przypadki.

Równoległe do wprowadzanych regulacji prawnych rozwijają się pozarządowe inicjatywy, takie jak Carbon Trust PAS2050 czy Carbon Disclosure Project, sprzyjające dobrowolnym porozumieniom dotyczącym wprowadzania oznakowań produktów, co jest w dużej mierze związane z wyborem konsumentów. W Wielkiej Brytanii opublikowanie PAS2050 zmusiło producentów żywności, ubrań i detergentów do wprowadzenia oznakowań emisyjnych na produktach. W 2012r. liczba produktów oznaczonych etykietą ekologiczną sięgała już 27 000 [69]. Walmart we współpracy z CDP rozpoczął w 2005r. analizy emisji gazów cieplarnianych wynikające z jego własnego funkcjonowania, a do 2012r. udało mu się obniżyć o 20% emisję gazów cieplarnianych [70]. W 2007r. firma wezwała swoich dostawców do ujawniania własnych statystyk dotyczących śladu węglowego, co do tej pory zrobiło ponad 100 000 dystrybutorów.

Rozważana etykieta ekologiczna powinna być zgodna z kilkoma podstawowymi wytycznymi. Musi odzwierciedlać oczekiwania odbiorców produktu, ale nie powinna oddziaływać negatywnie na producentów wręcz przeciwnie, ma być narzędziem ułatwiającym im wprowadzanie wytycznych. Z tego względu zespoły opiniotwórcze pracujące nad tak złożonym narzędziem powinny mieć na uwadze kilka podstawowych zasad opisanych poniżej. Przedsiębiorstwa i instytucje, które chcą wprowadzać rozwiązania niskoemisyjne, muszą dysponować wyraźnymi wytycznymi, na których mogą się wzorować. Związane jest to z opracowaniem koncepcji „zielonego projektu” takiego, którego wykonanie charakteryzuje się niskim śladem węglowym. Stosowna koncepcja powinna kłaść nacisk na:

- ograniczanie zużycia surowców przez intensyfikację współpracy z dostawcami gwarantującymi niski bilans węgla,
- wychodzenie naprzeciw oczekiwaniom klientów wobec ich zwiększającej się świadomości w zakresie ochrony środowiska (co umożliwi zdobycie pozycji lidera na rynku),
- zdobywanie zaufania konsumentów i odbiorców przez upublicznianie wyników ocen i badań,
- przygotowywanie pola dla przyszłych zastosowań z uwzględnieniem śladu węglowego,
- opracowanie systemu znakowania produktów w marketingu i komunikacji, który musi być niezależny od producenta i łatwo rozpoznawalny przez odbiorcę (najlepiej stworzony przez niezależny zespół),

- wsparcie lokalnych działań na rzecz redukcji emisji dzięki wykorzystaniu alternatywnych surowców i nowoczesnych procesów oraz wspieraniu identyfikacji lokalnych źródeł emisji.

Należy podkreślić, że niezwykle ważne jest, aby zachować równowagę między podejściami prawnym i społecznym. Promowanie innowacyjności, wprowadzanie przyjaznych ekologicznie technologii i produktów powinno wynikać z presji rynku i pomocnych regulacji prawnych. Nie może to jednak być pretekstem dla polityków i samorządowców do unikania problemów i przedstawiania pozornych efektów pracy. Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych wymaga jasnych celów politycznych i gospodarczych, co wiąże się z przeznaczaniem środków operacyjnych na te cele. Ani obowiązek wprowadzania wytycznych wynikających z analizy cyklu życia produktu (LCA), ani idea ujawniania śladu węglowego nie wygenerują samoistnych zmian. Ślad węglowy to doskonałe narzędzie, bardziej niż jakiegokolwiek inne metody zdolne zogniskować uwagę społeczeństwa na problemie zrównoważonego rozwoju. Należy uznać go za dobry punkt wyjścia do zwiększania świadomości konsumentów i wspierania dyskusji na temat wpływu produktu na środowisko. Jednak poza widocznymi efektami proekologicznymi może również pozytywny wpływać na rozwój gospodarki, stymulowanie wprowadzania innowacyjnych rozwiązań i poprawianie konkurencyjności przedsiębiorstw zarówno na rynkach lokalnych i krajowych, jak i europejskich.

Oddziaływanie na gospodarkę Mazowsza

Podstawowe zagadnienie w przypadku rozwoju lokalnego przemysłu i usług to analiza poziomu uprzemysłowienia regionu. Mazowsze nie jest wysoce zindustrializowanym województwem, emisje gazów cieplarnianych w jego obrębie są związane głównie z importowanym śladem węglowym, a nie wytwarzanym na miejscu. Wprowadzanie regulacji nakazujących zmniejszanie bezpośredniej emisji dwutlenku węgla w tym wypadku ograniczy się głównie do sektora energetycznego i gospodarki odpadów. Ze względu na brak centrów przemysłowych, takich jak na Śląsku czy w Wielkopolsce, wprowadzanie nowoczesnych technologii zmniejszających emisję gazów cieplarnianych nie przyniesie znaczącego efektu w ogólnym bilansie. Gospodarka Mazowsza jest silnie powiązana z gospodarką m. st. Warszawy, z tego względu to sektory usług i handlu odgrywają najważniejszą rolę. Tak jak w całym kraju dominującą rolę odgrywają małe i średnie przedsiębiorstwa, dlatego należy wybrać rozwiązania łatwe do wdrożenia i przynoszące oczekiwane efekty w krótkiej perspektywie czasu. Wprowadzenie zunifikowanej etykiety ekologicznej, powiązane z pomocą samorządową dla firm i instytucji chcących ją zaadaptować, może przyczynić się do rozwoju gospodarki przez tworzenie nowych sektorów oraz zwiększanie konkurencyjności.

Opierając się na opisanych mechanizmach wpływających na redukcję emisji dwutlenku węgla na różnych etapach produkcji, transportu i recyklingu, można wskazać czynniki obniżające emisję, na które można mieć bezpośredni wpływ. Zgodnie z wytycznymi PAS2050 można przedstawić dwa podejścia mające na celu ograniczenie śladu węglowego produktów:

- Redukcja emisji dwutlenku węgla na poziomie relacji między firmami. Na etapie łańcucha dostaw są to redukcje związane z wydobyciem surowców, ograniczeniem liczby dostawców, zmniejszeniem odległości transportu surowców i stosowaniem komponentów o niskiej emisji. Na etapie produkcji redukcje można przeprowadzić dzięki poprawie efektywności energetycznej i wykorzystaniu alternatywnych źródeł energii.

Na etapie dystrybucji - przez zwiększenie wydajności zużywanego paliwa lub skrócenie pokonywanego dystansu.

- Redukcja emisji dwutlenku węgla na poziomie relacji firma => odbiorca. Na etapie użytkowania redukcje wynikają ze zmniejszenia emisji dwutlenku węgla przez poprawienie efektywności energetycznej. Na etapie recyklingu przez zmniejszenie emisji dwutlenku węgla w procesach przetwórstwa odpadów.

Biorąc pod uwagę pierwsze podejście, nasuwa się kilka rozwiązań, które mogłyby zostać zaimplementowane w lokalnej gospodarce. We wcześniejszych rozważaniach przedstawiono wpływ transportu sprzętu EE na bilans emisji. Produkty wytwarzane poza granicami Mazowsza czy kraju są obciążone czterokrotnie większą emisją dwutlenku węgla niż analogiczne produkty tworzone w rejonie województwa. W przypadku produktów transportowanych z Chin jest to prawie 40 razy większe obciążenie. Z tego względu promowanie lokalnej produkcji znacząco przyczynia się do obniżenia ogólnego bilansu emisji gazów cieplarnianych. Można uznać, że transport nie jest tu kluczowym wskaźnikiem, gdyż emisje dotyczą produktów z Chin, a nie krajowych, więc tym samym nie dotyczą naszego państwa. Należy się jednak spodziewać, że mogą zostać wprowadzone regulacje związane z uprawnieniami do emisji CO₂, które będą zaliczały pełny ślad węglowy produktu na konto odbiorcy, niezależnie od miejsca produkcji. Tak jest w przypadku wytycznych PAS2050 i CDP stosowanych obecnie przez korporacje światowe. Możliwość uniknięcia tego rodzaju obciążeń będzie miała bezpośrednie przełożenie na zmniejszenie opłat związanych z obrotem uprawnieniami do emisji CO₂, a w konsekwencji wpłynie na wymierny skutek finansowy. Idąc za przykładem Holandii, można obciążać wyższym podatkiem firmy niestosujące się do wytycznych niskoemisyjnych, w tym na importerów, którzy nie są producentami działającymi na Mazowszu. Analizując przykład budowy lub rewitalizacji budynku, firma posiadająca certyfikat niskoemisyjny będzie współpracowała z lokalnymi dostawcami i podwykonawcami, rozwijając przemysł i usługi na danym terenie. Dodatkowo rosnąca świadomość ekologiczna klientów i chęć budowy proekologicznych budynków energooszczędnych powinna być bezpośrednio związana ze sprzyjaniem firmom, które w swojej działalności stosują wytyczne etykiety niskoemisyjnej, tak aby w efekcie nie emitować większej ilości gazów cieplarnianych w trakcie budowy niż można zaoszczędzić na etapie eksploatacji. Takie firmy mogłyby być również promowane w przetargach przy określeniu odpowiednich wytycznych.

Drugie podejście uwzględnia relacje firma - odbiorca i pozwala na zastosowanie nowych mechanizmów, do tej pory słabo rozwiniętych w Polsce, które doskonale sprawdzają się w innych krajach europejskich. Od wielu lat obserwuje się wyraźny wzrost zakupu urządzeń o niskiej emisji w trakcie użytkowania, co jest wynikiem energooszczędności urządzeń. Kupujący do tej pory nie zastanawiali się nad tym aspektem, ale możliwość zaoszczędzenia pieniędzy w trakcie eksploatacji spowodowała, że zaczęli wybierać produkty bardziej ekologiczne. Dane z tabeli 6 i 7 wskazują, że udział emisji pochodzącej z produkcji urządzeń EE jest zbliżony do rocznej emisji pochodzącej z eksploatacji, a w przypadku energooszczędnych urządzeń elektronicznych emisja związana z produkcją wielokrotnie przewyższa tę wynikającą z eksploatacji w pełnym cyklu życia produktu.

Sposobem na ograniczenie emisji w cyklach produkcji i utylizacji jest stosowanie idei tzw. sprzętu odnowionego. Jak zostało to już opisane, odnowiony sprzęt EE w wielu wypadkach z powodzeniem może zastępować produkty nowe. Takie podejście wymaga jednak stworzenia warunków do rozwoju lokalnych firm zajmujących się skupem lub odbiorem zużytego sprzętu, nie będącego odpadem i poddających go procesowi odnowy z powtórным

wprowadzeniem na rynek. W obrębie województwa mazowieckiego jest to zadanie dla małych i średnich firm, które zajmowałyby się odbiorem takiego sprzętu na poziomie lokalnym, naprawą i ponownym wprowadzaniem na rynek, już niekoniecznie lokalny. Spowoduje to zwiększenie liczby miejsc pracy, ograniczy znacząco emisję związaną z produkcją, transportem i emisją importowaną zaliczającą się na konto odbiorcy. Dodatkowo zapotrzebowanie na tego rodzaju sprzęt ciągle rośnie, nie tylko w Polsce, lecz także w innych krajach europejskich. Sprzedaż poza granicami regionu i kraju pozwoliłaby na ściągnięcie zagranicznych aktywów do województwa mazowieckiego, które w postaci podatków i środków do dalszego obrotu przyczyniłyby się do rozwoju gospodarki regionu. Analogią może być zakup używanych aut w Europie Zachodniej przez obywateli Europy Środkowo-Wschodniej kupno odpadów, jakimi były dla obywateli Niemiec, Francji, Holandii i innych krajów stare samochody, dostarczyło znacznych środków finansowych na ich lokalny rynek. Odnosząc się do tematu przewodniego, czyli rewitalizacji budynku, również można potraktować ten proces jako odnowę zużytego sprzętu. W procesie renowacji nie będzie stosowana tak duża ilość materiałów budowlanych jak w przypadku nowej budowy. Będą to często materiały lekkie, związane głównie z renowacją elewacji, naprawą stropów i dachu oraz wykończeniem wnętrz. Tego rodzaju prace przeprowadzane przez wyspecjalizowane firmy, będące jednocześnie przedsiębiorstwami regionalnymi oraz stosujące materiały i osprzęt wyprodukowany lub odnawiany lokalnie, przyczynią się do znacznego ograniczenia emisji gazów cieplarnianych w porównaniu z konstrukcją nowego budynku. Należy też zwrócić uwagę, że niższa emisja wynikająca z właściwych procesów budowlanych może przestać być dominująca w całkowitym bilansie emisji procesu rewitalizacji. Zastosowanie nowoczesnych rozwiązań (systemów inteligentnego budynku), w których znaczący udział mają urządzenia elektroniczne, może przechylić szalę na stronę zastosowanego wyposażenia EE i dlatego tak ważne jest globalne podejście do tego złożonego zagadnienia.

Podsumowanie

Przedstawione zagadnienie oceny śladu węglowego urządzeń elektrycznych i elektronicznych dla rewitalizowanego budynku początkowo wydaje się dosyć nieskomplikowanym zagadnieniem. Analogicznie pełny proces rewitalizacji w aspekcie oddziaływania na środowisko jest postrzegany głównie przez pryzmat eksploatacji budynku i emisji związanych ze zużyciem energii. W rzeczywistości ocena cyklu życia produktów EE i obliczenie wartości wpływu całego cyklu cradle-to-grave na środowisko do tej pory nie zostały dokładnie opisane. Proces ten wymaga posiadania specjalistycznej wiedzy z wielu dziedzin: produkcji, transportu, utylizacji itp. Świadome podejście do problemu rewitalizacji z zastosowaniem urządzeń, materiałów i technologii niskoemisyjnych wymaga zaawansowanej wiedzy od przedsiębiorców, którzy będą zajmowali się tym procesem. Tworzenie miejsc pracy dla wykwalifikowanych pracowników jest zawsze motorem do rozwoju innowacyjności regionu, która stanowi bezpośredni czynnik napędzający wzrost gospodarczy. Właśnie z tych względów warto zająć się wprowadzaniem regulacji i narzędzi administracyjnych, które stymulowałyby rozwój działań opartych na innowacyjnych rozwiązaniach obniżających ślad węglowy w procesie produkcji, działaniach usługowych i utylizacji w każdej dziedzinie gospodarki.

Literatura

- [1]. Robinson B. H., *E-waste: An assessment of global production and environmental impacts*, „*Science of The Total Environment*” 2009, nr 408 (2), s. 183-191.
- [2]. Unander F., Ettestol I., Ting M., Schipper L., *Residential energy use: an international perspective on long-term trends in Denmark, Norway and Sweden*, „*Energy Policy*” 2004, nr 32 (12), s. 1395-1404.
- [3]. Hanssen O. J., *Environmental impacts of product systems in a life cycle perspective: a survey of five product types based on life cycle assessment studies*, „*J. Clean. Prod.*” 1998, nr 6, s. 299-311.
- [4]. Tyler S., Schipper, L., *The dynamics of electricity use in Scandinavian households*, „*Energy*” 1990, nr 15 (10), s. 841-863.
- [5]. Sandberg N. H., Bergsdal H., Brattebř H., *Historical energy analysis of the Norwegian dwelling stock*, „*Build. Res. Inf.*” 2011, nr 39 (1), s. 1-15.
- [6]. Sanchez M. C., Koomey, J. G., Moezzi M. M., Meier, A., Huber, W., *Miscellaneous electricity in US homes: historical decomposition and future trends*, „*Energy Policy*” 1998, nr 26 (8), s. 585-593.
- [7]. Babbitt C. W., Kahhat R., Williams E., Babbitt G. A., *Evolution of product lifespan and implications for environmental assessment and management: a case study of personal computers in higher education*, „*Environ. Sci. Technol.*” 2009, nr 43 (13), s. 5106-5112.
- [8]. Cooper T., *Slower consumption: Reflections on product life spans and the „throwaway society”*, „*J. Ind. Ecol.*” 2005, nr 9 (1/2), s. 51.
- [9]. Cooper T., *Inadequate life? Evidence of consumer attitudes to product obsolescence*, „*J. Consum. Policy*” 2004, nr 27 (4), s. 421-449.
- [10]. Williams E., *Energy intensity of computer manufacturing: Hybrid assessment combining process and economic input-output methods*, „*Environ. Sci. Technol.*” 2004, nr 38 (22), s. 6166-6174.
- [11]. Andrae A. S. G., Andersen O., *Life cycle assessments of consumer electronics Are they consistent?*, „*Int. J. Life Cycle Assess.*” 2010, nr 15 (8), s. 827-836.
- [12]. Labouze E., Monier V., Puyou J. -B., *Study on External Environmental Effects Related to the Life Cycle of Products and Services*, European Commission, DG Environment, Brussels 2003.
- [13]. Nijdam D. S., Wilting H. C., Goedkoop M. J., Madsen J., *Environmental load from Dutch private consumption: How much damage takes place abroad?*, „*J. Ind. Ecol.*” 2005, nr 9 (12), s. 147-168.
- [14]. Tukker A., Jansen B., *Environment impacts of products A detailed review of studies*, „*J. Ind. Ecol.*” 2006, nr 10 (3), s. 159-182.
- [15]. Almeida A. D., *REMODECE Residential monitoring to decrease energy use and carbon emissions in Europe*, <http://remodece.isr.uc.pt/>, dostęp: sierpień 2013.
- [16]. *IPCC third assessment report*, <http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/index.htm>, 2009.
- [16.1]. <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU19960530239>, dostęp: sierpień 2013.
- [16.2]. <http://isap.sejm.gov.pl/DetailsServlet?id=WDU20052031684>, dostęp: sierpień 2013.
- [17]. *Kyoto protocol*, http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php, 2009.
- [18]. *Carbon disclosure project*, <https://www.cdproject.net/>.

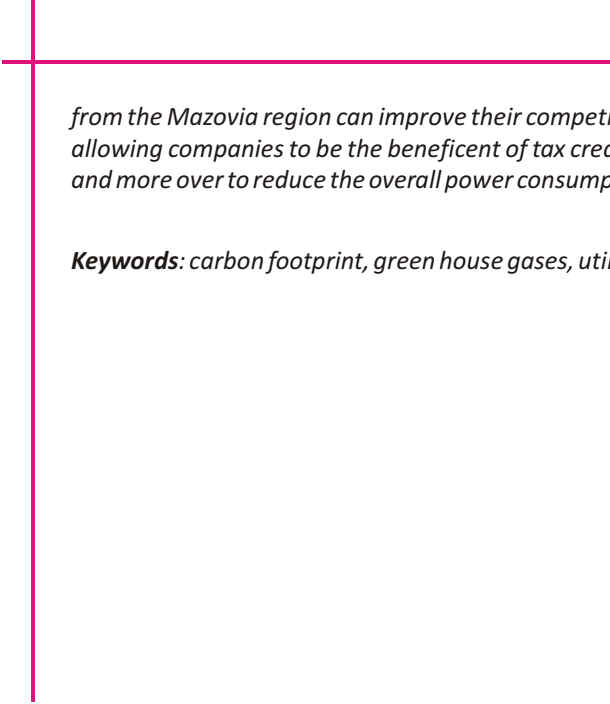
- [19]. EU exporting 'one-third' of CO2 emissions to poorer countries, „The Ecologist”, 9 marca 2010, http://www.theecologist.org/News/news_round_up/436374/eu_exporting_onethird_of_co2_emissions_to_poorer_countries.html, dostęp: sierpień 2013.
- [20]. Wang T., Watson J., Who owns China's carbon emissions, Tyndall Centre for Climate Change Research 2007, s. 2-4.
- [21]. United Nations Statistics Division, Millennium Development Goals indicators: Carbon dioxide, <http://mdgs.un.org/unsd/mdg/SeriesDetail.aspx?srid=749&crd>, dostęp: sierpień 2013.
- [22]. Export Partners of People Republic of China, CIA World Factbook 2012, dostęp: sierpień 2013.
- [23]. Wiedmann T., Minx J., A definition of 'carbon footprint', „Ecological economics research trends 1” 2007, s. 1-11.
- [24]. What is a carbon footprint?, „The Carbon Trust” 2009, <http://www.carbontrust.com/client-services/footprinting/footprint-measurement>.
- [25]. Wright L. A., Kemp S., Williams I., Carbon footprinting: towards a universally accepted definition, „Carbon Management” 2011, nr 2 (1), s. 61-72.
- [26]. Forster P. i in., Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing, „Climate Change” 2007, nr 20.
- [27]. Jones Ch., Kammen D., Quantifying Carbon Footprint Reduction Opportunities for U. S. Households and Communities, „Environ. Sci. Technol.” 2011, nr 45 (9), s. 4088-4095.
- [28]. Huang Y. A., Weber L. C., Matthews H. S., Carbon footprinting upstream supply chain for electronics manufacturing and computer services. w: Proceedings of IEEE international symposium on sustainable systems and technology, 18-20 May 2009, Phoenix, AZ Washington, DC: IEEE Computer Society, s. 1-6.
- [29]. Brenton P., Edwards-Jones G., Jensen M. F., Carbon Labelling and Low-income Country Exports: A Review of the Development Issues, „Development Policy Review” 2009, nr 27. 3, s. 243-267.
- [30]. Product carbon footprinting& labeling, GfK NOP, http://www.vzbv.de/mediapics/praesentation_murray_carbon_trust.pdf, dostęp: sierpień 2013.
- [31]. Carbon footprint report, LEK Consulting, <http://www.lek.com/our-publications/lek-insights/uk-united-kingdom-carbon-footprint-report-2007>, dostęp: sierpień 2013.
- [32]. Trappey A. J., Trappey C. V., Hsiao C. T., Ou J. J., Chang C. T., System dynamics modelling of product carbon footprint life cycles for collaborative green supply chains, „International Journal of Computer Integrated Manufacturing” 2012, nr 25 (10), s. 934-945.
- [33]. Joyce T., Okrasinski T. A., Schaeffer J., Estimating the carbon footprint of telecommunications products: a heuristic approach, „Journal of Mechanical Design” 2010, nr 132.
- [34]. PE International, Gabi Software, <http://www.gabi-software.com/solutions/product-carbon-footprint/>.
- [35]. Teehan P., Kandlikar M., Comparing Embodied Greenhouse Gas Emissions of Modern Computing and Electronics Products, „Environmental science & technology” 2013, nr 47. 9, s. 3997-4003.
- [36]. Dyrektywa 2005/32/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 6 lipca 2005 r., <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32005L0032:PL:NOT>.
- [37]. Appliance Testing for Energy Label Evaluation, <http://www.atlete.eu/>.
- [38] <http://www.capcon.it/en/portfolio/carbon-footprint-of-a-washing-machine/>.

- [39]. Rüdener I., Gensch C. O., Quack D., „Eco-Efficiency analysis of washing machines". Life-cycle assessment and determination of optimal life span. Revised version, Öko-Institut, Freiburg 2005.
- [40]. Faberi S., LOT 14: Domestic dishwashers and washing machines, Documents (Task 1-7), Preparatory studies for Eco-design Requirements of EuPs, European Commission DG TREN, Brussels 2007.
- [41]. Ecobilan, Lot 16 Ecodesign of Laundry Dryers Preparatory studies for Ecodesign requirements of Energy-using-Products (EuP). A Final Report (Task 17), PricewaterhouseCoopers, France, Neuilly-sur-Sein 2009.
- [42]. Jungbluth N., Kollar M., Koss V., Life cycle inventory for cooking. Some results for the use of liquefied petroleum gas and kerosene as cooking fuels in India, „Energy Policy" 1997, nr 25 (5), s. 471-480.
- [43]. Rüdener I., Gensch C., Quack D., Eco-Efficiency Analysis of Washing Machines Life Cycle Assessment and Determination of Optimal Life Span, Öko-Institut, Freiburg 2005.
- [44]. Kemna R., Van Elburg, M., Li W., van Holsteijn R., MEEUP Methodology Study Eco-design of Energy Using Products Final Report: MUEEP Product Cases Report, VHK, Delft 2005.
- [45]. www.CO2list.org.
- [46]. Hammond G., Craig J., Inventory of Carbon & Energy: ICE. Sustainable Energy Research Team, Department of Mechanical Engineering, University of Bath, 2008.
- [47]. Dyson Ltd., <http://www.dyson.co.uk/environment.aspx>, <http://www.airblade.hu/legutobbi-hirek/carbon-trust-endorses-dyson-airblade-hand-dryer>.
- [48]. Billings J., O'Flaherty R., Wissman D., Wolcott L., Hand dryers or paper towels?, <http://web.pdx.edu/~arice/carboncapstone/Dryers.pptx>?
- [49]. Teehan P., Kandlikar M., Comparing Embodied Greenhouse Gas Emissions of Modern Computing and Electronics Products, „Environmental science & technology" 2013, 47, 9, s. 3997-4003.
- [50]. Teehan P., Kandlikar M., Life cycle inventories of newer IT products, „LCA XI Chicago", Oct 4/11.
- [51]. Bull J., Embodied carbon of insulation, http://oco-carbon.com/2011/04/22/embodied_carbon_insulation/.
- [52]. Compact Fluorescent Light Bulbs A Tale From Dust to Dust, <http://www.thewatt.com/node/175>.
- [53]. Hertwich E. G., Roux Ch., Greenhouse gas emissions from the consumption of electric and electronic equipment by Norwegian households, „Environmental science & technology" 2011, nr 45, 19, s. 8190-8196.
- [54]. Bilek M., Hardy C., Lenzen M., Dey Ch., Life-cycle energy balance and greenhouse gas emissions of nuclear energy: A review, „Energy Conversion & Management" 2008, nr 49 (8), s. 2178-2199.
- [55]. Fridleifsson I. B., Bertani R., Huenges E., Lund J. W., Ragnarsson A., Rybach L., The possible role and contribution of geothermal energy to the mitigation of climate change. In IPCC scoping meeting on renewable energy sources, proceedings, Luebeck 2008, Germany (t. 20, nr 25, s. 59-80).
- [56]. Braithwaite I., The carbon footprint of burning natural gas, [http://www.ianbgas.co.uk/Carbon footprint of burning gas.pdf](http://www.ianbgas.co.uk/Carbon%20footprint%20of%20burning%20gas.pdf).
- [57]. IEA. Energy balances of non-oecd countries, International Energy Agency, http://www.oecd-ilibrary.org/energy/energy-balances-of-non-oecd-countries-2013_energy_bal_non-oecd-2013-en;jsessionid=3jb7qq2m9611a.x-oecd-live-02.

- [58]. *The greenhouse gas protocol & supply chain initiative*, World Business Council for Sustainable Development and World Resources Institute, Geneva 2007.
- [59]. Weber Ch. L., Matthews H. S., *Food-miles and the relative climate impacts of food choices in the United States*, „*Environmental Science & Technology*” 2008, nr 42. 10, s. 3508-3513.
- [60]. Davis S. C., Diegel S. W., *Transportation Energy Data Book: Edition 26; ORNL-6978*, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, 2007.
- [61]. Corbett J. J., Koehler H. W., *Updated Emissions from Ocean Shipping*, „*J. Geophys. Res.*” 2003, nr 108 (D20).
- [62]. Stanek W., *Metodyka oceny skutków ekologicznych w procesach cieplnych za pomocą analizy egzergetycznej*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2009.
- [63]. Tsydenova O., Bengtsson M., *Chemical hazards associated with treatment of waste electrical and electronic equipment*, „*Waste Management*” 2011, nr 31. 1, s. 45-58.
- [64]. Hong I. H. i in., *Planning the e-scrap reverse production system under uncertainty in the state of Georgia: A case study*, „*Electronics Packaging Manufacturing*” 2006, nr 29. 3, s. 150-162.
- [65]. Bhuie A. K. i in., *Environmental and economic trade-offs in consumer electronic products recycling: a case study of cell phones and computers*, „*Electronics and the Environment*” 2004, Conference Record., International Symposium on IEEE.
- [66]. Nagurney A., Toyasaki F., *Reverse supply chain management and electronic waste recycling: a multitiered network equilibrium framework for e-cycling*, „*Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*” 2005, nr 41. 1, s. 1-28.
- [67]. Osibanjo O., Nnorom I. C., *The challenge of electronic waste (e-waste) management in developing countries*, „*Waste Management & Research*” 2007, nr 25. 6, s. 489-501.
- [68]. McAusland C., Nouri N., *Carbon Footprint Taxes*, 2012, <http://people.landfood.ubc.ca/carol.mcausland/McAuslandNajjarCarbonFootprintTaxes.pdf>.
- [69]. *Footprint measurement*, „*The Carbon Trust*”, <http://www.carbontrust.com/client-services/footprinting/footprint-measurement>, dostęp: wrzesień 2013.
- [70]. *Reducing carbon emissions in our stores and global supply chain*, <http://corporate.walmart.com/global-responsibility/environment-sustainability/greenhouse-gas-emissions>, dostęp: wrzesień 2013.

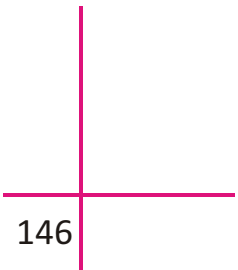
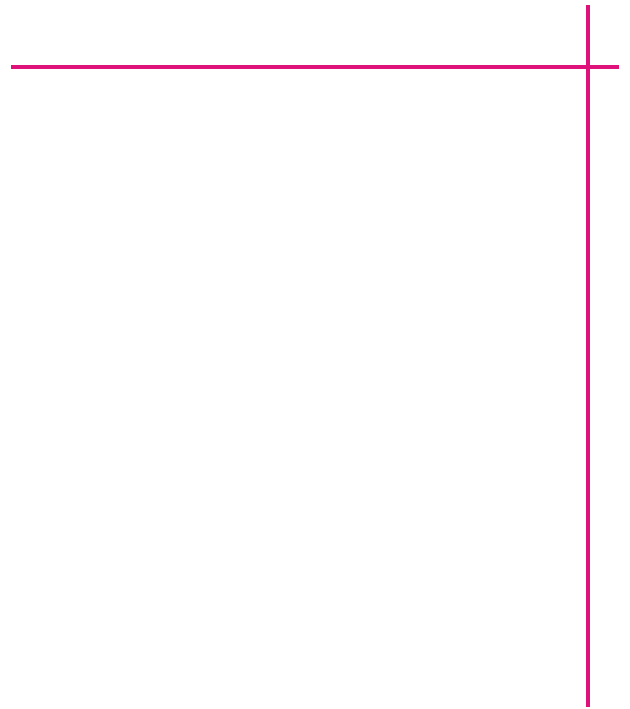
ABSTRACT

This chapter will focus on the analysis of greenhouse gas emissions, from electric and electronic equipment installed in public utility buildings. We will describe in details the relationship between greenhouse gas emissions and the cycles of production, transport, use and disposal, not just the relationship related to energy efficiency. Chapter also includes a detailed description of the carbon footprint issue, including the assessment methods proposed by the scientists and ecological organizations. Product life cycles have been characterized as an example set of electrical and electronic equipment present in a public building. We performed statistical analysis of the construction of such devices, and on this basis we estimated greenhouse gas emissions. Based on the analysis results, proposal is described of the eco-label for "low-emission building". The use of the eco-label as a tool to distinguish companies



from the Mazovia region can improve their competitiveness, introduce innovations building position on the market, allowing companies to be the beneficent of tax credits or subsidies, related to their pro-environmental functioning, and more over to reduce the overall power consumption of Mazovia region.

Keywords: *carbon footprint, green house gases, utilization of electronics, life cycle assessment*



Dr inż. Szymon Firląg
Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Łądowej

10. Metoda oceny efektywności systemu wentylacji

Methods for evaluation of the effectiveness of the ventilation system

STRESZCZENIE

W artykule zaprezentowano wymagania dotyczące systemów wentylacji oraz podstawowe metody oceny intensywności wymiany powietrza w pomieszczeniu. Szczegółowo omówiono metodę pomiarów szczelności powietrznej oraz technikę wykorzystania gazów znacznikowych. Obydwa systemy zostały wykorzystane do pomiarów przeprowadzonych w Domu Pomocy Społecznej.

Słowa kluczowe: system wentylacji, test szczelności, pomiary CO₂, jakość powietrza wewnętrznego

Wstęp

Proces rewitalizacji budynków użyteczności publicznej jest skomplikowany i kosztowny. Przeprowadza się go zazwyczaj w celach zmniejszenia zużycia energii, zmodyfikowania funkcji obiektu lub spełnienia nowych wymogów techniczno-budowlanych. Niestety bardzo często zapomina się o konieczności modernizacji systemu wentylacji, którego zadaniem jest zapewnienie odpowiedniej jakości powietrza wewnętrznego. W konsekwencji prowadzone prace mogą przyczynić się do pogorszenia warunków panujących wewnątrz budynku. Przykładowo zdarza się to w momencie wymiany starej nieszczelnej stolarki okiennej na nową szczelną. Zwiększenie szczelności powietrznej, z jednoczesnym brakiem instalacji nawiewników, prowadzi do zmniejszenia strumienia powietrza wentylacyjnego i wzrostu stężenia zanieczyszczeń w powietrzu wewnętrznym. Innym błędem jest nieuwzględnienie na etapie projektowym konieczności modernizacji systemu wentylacji wynikającej ze zmiany funkcji pomieszczeń. Aby przeprowadzić prace w sposób prawidłowy i osiągnąć zakładany rezultat w postaci poprawy jakości powietrza wewnętrznego, trzeba zacząć od ustalenia wymagań w tym zakresie. Następnie należy przeprowadzić ocenę efektywności istniejącego systemu wentylacji, aby sprawdzić, czy działa on prawidłowo i czy będzie mógł spełnić nowe wymagania. Jeśli analiza wykaże, że nie jest to możliwe, to należy zaproponować rozwiązania modernizacyjne pozwalające na podniesienie jego efektywności i dostosowanie do nowych potrzeb.

Kryteria środowiska wewnętrznego i wymagana wydajność wentylacji wg PN-EN 15251

Norma PN-EN 15251 wprowadza cztery kategorie wykorzystywane do klasyfikowania środowiska wewnętrznego. Dla każdej z nich zostały określone graniczne wartości wskaźników, np. PPD, co umożliwi dokonywanie oceny środowiska wewnętrznego. Czwarta klasa D to warunki niemieszczące się w klasie A, B lub C (tabela 1.)

Tabela 1. Opis kategorii (klas pomieszczeń).

Kategoria	Opis
A	Wymagania wysokie, zalecane w pomieszczeniach, w których przebywają osoby bardzo wrażliwe i słabe o szczególnych potrzebach w tym zakresie, np. niepełnosprawni, chorzy, małe dzieci i seniorzy.
B	Wymagania normalne, powinny być stosowane w budynkach nowych i modernizowanych.
C	Wymagania umiarkowane, akceptowalne, mogą być stosowane w już istniejących budynkach.

Źródło: opracowanie własne.

Norma PN-EN 15251 podaje metodykę obliczania wymaganego strumienia powietrza wentylacyjnego w pomieszczeniach poszczególnych kategorii. W normie zaproponowano powiązanie ilości dostarczanego świeżego powietrza nie tylko z liczbą osób, lecz także z powierzchnią pomieszczeń oraz klasą ich emisyjności wewnętrznej. Zgodnie z normą wymagany strumień powietrza wentylacyjnego dla budynków niemieszkalnych oblicza się według wzoru:

$$q_{tot} = nq_p + A(q_B + q_S)$$

gdzie:

q_p - wymagany strumień powietrza przypadający na jedną osobę, w m^3/h ,

n - liczba osób,

q_B - wymagany strumień powietrza ze względu na emisję zanieczyszczeń, w $m^3/h/m^2$,
(tabela 2.)

q_S - dodatkowy strumień ze względu na dopuszczalność palenia papierosów, w $m^3/h/m^2$.

A - powierzchnia pomieszczenia, w m^2 .

Tabela 2. Wymagane strumienie powietrza wentylacyjnego dla budynków niemieszkalnych.

Kategoria	Strumień na osobę w $m^3/h/os.$	Strumień ze względu na emisję zanieczyszczeń w m^3/hm^2			Dodatek na palenie dla biur, w $m^3/h/m^2$
		Bardzo niska emisja zanieczyszczeń	Niska emisja zanieczyszczeń	Zwiększona emisja	
A	36,0	1,80	3,60	7,20	2,52
B	25,2	1,26	2,52	5,04	1,80
C	14,4	0,72	1,44	2,88	1,08

Źródło: opracowanie własne.

Norma klasyfikuje również pomieszczenia w zależności od stężenia CO_2 . Podział podaje dopuszczalny wzrost stężenia dwutlenku węgla powyżej jego wartości w otoczeniu (tabela 3). Zastosowanie tej klasyfikacji pozwala na klarowne określenie jakości powietrza wewnętrznego.

Tabela 3. Dopuszczalne stężenia CO₂ w pomieszczeniach.

Kategoria	Dopuszczalny wzrost stężenia CO ₂ powyżej jego wartości w otoczeniu w ppm
A	350
B	500
C	800

Źródło: opracowanie własne.

Metody określania naturalnej wymiany powietrza

Przed przystąpieniem do prac modernizacyjnych należy określić efektywność istniejącego systemu wentylacji. Większość budynków użyteczności publicznej jest wyposażona w wentylację naturalną, co utrudnia znacznie przeprowadzenie pomiarów. Głównym problemem jest duża zmienność strumienia powietrza wentylacyjnego, uzależniona m.in. od panujących warunków atmosferycznych. Wybór optymalnej techniki określania naturalnej wymiany powietrza zależy od: wymaganego poziomu dokładności, dostępnych danych oraz typu rozpatrywanego budynku. W konsekwencji istnieje wiele metod określających z różną dokładnością strumienie powietrza wentylacyjnego, brak jest natomiast jednej uniwersalnej, sprawdzonej i dającej zadowalające w każdym przypadku wyniki. Generalnie metody można podzielić na dwie kategorie [1]. Pierwsza to metody empiryczne, czyli zbiór zależności opartych na doświadczeniach i pomiarach, dość luźno związanych z naukowymi prawami dotyczącymi procesów wymiany powietrza. Druga grupuje metody teoretyczne, które wykorzystują fundamentalne prawa mechaniki płynów. O ile pierwsze z nich są stosunkowo proste, ale mało wiarygodne i o ograniczonym obszarze stosowania, o tyle drugie dają bardziej dokładne wyniki, a obszar stosowania ogranicza (dość skutecznie) jedynie dostępność informacji danych wejściowych i sprawność obliczeniowa komputerów. Poniżej opisano podstawowe metody empiryczne.

Test szczelności

Test szczelności (*Reduction of Pressurisation Test Data*) - wyniki uwzględniają jedynie szczelność obudowy danego budynku, bez danych o dystrybucji strumieni powietrza w poszczególnych pomieszczeniach, i nie określają zależności infiltracji od temperatury powietrza zewnętrznego, prędkości i kierunku wiatru oraz warunków terenowych. Zakłada się [1], że spełnione jest równanie:

$$n_{\text{inf}} = \frac{n_{50}}{20}$$

gdzie:

n_{inf} - krotność wymian powietrza przez infiltrację, w h⁻¹,

n_{50} - krotność wymian powietrza przy różnicy ciśnienia 50 Pa, w h⁻¹.

Metoda znajduje zastosowanie jedynie w przypadku niewielkich budynków (domki jedno - i kilkurodzinne) lub pomieszczeń, w których można wykonać test ciśnieniowy. Jego wyniki mogą zostać porównane z obowiązującymi wymaganiami. Mała szczelność powietrzna budynku może prowadzić do zwiększania strat ciepła na podgrzanie powietrza infiltrującego, obniżenia komfortu cieplnego i trwałości konstrukcji.

Warunki techniczne „zalecają przeprowadzenie sprawdzenia szczelności powietrznej budynku”, nie jest to jednak warunek obligatoryjny. Wymagane szczelności to:

- budynki z wentylacją grawitacyjną $n_{50} \leq 3,0 \text{ h}^{-1}$,
- budynki z wentylacją mechaniczną $n_{50} \leq 1,5 \text{ h}^{-1}$.

Warunki dotyczące procedury pomiarowej podane zostały w normie PN-EN 13829 *Właściwości cieplne budynków. Określenie przepuszczalności powietrznej budynków. Metoda pomiaru ciśnieniowego z użyciem wentylatora*. Dokładność tej procedury zależy w dużej mierze od zastosowanych przyrządów i aparatury oraz warunków otoczenia, w jakich wykonano pomiary.

Techniki z wykorzystaniem gazów znacznikowych

Techniki z wykorzystaniem gazów znacznikowych - polegają na ustaleniu strumieni wymianianego powietrza w oparciu o dynamiczny rozkład stężenia gazów znacznikowych. W materiałach dotyczących zastosowania fotoakustycznych mierników stężenia gazu firmy Brüel&Kjaer [2] przedstawiono metody: zaniku stężenia, stałej emisji oraz stałej koncentracji (schemat 1).

Metody wykorzystujące gazy znacznikowe pozwalają stosunkowo dokładnie (i w sposób stosunkowo kosztowny) określić ilościowy i jakościowy rozkład strumieni powietrza; są szczególnie przydatne podczas identyfikacji wewnętrznych przepływów w obiektach wielostrefowych.

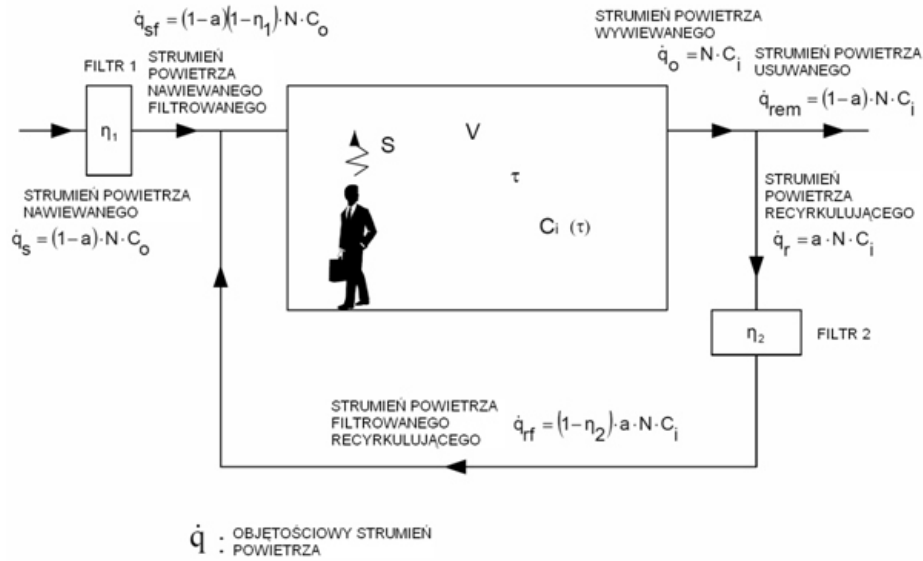
Zmierzone stężenia gazów znacznikowych można wykorzystać jako dane wejściowe do wzorów analitycznych, a następnie obliczyć strumień powietrza wentylacyjnego. W przypadku warunków ustalonych po długim czasie stężenie zanieczyszczeń będzie równe:

$$C_i = C_o + \frac{S}{V N}$$

gdzie:

- C_i - stężenie w stanie ustalonym, $\mu\text{g}/\text{m}^3$,
- C_o - stężenie w powietrzu zewnętrznym, $\mu\text{g}/\text{m}^3$,
- S - emisja całkowita, $\mu\text{g}/\text{s}$,
- V - kubatura pomieszczenia, m^3 ,
- N - krotność wymian powietrza na jednostkę czasu, s^{-1} .

Stężenie może być wyrażone w różnych jednostkach, np. kg/m^3 , m^3/kg , kg/kg , m^3/m^3 , %, ppm (części na milion) objętościowo, ppm wagowo itp.



Schemat 1. Wymiany powietrza w pomieszczeniu (z uwzględnieniem zanieczyszczeń).
 Źródło: opracowanie własne.

Dużo częściej występują warunki nieustalone, w których zarówno emisja, jak i strumień powietrza wentylacyjnego zmieniają się w czasie. W takich warunkach zmianę stężenia można opisać wzorem:

$$C_i(t) = \frac{(1-a)(1-\eta_1)C_o + \frac{S}{VN}}{(1-a)(1-\eta_2)} \cdot \frac{(1-a)(1-\eta_1)C_o + \frac{S}{VN}}{(1-a)(1-\eta_2)} C_{i0} e^{-N(1-a)(1-\eta_2)t}$$

gdzie:

- $C_i(t)$ - stężenie zanieczyszczeń wewnątrz po czasie t ,
- a - udział powietrza recykulującego,
- η_1 - efektywność usuwania zanieczyszczeń filtra 1,
- η_2 - efektywność usuwania zanieczyszczeń filtra 2,
- C_o - stężenie zanieczyszczeń w powietrzu zewnętrznym,
- S - emisja wewnętrzna (siła źródła),
- V - kubatura pomieszczenia,
- N - krotność wymian powietrza na jednostkę czasu,
- C_{i0} - początkowe stężenie zanieczyszczeń w pomieszczeniu,
- t - czas.

Efektywność filtrów jest określana jako:

$$\frac{C_i(\cdot)_{in} - C_i(\cdot)_{out}}{C_i(\cdot)_{in}} = 1 - \frac{C_i(\cdot)_{out}}{C_i(\cdot)_{in}}$$

Jeżeli nie występują filtry ani recyrkulacja, to równanie dla warunków nieokreślonych upraszcza się do postaci:

$$C_i(\cdot) = C_o \frac{S}{V N} + C_{io} e^{-N}$$

Gazem znacznikowym wykorzystywanym do pomiaru efektywności systemu wentylacji jest często CO₂. Posiada on pewne wady, co powoduje, że pomiary nie zawsze są precyzyjne, jednak główną jego zaletą jest fakt, że emitują go osoby przebywające w pomieszczeniu. Znacząc liczbę osób oraz ich metabolizm, jesteśmy w stanie określić w przybliżeniu emisję zanieczyszczeń, a na tej podstawie strumień powietrza wentylacyjnego (tabela 4.)

Tabela 4. Emisja CO₂ w zależności od aktywności osoby.

Rodzaj aktywności	Metabolizm, W	Emisja CO ₂ , dm ³ /s
Praca siedząca	100	0,004
Lekka praca	150-300	0,006-0,012
Normalna praca	300-500	0,012-0,020
Ciężka praca	500-650	0,020-0,026
Bardzo ciężka praca	650-800	0,026-0,032

Źródło: opracowanie własne.

Drugą z technik wykorzystujących CO₂ to metoda zaniku stężenia. Badamy w niej, jak szybko następuje spadek stężenia po zaniku jego emisji (np. w przypadku ludzi będzie to opuszczenie przez nich pomieszczenia). Z uwagi na fakt, że emisja nie występuje, wzór upraszcza się do postaci:

$$C_i(\cdot) = C_o + C_{io} e^{-N}$$

Dokonując prostego przekształcenia, można określić krotność wymian powietrza w pomieszczeniu:

$$N = \frac{\ln \frac{C_o - C_i(\cdot)}{C_o - C_{io}}}{N}$$

Wykorzystując powyższe równanie do określenia krotności wymian powietrza w pomieszczeniu, musimy wiedzieć jedynie, jak szybko zanika stężenie oraz jakie jest ono w powietrzu zewnętrznym. Informacje o kubaturze pomieszczenia oraz wielkości emisji nie są potrzebne.

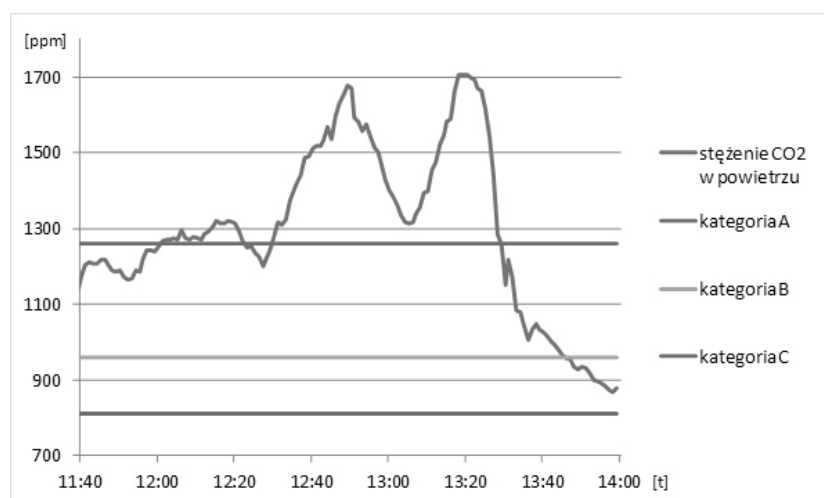
Pomiary jakości powietrza wewnętrznego i wydajności systemu wentylacji w Domu Pomocy Społecznej

Obiektem badań stał się, zbudowany w 1926r., Dom Pomocy Społecznej. Jest to budynek dwukondygnacyjny, częściowo podpiwniczony, o funkcji użyteczności publicznej dom opieki dla osób starszych i niepełnosprawnych. Konstrukcja budynku jest drewniana, obmurowana z cegły pełnej, stropy i schody drewniane, dach w części dwuspadowy o konstrukcji drewnianej i pokryty blacho-dachówką. Podczas próby szczelności analizowano pomieszczenie dyrektora, które znajduje się na parterze budynku. Badanie zostało przeprowadzone w celu określenia szczelności powietrznej obudowy pomieszczenia.

Ocena jakości powietrza wewnętrznego i wydajności wentylacji w jadalni

Pomiary wykonano w godzinach 11:25-14:00 dnia 13.02.2013r. przed obiadem, w jego trakcie i po nim. Mierzonymi parametrami były: wilgotność względna, temperatura, prędkość powietrza wewnętrznego oraz stężenie dwutlenku węgla w ppm. Stężenie CO₂ w powietrzu zewnętrznym wynosiło około 460 ppm. Wielkości mierzone zmieniały się w zakresach (wykres 1):

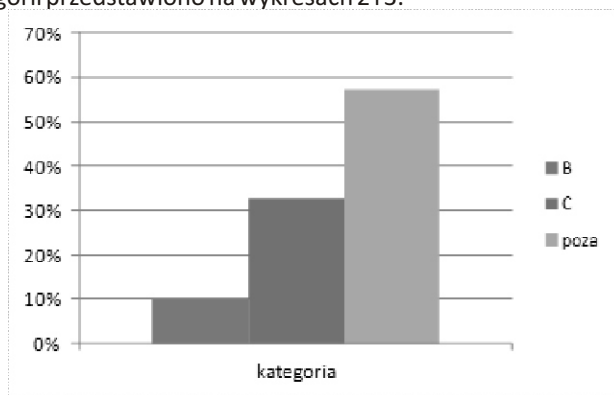
- temperatura powietrza: 20,3-22,1°C,
- wilgotność względna powietrza: 38,2-53%,
- wilgotność bezwzględna powietrza: 5,8-8,2 g/kg,
- prędkość ruchu powietrza: 0-0,03 m/s (wartości maksymalne 0,09 m/s),
- stężenie CO₂: 865-1707 ppm.



Wykres 1. Zmiany stężenia CO₂ w jadalni (z zaznaczonymi kategoriami).

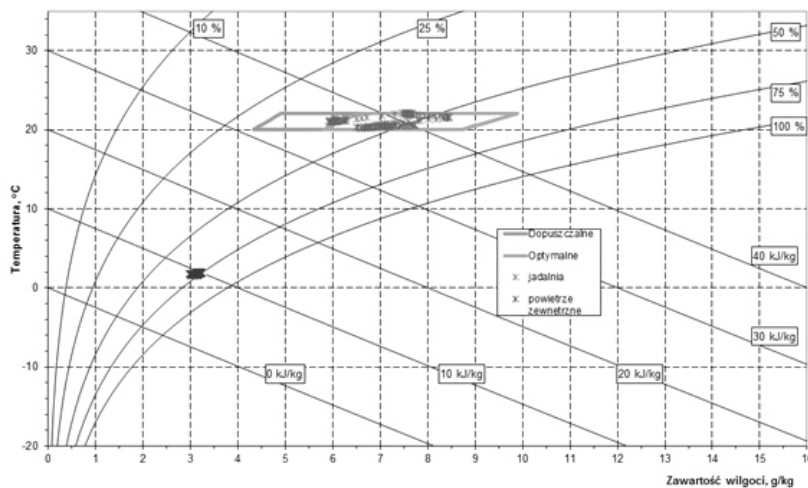
Źródło: opracowanie własne.

Pomiar stężenia CO₂ pozwala na dokonanie kategoryzacji jakości powietrza wewnętrznego zgodnie z normą PN-EN 15251. Pokazane na wykresie maksymalne poziomy wynoszą 810 ppm dla kategorii A, 960 ppm dla kategorii B i 1260 ppm dla kategorii C. Jak widać, przez znaczną część czasu jakość powietrza nie mieści się w żadnej kategorii. Dopiero po opuszczeniu jadalni przez pensjonariuszy, stężenie spada do poziomu kategorii B. Procentowy udział poszczególnych kategorii przedstawiono na wykresach 2 i 3.



Wykres 2. Procentowy udział poszczególnych kategorii.

Źródło: opracowanie własne.



Wykres 3. Przedstawione na wykresie i-x parametry powietrza w jadalni i zewnętrznego z zaznaczonym obszarem wskaźników optymalnych zgodnych z normą PN-76/B-03430 na okres zimy.

Źródło: opracowanie własne.

Przeprowadzone pomiary pokazują, że pomimo zapewnienia optymalnych parametrów powietrza wewnętrznego, jeżeli chodzi o temperaturę i wilgotność, względna jakość powietrza wewnętrznego nie jest zadowalająca. Dowodzi to jednocześnie, że wilgotność względna na poziomie 50% w przypadku braku nawilżania może być sygnałem świadczącym o wadliwie działającym systemie wentylacji.

Widoczny na wykresie zanik stężenia wykorzystano do określenia szacunkowej krotności wymian powietrza. Obliczenia wykonano na podstawie następującego wzoru:

$$N = \frac{\ln \frac{C_o}{C_i} \frac{C_i(\cdot)}{C_o}}{\ln \frac{460}{460} \frac{868}{1707}} = \frac{0,633}{0,633} = 1,76 \text{ 1/h}$$

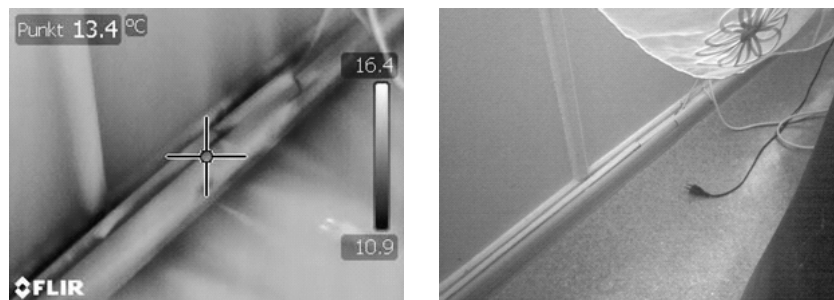
Stężenie powietrza zewnętrznego wynosiło 460 ppm, stężenie maksymalne 1707 ppm, czas zaniku 38 minut, a stężenie najniższe 868 ppm. Oszacowana krotność wymian powietrza $n = 1,76 \text{ 1/h}$ nie jest niska, jednak nie pozwala na zapewnienie odpowiedniej jakości powietrza w jadalni. Zgodnie z przytoczonymi wcześniej zaleceniami krotność wymian powietrza dla stołówek powinna wynosić 5-10 1/h.

Test szczelności pomieszczenia dyrekcji

Określenie przybliżonej efektywności wentylacji naturalnej umożliwia test szczelności. Z uwagi na drewnianą konstrukcję Domu Pomocy Społecznej spodziewano się, że budynek będzie charakteryzował się małą szczelnością powietrzną. Do badań wytypowano pomieszczenie dyrekcji z uwagi na narożną lokalizację i brak kanałów wentylacyjnych. Podstawowe wielkości odniesienia dla tego pomieszczenia są następujące:

- pole powierzchni podłogi netto: 27 m²,
- kubatura wewnętrzna: 90 m³,
- powierzchnia obudowy: 64 m².

W trakcie wstępnego badania w warunkach stałego podciśnienia na poziomie 50 Pa zlokalizowano nieszczelności dzięki użyciu kamery termowizyjnej oraz metody „przy użyciu dłoni”. Było to możliwe z uwagi na dużą różnicę temperatur pomiędzy powietrzem wewnętrznym i zewnętrznym. Infiltrujące do wewnątrz zimne powietrze zewnętrzne jest widoczne na zdjęciach termowizyjnych w postaci niebiesko-granatowych smug (rysunki 1 i 2).



Rysunek 1. Nieszczelność w miejscu połączenia ściany zewnętrznej z podłogą i podniesiona wykładzina z przestrzenią wentylacyjną.

Nieszczelności występowały na całym obwodzie pomieszczenia i były źródłem największych infiltracji powietrza zewnętrznego. Przyczynami ich powstawania były prawdopodobnie nieszczelna konstrukcja podłogi i sposób jej połączenia ze ścianą zewnętrzną. Powietrze przedostawało się z wentylowanej przestrzeni podpodłogowej, co mogło świadczyć o braku izolacji paroszczelnej w podłodze. Jediną warstwą uszczelniającą była wykładzina, która w trakcie badania podniosła się, co potwierdziło te przypuszczenia.

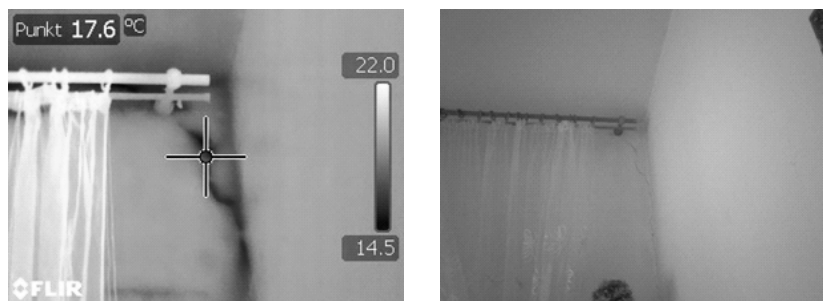


Rysunek 2. Źródłem powietrza jest przestrzeń wentylowana pod podłogą zaznaczony widoczny otwór wentylacyjny w ścianie cokołowej.

Źródło: materiały własne.

Podłogę można uszczelnić i jednocześnie ocieplić przez zastosowanie izolacji natryskowej pianki poliuretanowej na powierzchni podłogi od strony przestrzeni wentylowanej. Zapewnia ona dobrą izolację termiczną i odpowiednią szczelność. Ponadto pozwala utrzymać wentylację przestrzeni pod podłogą, która jest wysoce narażona na zawilgocenie.

Z uwagi na utrudniony dostęp do przestrzeni wentylowanej i możliwe problemy z zastosowaniem powyższej metody przewiduje się alternatywny sposób uszczelnienia: wypełnienie największych nieszczelności elastycznym preparatem, np. polurietanem (co pozwoli na zapobieganie odrywaniu się folii), a następnie precyzyjne zamocowanie jednej ciągłej warstwy folii przeciwwilgociowej z dokładnym wykonaniem detalu połączenia folii z tynkiem ściany (rysunek 3).



Rysunek 3. Nieszczelność spowodowana pęknięciem ściany w narożu.

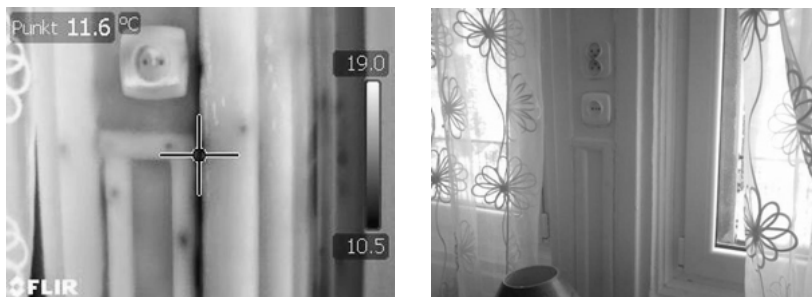
Przyczyną powstania nieszczelności to pęknięcie przegrody zewnętrznej, przerwanie warstwy izolacji termicznej i uszczelniającej w tym wypadku tynku wewnętrznego. Pęknięcie jest widoczne również od strony zewnętrznej podczas badania w nadciśnieniu, gdy ciepłe powietrze wewnętrzne ucieka na zewnątrz (rysunek 4).



Rysunek 4. Nieszczelność powodująca ucieczkę ciepłego powietrza wewnętrznego widoczna od strony zewnętrznej.

Źródło: materiały własne.

Po sprawdzeniu nośności przegrody i wyeliminowaniu przyczyny spękań należy uzupełnić lukę elastycznym preparatem do uszczelniania (np. uszczelniacz poliuretanowy) i dokładnie otynkować. Rozwiązanie to powinno usunąć powstałe nieszczelności (rysunek 5).



Rysunek 5. Nieszczelność między starą ościeżnicą okien drewnianych a ścianą zewnętrzną.

Źródło: materiały własne.

Przyczyną powstania nieszczelności było pęknięcie między starymi drewnianymi ościeżnicami, w których zamocowano nowe okna PCV, a ścianą zewnętrzną. Można je usunąć dzięki uzupełnieniu szczeliny elastycznym preparatem do uszczelniania (np. uszczelniacz poliuretanowy).

Po zlokalizowaniu wszystkich nieszczelności przystąpiono do właściwego badania. Pomiaru zostały przeprowadzane automatycznie z użyciem przesłony B. Badanie przeprowadzono w podciśnieniu i nadciśnieniu, każdorazowo dla dziesięciu punktów. W wyniku testu otrzymano następujące średnie wielkości:

- $V_{50} = 1048 \text{ m}^3/\text{h}$ strumień przecieku powietrza w warunkach różnicy ciśnienia 50 Pa,
- $n_{50} = 11,69 \text{ 1/h}$ wielkość wymiany powietrza w warunkach różnicy ciśnienia 50 Pa.

Otrzymane wyniki pokazują, że pomieszczenie charakteryzuje się bardzo małą szczelnością. Obowiązujące wymagania w zakresie szczelności powietrznej według WT 2008 w budynkach z wentylacją grawitacyjną wynoszą $n_{50} \leq 3,0 \text{ h}^{-1}$. Wynik dla pomieszczenia dyrekcji jest prawie cztery razy większy. Szacunkową krotność wymiany powietrza z tytułu infiltracji można obliczyć na podstawie następującego wzoru:

$$n_{\text{inf}} = \frac{n_{50}}{20} \frac{1169}{20} = 0,58 \text{ 1/h}$$

Krotność wymian powietrza spowodowana przez infiltrację jest bardzo wysoka i oznacza, że strumień powietrza infiltrującego wynosi około $52,6 \text{ m}^3/\text{h}$. W pokoju dyrekcji pracują dwie osoby, co zakładając $20 \text{ m}^3/\text{h}$ na osobę, daje łącznie $40 \text{ m}^3/\text{h}$ powietrza zewnętrznego. Przeprowadzone badanie pokazało, że w tych pomieszczeniach pomimo braku kanałów wentylacyjnych występuje intensywna wymiana powietrza spowodowana infiltracją. Jest to sytuacja niepożądana, ponieważ za wymianę powietrza powinna odpowiadać kontrolowana wentylacja. Co więcej, powietrze przedostające się przez nieszczelności przenika do pomieszczeń w nieodpowiednich miejscach. Przystępując do modernizacji systemu wentylacji w badanym budynku, należałoby w pierwszej kolejności podwyższyć jego szczelność, a dopiero później usprawnić działanie systemu wentylacji.

Podsumowanie

Nieodłącznym elementem rewitalizacji budynków użyteczności publicznej powinna być modernizacja systemu wentylacji. Dążenie do poprawy stanu technicznego budynku i ograniczenia zapotrzebowania na energię nie może odbywać się kosztem pogorszenia jakości powietrza wewnętrznego. Z tego względu przed przystąpieniem do prac remontowych warto wykonać badania pozwalające określić efektywność systemu wentylacji i precyzyjnie ustalić przyszłe wymagania. Ta wiedza pozwoli na lepsze dostosowanie zakresu prac do rzeczywistych potrzeb. W niektórych wypadkach może okazać się, że istniejący system wentylacji wymaga jedynie przeglądu i niewielkich prac modernizacyjnych, natomiast w innych zajdzie konieczność wykonania zupełnie nowej instalacji. Wprowadzane zmiany powinny nie tylko zapewnić odpowiednią jakość powietrza wewnętrznego, lecz także maksymalnie ograniczyć zapotrzebowanie na energię. Warto jednocześnie przeprowadzić badania porównawcze po zakończeniu prac, aby sprawdzić, czy osiągnięto zakładane efekty.

Literatura

- [1]. Liddament M. W., *Air Infiltration Calculation Techniques. An Applications Guide*, International Energy Agency, AIVC, 1986.
 [2]. Grieve P. W., *Measuring Ventilation Using Tracer -gases*, Environmental Group, Brüel&Kjaer, Naerum 1991.



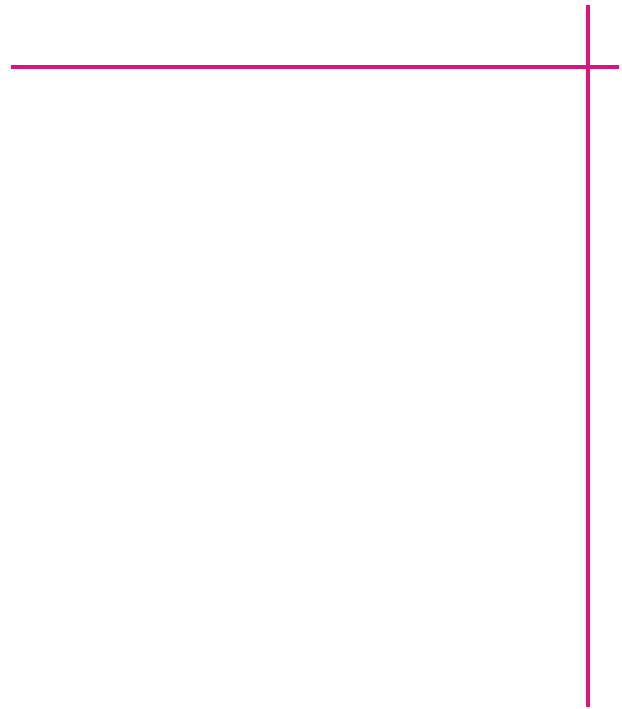
ABSTRACT

The paper presents the requirements for ventilation systems and the basic evaluation methods of the air change intensity. Details the methods of airtightness test and gas tracer technique were described in details. Both methods were used for measurements at the Social Assistance House.

Keywords: *ventilation system, airtightness test, CO₂ measurements, indoor air quality*



160



Mgr inż. Paweł M. Błaszczyk

Politechnika Warszawska, Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa

11. Źródła energii elektrycznej w rewitalizowanym budynku

Electrical energy sources in revitalized buildings

STRESZCZENIE

Koszty użytkowania budynków użyteczności publicznej stale rosną ze względu na wzrastające ceny energii elektrycznej. Konieczna staje się redukcja kosztów związanych z konsumpcją energii elektrycznej poprzez zastosowanie jej odnawialnych źródeł, w szczególności energii słonecznej i wiatrowej. Nowe prawo, które być może zostanie uchwalone z początkiem 2014r., wychodzi naprzeciw tym potrzebom. Zawiera zapisy ułatwiające osobom prywatnym inwestowanie w instalację OZE i ich zużycie na własne potrzeby lub sprzedaż tej energii.

Słowa kluczowe: *odnawialne źródła energii, energia fotowoltaiczna, energia wiatrowa*

Wstęp

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (OZE) określa punkty, które powinny zostać zrealizowane w celu osiągnięcia poziomu „20-20-20” (20% redukcja emisji dwutlenku węgla, 20% wzrost efektywności energetycznej, 20% wzrost udziału odnawialnych źródeł energii) w 2020r. Konsekwencją jej wprowadzenia są zmiany w ustawie o prawie energetycznym oraz kolejne rozporządzenia ministra gospodarki z lat 2005 i 2006. Aktualnie pracuje się nad ustawą o odnawialnych źródłach energii, która wprowadzi zmiany w systemie dopłat umożliwiające promocję głównie mikroźródeł odnawialnych.

Obecna sytuacja prawna w praktyce nie pozwala na rozwój mikro- i małych instalacji OZE, które są konieczne w instalacjach energetycznych mających na celu zasilanie pojedynczych budynków mieszkalnych lub biurowych. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego nr 2010/31/UE przewiduje, że wszystkie budynki budowane po 2021r. będą budynkami energooszczędnymi, a w przypadku budynków użyteczności publicznej, będzie to wymagane już od 2019r. Wymusza to zastosowanie odnawialnych źródeł energii w bilansie energetycznym obiektów, gdyż te ujmowane są w nim jako „zerowe zużycie”. W przypadku dużych, nowoczesnych obiektów biurowych jedynie w ten sposób możliwe będzie osiągnięcie założonych celów.

W nowej sytuacji prawnej powstanie konieczność tworzenia nowych koncepcji wysp oraz parków energetycznych oraz rozwijania już istniejących. Nowo budowane osiedla będą posiadały instalację pozwalającą na osiągnięcie

przez nie samowystarczalności energetycznej. Istotna będzie również kwestia podnoszenia sprawności konwersji i magazynowania energii, szczególnie w technologii ogniw fotowoltaicznych.

Odnawialne źródła energii elektrycznej

W 2001r. w Unii Europejskiej została przyjęta dyrektywa (2001/77/EC) dotycząca promocji energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych. Jej celem jest zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii w produkcji energii elektrycznej na rynku wewnętrznym oraz stworzenie podstawy kolejnym programom ramowym UE. Przewiduje się zatem stopniowe zwiększenie popytu i zarazem produkcji energii elektrycznej pochodzącej z tych źródeł [8].

Potencjał odnawialnych zasobów energii jest praktycznie nieograniczony [5]. Są to źródła rozproszone, ich wykorzystanie wiąże się z koniecznością koncentracji i tym samym ze zwiększeniem nakładów inwestycyjnych, dlatego obecnie koszty inwestycyjne wytwarzania energii elektrycznej z odnawialnych źródeł w polskich warunkach są wyższe niż koszty pozyskania i przetwarzania paliw kopalnych. Opłacalność stosowania rozwiązań technicznych wykorzystujących OZE będzie uzasadniona dopiero w momencie odpowiedniego systemu wsparcia prawnego lub przy podnoszeniu opłat za degradację środowiska naturalnego w wyniku pozyskiwania energii z konwencjonalnych źródeł.

Istnieje wiele rodzajów instalacji wykorzystujących OZE do produkcji energii elektrycznej (tabela 1). W tym opracowaniu ograniczono się do zaprezentowania zagadnień związanych z technologiami, które są łatwe do zastosowania przy modernizacji istniejących budynków. Skupiono się zatem na ogniwach fotowoltaicznych i turbinach wiatrowych.

Tabela 1. Instalacje OZE.

Instalacje korzystające z odnawialnych źródeł energii				
Panele fotowoltaiczne	Turbiny wiatrowe	Małe elektrownie wodne	Instalacje wykorzystujące biopaliwa	Instalacje wykorzystujące geotermię

Źródło: opracowanie własne.

Technologia paneli fotowoltaicznych

Bezsporną zaletą energii słonecznej jest jej powszechność. Według danych Międzynarodowej Agencji Energii (IEA) światowe roczne nakłady na badania i rozwój technologii w latach 2000-2007 uległy podwojeniu z 250 mln USD do 500 mln USD. Obecnie najpopularniejszą technologią fotowoltaiczną na rynku energetycznym są ogniwa oparte na złączu p-n wykonanym z krzemu krystalicznego. Należą one do pierwszej generacji ogniw fotowoltaicznych. Charakteryzują się najwyższą na rynku sprawnością konwersji energii w zakresie od 15 do 22%. Dane z 2010r. wskazują, że udział tej technologii w rynku wynosił ok. 82%. Ogniwa wykonywane są zarówno z krzemu monokrystalicznego, jak i polikrystalicznego. Istotną kwestią są wysokie koszty produkcji ze względu na małą automatyzację procesu produkcji.

Druga generacja ogniw również wykorzystuje złącza p-n, jednak do ich budowy używa się tellurku kadmu (CdTe), krzemu amorficznego, miedzi, galu, indu oraz selenu. Cechą szczególną budowy ogniw tej generacji jest grubość warstwy półprzewodników mieszcząca się w granicach 1-3 mikrometrów. Koszty wytwarzania ogniw tej generacji są znacznie niższe niż w przypadku ogniw pierwszej generacji [2]. Mają one jednak niższą sprawność (7-15%).

Mianem trzeciej generacji określa się przynajmniej dwie technologie. Przykładem jest ogniwo DSSC [6] (Dye-sensitized solar cell) stanowiące ciekłą powłokę, której cechą szczególną jest to, iż może być ona przezroczysta. Umożliwia to powlekanie pokryć dachowych, świetlików, okien oraz fasad budynków. Zwiększa się więc ewentualna powierzchnia wykorzystywana do konwersji energii przy jednoczesnym zachowaniu waloru estetycznego i niezakłócaniu dopływu światła słonecznego do budynku. Technologia DSSC znajduje się obecnie w fazie rozwoju. Charakteryzuje ją niski koszt produkcji oraz niska sprawność (do 11%).

Kolejną rozwijaną technologią ogniw fotowoltaicznych trzeciej generacji są tzw. ogniwa wielowarstwowe [7]. W celu osiągnięcia sprawności konwersji energii na poziomie dochodzącym do 41% wykorzystuje się ogniwa złożone z wielu różnych warstw. Technologia opiera się na wykorzystaniu warstw absorbujących różne długości promieniowania świetlnego przez kolejne warstwy.



Fotografia 1. Przykład montażu paneli fotowoltaicznych: a) bezpośrednio do konstrukcji budynku (SolarSom), b) wykorzystując system nadążny (Brasit).

Źródło: materiały własne.

Instalacja fotowoltaiczna składa się z następujących urządzeń:

- panele fotowoltaiczne (złożone z modułów, na które składają się ogniwa (fotografia 1a),
- bateria akumulatorów stanowiąca magazyn energii (opcjonalnie),
- regulatory ładowania magazynu akumulatorów (opcjonalnie),
- przekształtniki energii,
- system śledzenia słońca na nieboskłonie (fotografia 1b).

Panele fotowoltaiczne stanowią źródło energii elektrycznej prądu stałego uzyskanej z konwersji energii promieniowania słonecznego. W zależności od zastosowanej technologii wymagana będzie inna powierzchnia paneli niezbędna do wytworzenia takiej samej energii elektrycznej (tabela 2).

Tabela 2. Zestawienie różnych technologii ogniw fotowoltaicznych.

Technologia ogniwa	Sprawność	Powierzchnia na 1 kW
Monokryształ	11-16%	7-9 m ²
Polikryształ	8-10%	9-11 m ²
Polikryształ (EFG)	10-14%	8-9 m ²
Cienka warstwa bezpostaciowa	4-7%	16-20 m ²
Cienka warstwa miedzi, indu, seleniu (CIS)	6-8%	11-13 m ²

Źródło: opracowanie własne.

Przekształtniki napięcia umożliwiają uzyskanie prądu przemiennego o parametrach sieci (230 V AC 50 Hz). Energia do sieci może być dostarczana bezpośrednio ze źródła lub z baterii akumulatorów. Akumulatory mają za zadanie magazynować energię i dostarczać ją w okresie, gdy nie jest generowana. W przypadku sprzedaży energii elektrycznej bezpośrednio do sieci zastosowanie akumulatorów nie jest konieczne.

Regulatory ładowania są niezbędne, gdy wykorzystywane są akumulatory. Umożliwiają one kontrolę samego procesu przekazywania energii ze źródła do magazynu energii. Stanowią one również zabezpieczenie przed nadmiernym przeładowaniem oraz rozładowaniem baterii mogącym skutkować jej uszkodzeniem. W niektórych przypadkach możliwe jest także automatyczne sterowanie procesem ładowania magazynu energii elektrycznej podłączonym do hybrydowego układu źródeł odnawialnych, tj. paneli fotowoltaicznych oraz mikroturbin wiatrowych.

Rozszerzeniem podstawowych instalacji wytwórczych opartych na ogniwach fotowoltaicznych jest system nadążny, który śledzi położenie słońca na nieboskłonie w ciągu dnia. Składa się on ze stelażu umożliwiającego obrót o 90-120° w płaszczyźnie poziomej. W płaszczyźnie pionowej zazwyczaj ustawiony jest stały kąt, który powinien być dobrany do pory roku oraz współrzędnych geograficznych lokalizacji instalacji. Pozwala to na zwiększenie produkcji energii elektrycznej nawet o ok. 20%. Zastosowanie tego typu konstrukcji zwiększa koszty inwestycji oraz stopień komplikacji instalacji. Może to skutkować większą awaryjnością.

Montaż i ekspozycja paneli fotowoltaicznych w celu zapewnienia konwersji energii słonecznej na optymalnym poziomie powinien uwzględniać te same zasady co montaż kolektorów słonecznych. Głównym czynnikiem wpływającym na wybór lokalizacji instalacji, mającej na celu zasilanie np. budynku użyteczności publicznej, jest dostępność nieoświetlonej powierzchni dachowej lub ścian. Oślonami mogą być wyższe budynki, zieleni oraz wypiętrzenia terenu. Przy projektowaniu instalacji określanie jej ekspozycji na światło dzienne należy wziąć pod uwagę występowanie zacienienia zarówno w trakcie doby, jak i roku. Naturalnym miejscem do instalacji jest dach bądź teren niezabudowany wokół budynku. W przypadku kolektorów słonecznych dąży się do ich integracji

z elewacją bądź zadaszeniem budynku w celu zmniejszenia strat energii na drodze konwekcji. W przypadku ogniw fotowoltaicznych wskazane jest również umożliwienie naturalnego chłodzenia paneli, ponieważ wzrost temperatury pracy modułu negatywnie wpływa na sprawność procesu konwersji energii.

Technologia i klasyfikacja turbin wiatrowych

Turbiny wiatrowe można sklasyfikować zarówno pod względem konstrukcyjnym [3], jak i w odniesieniu do ich mocy. Podstawową różnicą konstrukcyjną jest orientacja osi obrotu turbiny. Urządzenia te mają turbiny zarówno w osi pionowej, jak i poziomej. Podział ze względu na moc jest istotny głównie z prawnego punktu widzenia. Wyróżnia się trzy główne grupy, w których przedziały mocy mogą się różnić w zależności od konkretnej klasyfikacji. Rozróżnia się na przykład:

- mikroelektrownie - moc do 100 W. Tego typu konstrukcje wykorzystywane są do zasilania wydzielonych instalacji elektrycznych (np. oświetlenie pomieszczeń bądź znaków drogowych),
- małe turbiny wiatrowe - moc od 100 W do 50 kW. Tego typu konstrukcje wykorzystywane są do zasilania pojedynczych budynków bądź niedużych kompleksów budowlanych (np. gospodarstwa domowe, rolne, budynki użyteczności publicznej),
- duże elektrownie wiatrowe - moc przekraczająca 100 kW. Tego typu konstrukcje wykorzystywane są do budowania elektrowni wiatrowych stosowanych jako źródła energii dla Krajowych Systemów Energetycznych.



Fotografia 2. Małe turbiny wiatrowe: a) VAWT (WePOWER, LLC), b) HAWT (ZIBO CAT WIND GENERATOR CO., LTD).

Źródło: materiały własne.

W dwóch pierwszych obszarach, czyli w mikroelektrowniach oraz małych turbinach [9] wiatrowych, wykorzystuje się zarówno turbiny o osiach poziomych (HAWT - HorizontalAxis Wind Turbine, fotografia 2b), jak i pionowych (VAWT - VerticalAxis Wind Turbine, fotografia 2a). W przypadku dużej elektroenergetyki prym wiodą elektrownie o osiach poziomych. Główna różnica między tymi konstrukcjami polega na tym, że w przypadku HAWT zakres mocy jest duży, natomiast turbiny typu VAWT są najefektywniejsze do mocy 10 kW. Zaletą tych drugich jest cicha praca w przeciwieństwie do turbin o osiach poziomych.

Istotnym aspektem ze względów inwestycyjnych jest duża dostępność urządzeń HAWT o dobrej jakości na rynku. Turbiny o osiach pionowych nie mają zbyt dużej konkurencji i wybór wyrobów wysokiej jakości jest ograniczony. Przekłada się to również na ich wysoką cenę w porównaniu z popularnymi turbinami o osi poziomej. Jednak charakterystyka mocy w zależności od prędkości wiatru w przypadku turbin VAWT oraz ich niski próg rozruchu (wysoka efektywność przy niskich prędkościach wiatru) sprawiają, iż tego typu rozwiązania są coraz częściej implementowane. Smukła budowa, mała waga oraz niski poziom hałasu sprawiają, iż konstrukcje typu VAWT zaczynają być coraz częściej wykorzystywane w instalacjach zasilających gospodarstwa domowe.

Instalacje turbin wiatrowych

Instalacje przeznaczone do produkcji energii elektrycznej oparte na turbinach wiatrowych składają się z podobnych elementów co instalacje paneli fotowoltaicznych. Wyróżnić można:

- turbinę wiatrową,
- baterię akumulatorów stanowiąca magazyn energii (opcjonalnie),
- regulatory ładowania magazynu akumulatorów (opcjonalnie),
- przekształtniki energii.

Zasadnicza różnica występuje w możliwych do zastosowania przekształtnikach energii i jest uzależniona od zastosowanego typu generatora prądu. Elektrownie wiatrowe mogą być wyposażone zarówno w generatory synchroniczne, jak i asynchroniczne. Generatory prądu stałego, ze względu na konieczność zastosowania magnesów stałych, wykorzystywane są jedynie w najmniejszych konstrukcjach.

Najpopularniejszym rozwiązaniem na rynku są generatory asynchroniczne ze względu na prostotę konstrukcji, łatwość sterowania oraz niskie koszty inwestycyjne i operacyjne. Dwa typy maszyn asynchronicznych wykorzystywanych w elektrowniach wiatrowych to generatory klatkowe i pierścieniowe. Na wybór parametrów prądu (stały bądź zmienny), a co za tym idzie typu prądnicy w turbinie wiatrowej, mają wpływ głównie odbiorniki i typ instalacji (stan zastany) w konkretnym obiekcie budynku.

Stan rynku elektrourządzeń wykorzystywanych w gospodarstwach domowych oraz budynkach biurowych pozwala na bezpośrednie wykorzystanie energii przekazywanej za pomocą prądu stałego. Możliwość uniknięcia stosowania inwerterów wpływa pozytywnie na sprawność całego układu zaopatrzenia w energię elektryczną oraz poprawia jej jakość. Wykorzystanie turbin wiatrowych do celów zaopatrzenia w energię budynków wymaga jednak szczegółowych analiz związanych z natężeniem wiatrów wiejących w różnych kierunkach świata w danej lokalizacji. Bardzo ważne jest właściwe umieszczenie turbiny w stosunku do otaczającej ją zabudowy, przy jednoczesnym

uwzględnieniu rocznego rozkładu wiatru. Każda przeszkoda przed turbiną w kierunku wiejącego wiatru obniża sprawność wykorzystania energii ruchu powietrza. Obracający się wirnik turbiny wprowadza drgania do układu konstrukcji nośnej i podłoża, co oznacza, że montaż turbin (zwłaszcza typu HAWT) na budynku może prowadzić do uszkodzeń jego konstrukcji (pęknięć). Należy zatem przewidzieć miejsca, w których turbiny wiatrowe mogą być zamontowane, oraz odpowiednio je wzmocnić.

Uwarunkowania prawne dotyczące budowy instalacji OZE małych mocy

Sytuacja prawna sprzyja instalacji mikroźródeł energii w postaci turbin wiatrowych zarówno na obiektach budowlanych, jak i w gruncie. Na podstawie Oświadczenia w sprawie montażu ogniw fotowoltaicznych na obiektach budowlanych oraz wolnostojących ogniw fotowoltaicznych Głównego Urzędu Nadzoru Budowlanego (GUNB) instalacje wolnostojące (niezwiązane stale z gruntem) oraz instalacje montowane na budynkach (niewymagające ich przebudowy/nadbudowy) nie wymagają pozwolenia na budowę ani jej zgłoszenia. Wynika to z art. 29 ust. 2 pkt. 15 w związku z art. 30 ust. 1 Ustawy z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane. Jedynym warunkiem jest wysokość samej instalacji, która nie może przekraczać 3 metrów. Należy wziąć to pod uwagę, montując turbiny wiatrowe oraz instalacje fotowoltaiczne wykorzystujące system nadążny. W przeciwnym razie zgodnie z art. 30 ust. 1 pkt. 3 lit. b Ustawy z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane pozwolenie i zgłoszenie jest wymagane.

W przypadku turbin o większych mocach warunki budowlane są złożone. Moc nominalna urządzenia, jego wysokość wraz z mocowaniem, waga oraz rodzaj podłoża, na którym ma ono zostać zainstalowane, wpływa na kwestie prawne jego wykorzystania. W związku z warunkami pracy turbiny konieczne jest jej posadowienie na odpowiedniej wysokości, przy jednocześnie małym wpływie konstrukcji nośnej na rozkład opływającego urządzenia powietrza. Konstrukcja stale związana z gruntem, zgodnie z zapisami Ustawy z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane, stanowi obiekt budowlany i wymaga pozwolenia na budowę. Z praktycznego punktu widzenia należałoby się skupić na małych instalacjach, dla których formalności związane z ich montażem są mniej czasochłonne niż w przypadku większych urządzeń. Ponadto małe turbiny dużo łatwiej umieścić w warunkach gęstej zabudowy.

Każda sprawa dotycząca kwalifikacji danej instalacji turbiny wiatrowej rozpatrywana jest osobno. W rezultacie do budowy mikro- i małych turbin wiatrowych wymagane jest pozwolenie na budowę, a także, w zależności od warunków lokalnych, uzyskanie „decyzji środowiskowej”. Budowa mikroinstalacji na budynku nie wymaga jednak zgłoszenia budowy ani uzyskania pozwolenia, jeśli zostaną spełnione wskazane warunki. Należy pamiętać również o tym, że według Ministerstwa Infrastruktury turbiny wiatrowe stanowią urządzenia infrastruktury technicznej i zgodnie z art. 61 ust. 3 ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym nie wymagają one uzyskania warunków zabudowy i zagospodarowania terenu.

Aktualny stan prawny inwestycji wyposażonych w instalacje źródeł odnawialnych małej mocy

Zgodnie z projektem nowej ustawy (z dnia 04. 10. 2012r. dotyczącej odnawialnych źródeł energii) instalacje o mocy poniżej 40 kW określane są mikroźródłami. Nowe przepisy zostały skonstruowane tak, aby szybko rozwijać rynek

tych instalacji. W porównaniu do poprzednich przepisów projektowana ustawa wprowadzi następujące ułatwienia dla potencjalnych inwestorów:

- brak konieczności posiadania koncesji na wytwarzanie energii,
- sprzedaż wytworzonej energii nie będzie stanowić działalności gospodarczej,
- brak opłat za przyłączenie do sieci,
- koszt instalacji licznika „inteligentnego” będzie ponosił operator sieci dystrybucyjnej,
- jeżeli przyłączy energetyczne zainstalowane na danej działce ma moc nie mniejszą niż moc budowanego źródła, to w celu przyłączenia systemu do sieci wystarczy pisemne poinformowanie o tym operatora sieci dystrybucyjnej.

Dla instalacji umieszczonych na dachu o mocy do 10 kW taryfa będzie wynosić ok. 1,3 zł/kWh netto, dla instalacji o mocy z zakresu 10-40 kW 1,15 zł/kWh netto, natomiast dla instalacji 10-40 kW montowanych na gruncie - 1,10 zł/kWh netto. Należy zaznaczyć, że w projekcie nowej ustawy przewidziano dwa systemy wsparcia dla źródeł opartych na fotowoltaice: znany już mechanizm zielonych certyfikatów oraz stałą taryfę (z ang. Feed-in-tarif). Druga możliwość została przewidziana dla źródeł o mocy nie większej niż 100 kW. Polega ona na otrzymywaniu przez producenta energii stałej dopłaty, której raz ustalona wysokość pozostanie niezmienna przez 15 lat od momentu uruchomienia instalacji. Zmiana ta znacząco poprawia rentowność inwestycji, co stanowi dużą zachętę do działania dla potencjalnych inwestorów, zwłaszcza przy ułatwionych warunkach przyłączenia do sieci i sprzedaży energii.

Analiza stawek i sytuacji prawnej skłania do wniosku, że sprzedaż wyprodukowanej energii do sieci jest bardziej opłacalna niż zużywanie jej na własne potrzeby. Koszty zakupu energii z sieci będą ponad dwukrotnie mniejsze niż cena rynkowa energii wyprodukowanej z własnej instalacji.

Handel energią w Polsce odbywa się na Towarowej Giełdzie Energii. Przedmiotem obrotu na giełdzie jest zarówno energia elektryczna, jak i paliwo czy emisje. Giełda ma za zadanie bilansować zapotrzebowanie na energię elektryczną. Jednym z obszarów działania giełdy jest Rynek Dnia Następnego, gdzie z wyprzedzeniem jednodniowym dokonuje się transakcji. Cena energii elektrycznej z tego rynku jest najbardziej miarodajna, jeśli chodzi o planowanie inwestycji związanych z energetyką. W obecnej sytuacji prawnej, gdzie cena MWh na Rynku Dnia Następnego to średnio ok. 160 zł/MWh, średnia cena w tym roku może wynieść ok. 185 zł/MWh. Cena zielonych certyfikatów w 2013r. wahała się od 100 zł do 180 zł/MWh. Nie stwarza to korzystnej sytuacji finansowej dla inwestorów.

Podsumowanie

Aktualna sytuacja prawna oraz koszty urządzeń i instalacji praktycznie uniemożliwiają rentowne inwestycje w mikro- i małe źródła energii elektrycznej z OZE przez małe i średnie przedsiębiorstwa. Obecnie najlepiej wykorzystuje się mikroźródła do zasilania pojedynczych odbiorników, takich jak oświetlenie czy znaki drogowe. Na taką sytuację mają wpływ głównie koszty samych urządzeń oraz ich niska sprawność.

Biorąc jednak pod uwagę planowane zmiany legislacyjne, w przyszłości opłacalne będzie inwestowanie w mikro- i małe źródła odnawialnej energii. Uwzględniając dyrektywę nr 2010/31/UE, konieczne będzie szerokie ich

zastosowanie w każdym nowobudowanym obiekcie zarówno mieszkalnym, jak i biurowym czy użyteczności publicznej. W przyszłości powstaną warunki sprzyjające inwestowaniu w odnawialne źródła energii, takie jak panele fotowoltaiczne oraz mikroturbiny wiatrowe. Jednakże technologie te wymagają (szczególnie w przypadku ogniw) zwiększenia sprawności konwersji energii. Zwiększony popyt i wzrost konkurencji na rynku dostawców technologii OZE powinny zagwarantować rozwój technologiczny źródeł OZE, zmniejszając tym samym ich ceny na rynku konsumenckim.

Literatura

- [1] Zimny J., *Odnawialne źródła energii w budownictwie niskoenergetycznym*, Polska Geotermalna Asocjacja, Kraków 2010.
- [2] Klugmann-Radziemska E., *Fotowoltaika: w teorii i praktyce*, Warszawa 2010.
- [3] Szumanowska M., *Fotoogniwa i turbiny wiatrowe w systemach energetycznych*, Warszawa 1997.
- [4] Bugaj M., *Zastosowanie OZE oraz metod magazynowania energii do zmniejszenia wydatków na energię elektryczną*.
- [5] Galarraga I., González-Eguino M., Markandya A., *Handbook Of Sustainable Energy*, Cheltenham (Wielka Brytania) 2011.
- [6] Grätzel M. *Solar energy conversion by dye-sensitized photovoltaic cells*, „*Inorganic Chemistry*” 2005, nr 44 (20), s. 6841-6851.
- [7] Burnside S., Winkel S., Brooks K., Shklover V., Grätzel M., Hinsch A., Kinderman R., Bradbury C., Hagfeldt A., Pettersson H., *Deposition and characterization of screen-printed porous multi-layer thick film structures from semiconducting and conducting nanomaterials for use in photovoltaic devices*, „*Journal of Materials Science: Materials in Electronics*” 2000, nr 11, s. 355-362.
- [8] Kemp W. H., *The Renewable Energy Handbook, Revised Edition: The Updated Comprehensive Guide to Renewable Energy and Independent Living*, Aztext Press, Minneapolis 2009.
- [9] Manwell J. F., McGowan J. G., Rogers A. L., *Wind Energy Explained: Theory, Design and Application*, Wiltshire 2010.

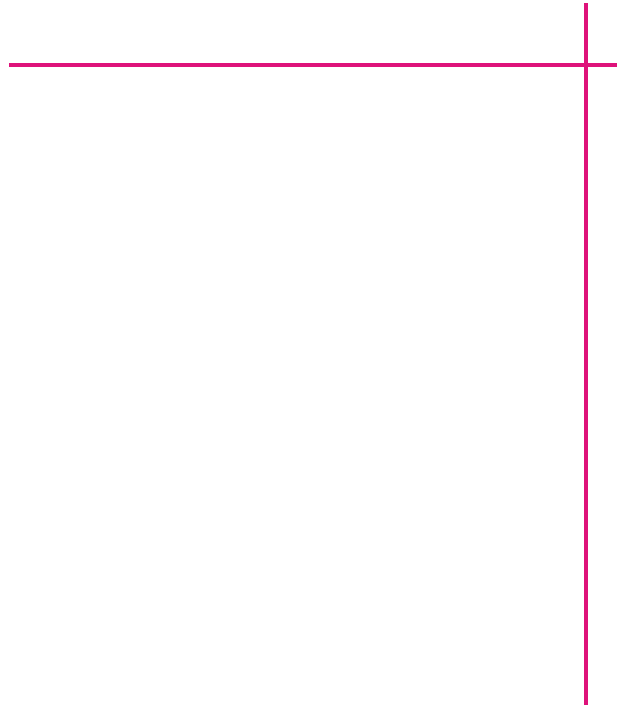
ABSTRACT

The costs of public buildings use is constantly growing due to the constantly growing price of electricity. It is necessary to reduce the costs associated with the consumption of electricity, by utilizing renewable energy sources, in particular solar and wind energy. A new Polish Energy Law that may be enacted at the beginning of 2014 meets these demands. It contains means to aid legal persons to in investing in renewable energy installations, consumption and energy sale.

Keywords: *renewable energy, photovoltaic energy, wind energy*



170



Dr n. med. Patryk Tarka
Warszawski Uniwersytet Medyczny

12. Wybrane zagadnienia związane z obecnością grzybów pleśniowych w pomieszczeniach mieszkalnych, biurowych oraz placówkach medycznych

Selected topics related to the presence of mold in residential, office, and medical facilities

STRESZCZENIE

W tekście omówiono zagrożenia zdrowotne związane z ekspozycją na zarodniki grzybów pleśniowych oraz ich wtórnymi metabolitami, czyli mikotoksynami. Przedstawiono metody kontroli czystości mikrobiologicznej powietrza z zastosowaniem zarówno metod prostych, jak i zaawansowanych technicznie, z użyciem mikrobiologicznych próbników czystości powietrza atmosferycznego. Przedstawiono normy czystości mikrobiologicznej powietrza zarówno w budynkach mieszkalnych, użyteczności publicznej, jak i placówkach medycznych. W ostatniej części omówiono zagadnienia związane z dekontaminacją powietrza pomieszczeń zagrzybionych.

Słowa kluczowe: grzyby pleśniowe, mikotoksyny, kontrola mikrobiologiczna czystości powietrza, dekontaminacja

Wstęp

Hipokrates napisał w swoim starożytnym dziele „Corpus Hippocraticum”: „Gdy powietrze jest zainfekowane zanieczyszczeniami wrogimi dla rasy ludzkiej, człowiek staje się chory”[1]. Według Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) ponad 3 miliardy ludzi na świecie cierpi z powodu chorób wywołanych przez zanieczyszczenia powietrza w pomieszczeniach zamkniętych [1]. Koreluje to z faktem, że średnio ponad 87% czasu ludzie przebywają w zamkniętych budynkach, dlatego jakość powietrza wewnętrznego budynku ma wpływ na zdrowie ludzi [1-9].

Termin pleśń to popularna nazwa służąca do określenia grzybów strzępkowych (inaczej nitkowatych), należących do pięciu gromad. Najczęściej spotykane w otoczeniu człowieka należą jednak do trzech gromad: Zygomycota (sprzężniaki), Ascomycota (workowce) oraz Deuteromycota (inaczej Fungi imperfecti, grzyby niedoskonałe). Gromady te różnią się głównie sposobem rozmnażania[3][5].

Grzyby pleśniowe mogą wytwarzać metabolity: pierwotne lub wtórne. Zapach pleśni w pomieszczeniu wywołany jest właśnie przez wtórne metabolity grzybów pleśniowych. Wtórne produkty przemiany materii grzybów

pleśniowych to mikotoksyny. Termin mikotoksyny pochodzi od greckiego słowa mycos (grzyb) oraz łacińskiego toxicum (trucizna) [5][9]. Zatrucia spowodowane grzybami pleśniowymi i ich metabolitami znane są od bardzo dawna. Już w Starym Testamencie (Leviticus3, Księga Mojżesza) można znaleźć świadectwo, że przed narodzinami Chrystusa człowiek wiedział o szkodliwym działaniu grzybów pleśniowych [5].

Dyfundujące do powietrza mikotoksyny zaliczane są do mikrobiologicznych lotnych związków organicznych (MVOC microbial volatile organic compounds). Ilość tych związków jest największa, gdy grzyby mają zapewnione dobre warunki do rozwoju, czyli wysoką wilgotność i temperaturę. Działanie MVOC na organizm człowieka powoduje podrażnienie oczu i błon śluzowych układu oddechowego oraz alergie. Zwiększone działanie toksyczne wykazują w połączeniu z innymi substancjami obecnymi w powietrzu, takimi jak aceton, węglowodory aromatyczne, chlorometan. Wówczas mogą stanowić etiologiczny czynnik zespołu chorego budynku. Wprowadzono także termin BRI (building related illness) i określono grupy schorzeń specyficznych (stany alergiczne, infekcje) oraz niespecyficznych (ból głowy, zmęczenie), które mogą być „przyczynowo związane z przebywaniem w chorym budynku” [4][5][9][10]. Metabolity wybranych gatunków grzybów przedstawia tabela 1.

Tabela1. Metabolity wybranych gatunków grzybów z rodzaju *Aspergillus*.

Gatunek	Metabolity
<i>Aspergillus fumigatus</i>	gliotoksyna, werrukologen, fumitremorgina A i B, fumitoksyna, tryptochiwaliny, fumigalina, kwas helwolowy
<i>Aspergillus flavus</i>	kwas kojowy, kwas 3-nitropropionowy, kwas cyklopiazonowy, aflatoksyna B1, B2, G1, G2, kwas aspergilotowy
<i>Aspergillus niger</i>	nafto-g-pirony, malformina, ochratoksyna A, toksyczne szczawiany
<i>Aspergillus ochraceus</i>	kwas penicylinowy, ochratoksyna A i B, ksantomeganina, wiomellina, wioksantyna
<i>Aspergillus versicolor</i>	sterigmatocystyna, nidulotoksyna, antrachinony
<i>Aspergillus candidus</i>	kwas kojowy, terfenillina, kandydulina, ksantoascyna
<i>Aspergillus terreus</i>	kwas terreinowy, patulina
<i>Aspergillus nidulans</i>	sterigmatocystyna, penicylina
<i>Aspergillus clavatus</i>	patulina, cyklichalazyna E, tryptokwiwalina, tryptokwiwalon, askwadiol, kwas kojowy, klawatol, kotanina
<i>Aspergillus lentulus</i>	gliotoksyna, kwas cyklopiazonowy, kwas terreinowy
<i>Aspergillus parasiticus</i>	aflatoksyny A1, B1, G1 i G2

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Gniadek A. Ryzyko zakażeń szpitalnych powodowanych przez grzyby pleśniowe. Cz. II. Cytotoksyczność pleśni i zagrożenia wynikające z ich ekspozycji. „Zakażenia” 6/2012.

Głównym źródłem rozwoju grzybów jest nadmierna wilgoć. Wzrost pleśni wewnątrz budynków w przeciwieństwie do pleśni występujących na zewnątrz zawsze jest związany z zawilgoceniem. Gdy następuje nadmierny wzrost pleśni, należy wyeliminować problem zawilgocenia[5].

Przyczyn wysokiego poziomu wilgoci może być wiele. Do podstawowych zalicza się [11]:

- kondensację pary wodnej,
- niewłaściwą wentylację budynku,
- przemarzanie ścian,
- występowanie mostków termicznych,
- awarię sieci wodno-kanalizacyjnej,
- wadliwą hydroizolację ścian fundamentowych,
- wadliwą hydroizolację tarasów lub balkonów,
- nieszczelne dachy lub systemy odwadniające.

Ten problem może występować w budynkach poddawanych rewitalizacji (ocieplonych, w których wymieniono okna na plastikowe słabej jakości bez odpowiedniej wentylacji). Ponadto użytkownicy budynków oszczędzają w okresie jesiennym i zimowym, i nie dogrzewają pomieszczeń [12]. Prowadzi to do obniżenia się progu kondensacji, który zależy od wartości współczynnika przenikania ciepła. W konsekwencji woda skrapla się na przegrodach budowlanych, stwarzając dogodne warunki do wzrostu i rozwoju grzybów [12].

Metody badania zanieczyszczenia mikrobiologicznego powietrza

Kontrolę czystości mikrobiologicznej powietrza można przeprowadzić za pomocą metod wykrywających żywe drobnoustroje, czyli metodą sedymentacyjną, zderzeniową lub filtracyjną [13].

Celem tych badań jest kontrola zanieczyszczenia mikrobiologicznego powietrza lub określenie skuteczności przeprowadzonej dezynfekcji. Warunki pobierania mikrobiologicznych prób powietrza na stanowiskach pracy w odniesieniu do mikroorganizmów (ich całkowitej liczby oraz liczby mikroorganizmów zdolnych do wzrostu) i endotoksyn bakteryjnych określa norma PN-EN 13098 Powietrze na stanowiskach pracy wytyczne dotyczące pomiaru zawieszonych w powietrzu mikroorganizmów i endotoksyn [14]. Norma określa podstawowe definicje, zaleca stosowanie metod wolumetrycznych, dopuszcza możliwość oceny stopnia mikrobiologicznego skażenia powietrza przez oznaczenie składników komórek mikroorganizmów oraz pierwotnych i wtórnych metabolitów [14]. Informacje dotyczące metod poboru prób, warunków transportu, przechowywania i wyznaczania poziomu endotoksyn bakteryjnych określa norma PN-EN 14031 Powietrze na stanowiskach pracy oznaczanie zawieszonych w powietrzu endotoksyn [15].

Metoda sedymentacyjna

Metoda sedymentacyjna umożliwi określenie przybliżonej ilości drobnoustrojów i ewentualne ich zidentyfikowanie [13]. Polega ona na wykorzystaniu swobodnego osiadania organizmów na powierzchni podłoża mikrobiologicznego znajdującego się na płytce Petriego. Metoda opiera się na założeniu, że na płytce o powierzchni 100 cm^2 w ciągu 5 minut osiada tyle mikroorganizmów, ile znajduje się w $0,01 \text{ m}^3$ powietrza w warunkach

bezwietrznych i bez przeciągów. Ponadto każda kolonia rozwinęła się z pojedynczej żywej komórki [13]. Uwzględniając własne parametry (czas i powierzchnię płytki), można obliczyć ilość drobnoustrojów znajdujących się w 1 m³ powietrza, korzystając ze wzoru Omeliańskiego [13]. Zaletą tej metody jest prostota wykonania, cechuje się ona jednak znaczną niedokładnością. Nie wszystkie mikroorganizmy lub cząsteczki kurzu czy pyłu, na których znajdują się mikroorganizmy, osadzają się z jednakową prędkością. Dla cząstek, zwłaszcza o małych rozmiarach, założenia te nie są prawdziwe. Według Wellsa cząsteczki o średnicy 1 μm i mniejszej w ogóle nie podlegają sedymentacji w pomieszczeniach o silnym ruchu powietrza (wykres 1). Opadanie takich cząsteczek zależy bowiem od rozmiaru, wagi, ładunku elektrostatycznego, wilgotności i ruchu powietrza [13]. Metody sedymentacyjnej nie można wykorzystywać w pomieszczeniach o dużym ruchu powietrza, np. w salach klimatyzowanych czy salach operacyjnych z nawiewami laminarnymi [16][17]. Wzór Omeliańskiego, przyjmuje poniżej zamieszczoną formułę:

$$X = a \cdot 100 \cdot 100 / p \cdot t \cdot 1 / 5$$

gdzie:

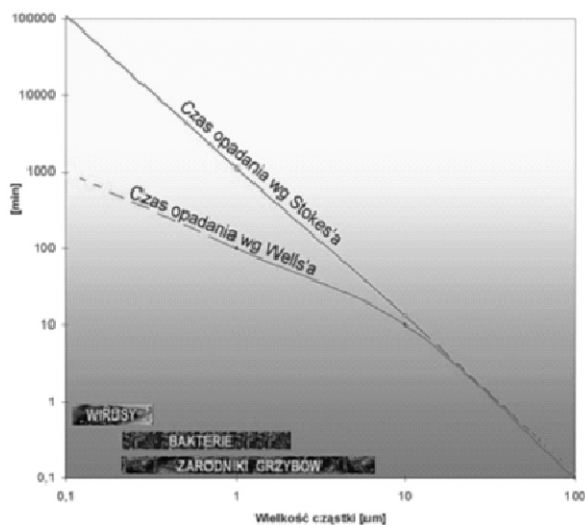
- X - liczba drobnoustrojów w 1m³ powietrza
- a - liczba kolonii na płytce (średnia arytmetyczna z 5 płytek)
- p - powierzchnia płytki (r²)
- t - czas ekspozycji płytki (zalecany: 30 min.)
- 1 / 5 - stała

Metoda zderzeniowa (tzw. metoda impaktorowa)

Metoda ta polega na zderzeniu strumienia powietrza z powierzchnią stałego podłoża mikrobiologicznego [13]. Ze względu na sposób przepuszczania powietrza można wyróżnić dwa rodzaje mikrobiologicznych próbników powietrza: aparaty wirówkowe i aparaty szczelinowe (fotografia 1).



Fotografia 1. Mikrobiologiczny próbnik powietrza metodą szczelinową.
Źródło: materiały własne.



Wykres 1. Czas opadania cząstek o gęstości $p \approx 1 \text{ g/cm}^3$ z wysokości 2 m na podstawie badań Wellsa i Stokesa.
Źródło: Kaiser K., Wolski A., Kontrola czystości mikrobiologicznej powietrza. Technika chłodnicza i klimatyzacyjna. 2007 nr 4, s. 58-162.

W aparatach wirówkowych wykorzystuje się siłę odśrodkową. Powietrze przepuszczane jest przez wirujący cylinder. W wyniku działania siły odśrodkowej mikroorganizmy znajdujące się w powietrzu osiadają na powierzchni pożywki mikrobiologicznej, umieszczonej na specjalnych paskach, znajdujących się na wewnętrznych ścianach cylindra. W aparatach szczelinowych powietrze jest zasysane i uderza o powierzchnię pożywki mikrobiologicznej [13]. Metoda zderzeniowa jest szczególnie zalecana do badania czystości mikrobiologicznej powietrza na obecność grzybów pleśniowych [13][16][17]. Sprawdza się także w określaniu czystości powietrza w pomieszczeniach aseptycznych - z nawiewem laminarnym oraz pomieszczeniach klimatyzowanych [13]. Wartości uzyskiwane przy zastosowaniu mikrobiologicznych próbników powietrza mogą różnić się w zależności od modelu próbnika [18] i rodzaju podłoża mikrobiologicznego [19].

Metoda filtracyjna

Metoda ta polega na przefiltrowaniu określonej objętości powietrza przez nierozpuszczalne lub rozpuszczalne w wodzie filtry. Filtrami nierozpuszczalnymi mogą być piasek lub węgiel. Filtry wpytuje się odpowiednią ilością cieczy, którą posiewa się na podłoża mikrobiologiczne. Jeżeli stosuje się filtry rozpuszczalne (np. cukier), taki filtr rozpuszcza się w sterylnej wodzie i wysiewa na podłoże. Metoda wymaga użycia sterylnej zestawy do każdej próbki powietrza. Jest to metoda najbardziej dokładna w badaniu czystości mikrobiologicznej powietrza [13]. Dostępne są także próbki powietrza metodą zderzeniową i filtracyjną.

We wszystkich metodach badania zanieczyszczenia mikrobiologicznego powietrza po wyhodowaniu drobnoustrojów należy przeprowadzić ich identyfikację, w przypadku grzybów pleśniowych identyfikacja opiera się głównie na makro- i mikroskopowych cechach morfologicznych grzyba. W tym celu należy wykorzystać odpowiedni klucz do oznaczania grzybów pleśniowych [10][20-23].

Normy zanieczyszczeń mikrobiologicznych w pomieszczeniach mieszkalnych i biurowych

Normy zanieczyszczeń mikrobiologicznych w powietrzu

W Polsce nie ma odpowiednich aktów prawnych dotyczących dopuszczalnych stężeń czynników biologicznych w pomieszczeniach [24]. Duże znaczenie ma propozycja opracowane przez Zespół Ekspertów ds. Czynników Biologicznych Międzyresortowej Komisji ds. NDS i NSN (tabela 2). Zgodnie z wymaganiami Unii Europejskiej liczba mikroorganizmów w 1 m³nie powinna przekraczać 500 CFU [6]. Według Krzysztofika [25], polskiego naukowca specjalizującego się w zanieczyszczeniach mikrobiologicznych powietrza, ogólna liczba grzybów na podłożu Sabourauda w 1 m³ powietrza pomieszczeń domów mieszkalnych wynosi: dla kuchni i jadalni - 300 CFU, salonu - 200 CFU, a sypialni - 100 CFU.

Tabela 2. Propozycje dopuszczalnych stężeń drobnoustrojów i endotoksyn w powietrzu.

Czynnik mikrobiologiczny	Dopuszczalne stężenie	
	pomieszczenia robocze zanieczyszczone pyłem organicznym	pomieszczenia mieszkalne i użyteczności publicznej
Bakterie mezofilne	100 000 CFU*/m ³	5000 CFU/m ³
Bakterie Gram-ujemne	20 000 CFU/m ³	200 CFU/m ³
Termofilne promieniowce	20 000 CFU/m ³	200 CFU/m ³
Endotoksyna bakteryjna	200 ng/m ³ (2000EU/m ³)	5 ng/m ³ (50 EU**/m ³)
Grzyby	50 000 CFU/m ³	5000 CFU/ m ³

* CFU jednostki tworzące kolonię; ** EU jednostki endotoksyniczne

Źródło: opracowanie Zespołu Ekspertów ds. Czynników Biologicznych Międzyresortowej Komisji ds. NDS i NSNB. Gołofit Szymczak M., Skowron J., Zagrożenia mikrobiologiczne w pomieszczeniach biurowych, „Bezpieczeństwo Pracy”2005, nr 3.

Normy zanieczyszczeń mikrobiologicznych w placówkach medycznych

Normy zanieczyszczeń mikrobiologicznych w powietrzu w placówkach medycznych w Polsce pochodzą z 1984r. [26] i obecnie nie przystają do nowych warunków. Wyróżniono tam trzy klasy pomieszczeń (I-III) z dopuszczalnym skażeniem powietrza odpowiednio: 70 CFU/m³,300CFU/m³,700CFU/m³. Klasa I obejmuje sale operacyjne wysokoaseptyczne (transplantacje narządów, zabiegi na otwartym sercu i ortopedyczne), sale pacjentów z obniżoną odpornością, część czystą centralnej sterylizatorni). Klasa II obejmuje bloki operacyjne, oddział intensywnej opieki medycznej, oddziały noworodkowe i wcześniaków, gabinety zabiegowe, gabinety endoskopii. Klasa III to sale chorych i część brudna centralnej sterylizatorni. Zdaniem innych autorów [17] zanieczyszczenia

mikrobiologiczne w salach operacyjnych o wysokim stopniu czystości mikrobiologicznej nie powinny przekraczać 1 CFU/m³. Niektóre źródła [16] rozgraniczają wymagania dotyczące sali operacyjnej pustej i podczas zabiegu z odpowiednio dopuszczalnym limitem zanieczyszczeń mikrobiologicznych 35 CFU/ m³ i 180 CFU/m³. Wobec tak dużych rozbieżności dopuszczalnych ilości mikroorganizmów w powietrzu konieczne jest ujednoczenie zasad interpretacji wyników dotyczących mikrobiologicznego skażenia powietrza w placówkach medycznych.

Dekontaminacja pomieszczeń skażonych zarodnikami grzybów pleśniowych

Powietrze w pomieszczeniu skażone dużą ilością grzybów powinno być zdezynfekowane. Okresowo powinny być czyszczone kanały wentylacyjne oraz klimatyzacja w pomieszczeniu. Klimatyzacja samochodów również powinna być okresowo czyszczona i dezynfekowana. W tym celu stosowana jest tzw. dezynfekcja fumigacyjna. W ocenie działania drożdżobójczego i grzybobójczego chemicznych preparatów dezynfekcyjnych według Norm Europejskich stosowane są następujące szczepy drożdży i grzybów: *Candida albicans* ATCC 10231 (preparaty drożdżakobójcze) oraz zarodniki z gatunku *Aspergillus niger* ATCC 16404 (preparaty grzybobójcze). Preparat uznaje się za skuteczny, jeśli w określonym czasie powoduje redukcje testowych drobnoustrojów o 4 log₁₀. Do dezynfekcji należy stosować takie preparaty dezynfekcyjne, które wykazują działanie grzybobójcze zgodne z Normami Europejskimi [27].

Dezynfekcja fumigacyjna

Podstawowe definicje

Dezynfekcja fumigacyjna to [28]:

1. Opryskiwanie powierzchni z jednoczesnym odparowywaniem roztworu mikrobójczego (opryskiwacze przenośne i jezdne);
2. Rozpylanie w środowisku/pomieszczeniu roztworu biobójczego w postaci mgły mokrej (rozpylacze przenośne i jezdne);
3. Zamgławianie pomieszczeń mgłą mikrozołową i mgłą suchą (atomizery, dyfuzory); (technologia tzw. suchej mgły)
4. Gazowanie (technologia tzw. suchego gazu)”.

System dezynfekcji fumigacyjnej składa się z urządzenia generującego aerozol, suchą mgłą lub gaz oraz preparatu biobójczego. Czynnikiem różnicującym systemy zautomatyzowanej dezynfekcji fumigacyjnej jest wielkość tworzonych kropeł preparatu dezynfekcyjnego w dezynfekowanym pomieszczeniu (tabela 3).

Do metod zautomatyzowanych systemów dezynfekcji fumigacyjnych zaliczamy następujące technologie [28]:

- technologia generowania aerozolu,
- technologia suchej mgły,
- technologia suchego gazu.

Tabela 3. Wielkość tworzonych kropli preparatu dezynfekującego w zależności od rodzaju metody dezynfekcji fumigacyjnej.

Technika fumigacji	Opryskiwanie z odparowywaniem	Rozpylanie	Zamgławianie	Gazowanie
Wielkość tworzonej kropli	$\geq 50 \mu\text{m}$	$\geq 5\text{-}35 \mu\text{m}$	$\geq 3\mu\text{m}\text{-}5 \mu\text{m}$	brak kropli

Źródło: Waszak B., Dekontaminacja pomieszczeń w zakładach opieki zdrowotnej, [w:] Higiena w placówkach opieki medycznej, część III, Warszawa 2008.

Technologia suchej mgły

W tej technologii system dezynfekcyjny precyzyjnie generuje wielkość kropli tworzonej mgły, a także zachowuje charakter suchej mgły (duża dyspersja). Ponadto nie następuje zamoczenie powierzchni i urządzeń znajdujących się w dezynfekowanym pomieszczeniu. Zapewniona jest również jednakowa penetracja wszystkich powierzchni w pomieszczeniu [28]. W niektórych systemach istnieje możliwość zastosowania testów wskaźnikowych zmieniających zabarwienie po kontakcie z suchą mgłą. W trakcie procesu nie jest wymagana obecność operatora. Operator tylko programuje urządzenie i wychodzi z dekontaminowanego pomieszczenia. Nie jest wymagane uszczelnianie pomieszczenia. Należy jedynie wyłączyć klimatyzację, zamknąć okna i drzwi. Jeżeli w pomieszczeniu są duże otwory, np. w drzwiach, należy zakleić je taśmą. Po całkowitym czasie dezynfekcji (rozpylanie preparatu i czas kontaktu z mgłą) pomieszczenie powinno zostać przewietrzone w celu usunięcia resztek mgły. Optymalnym rozwiązaniem jest włączenie klimatyzacji. Preparaty biobójcze stosowane w technikach suchej mgły to czysty nadtlenek wodoru lub w mieszaninie z kwasem nadoctowym, związkami srebra (azotan srebra), a także alkohol etylowy z czwartorzędowymi zasadami amoniowymi [29] i inne związki kationowo czynne.

Technologia suchego gazu

Suche gazy stosowane do dekontaminacji pomieszczeń medycznych i laboratoryjnych to [28]:

- waporyzowany nadtlenek wodoru (VHP®),
- gazowy nadtlenek wodoru (HPV®),
- peroxon,
- ozon,
- formaldehyd.

W Polsce stosuje się waporyzowany nadtlenek wodoru, powstający w wyniku odparowania ciekłego nadtlenu wodoru w temperaturze 120°C, oraz gazowy nadtlenek wodoru. Formaldehyd dopuszczony jest tylko w wyjątkowych sytuacjach po spełnieniu wielu wymogów bezpieczeństwa.

Suchy gaz jest optymalnym czynnikiem dezynfekcyjnym. Idealnie penetruje powierzchnie, z którymi się styka, dając gwarancję powtarzalności procesu i identyczne warunki. Nie powoduje jakichkolwiek zawilgoceń sprzętu.

W procesie dekontaminacji waporyzowanym nadtlutkiem wodoru istnieje możliwość zastosowania wskaźników chemicznych zmieniających zabarwienie przy odpowiednim stężeniu i czasie działania dezynfektanta, a także zastosowania wskaźników biologicznych zawierających przetrwalniki bakterii *Geobacillusstearothermophilus* wysoce opornych na ten czynnik bójczy [28].

Normy zastosowania suchego gazu w pomieszczeniach medycznych są jednak bardziej rygorystyczne niż w przypadku systemów suchej mgły. Przy dekontaminacji gazowym nadtlutkiem wodoru pomieszczenie musi być uszczelnione, a gaz nie może wydostać się do sąsiednich pomieszczeń, gdyż jest on w stężeniu szkodliwym dla zdrowia. Wilgotność w pomieszczeniu musi być utrzymywana na niskim poziomie, tak aby nie dopuścić do kondensacji nadtlutku wodoru (kontroluje to system). W dezynfekowanym pomieszczeniu nie powinny znajdować się materiały silnie pochłaniające nadtlutek wodoru (np. tkaniny). W przypadku systemu opartego na waporyzowanym nadtlutku wodoru, generator po procesie dekontaminacji usuwa z dezynfekowanego pomieszczenia resztki nadtlutku wodoru. Jest to więc system optymalny pod względem zapewnienia bezpieczeństwa dla pacjentów i personelu [28]2[9]. Porównanie systemów generowania suchej mgły i suchego gazu przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Porównanie systemów dezynfekcji fumigacyjnej suchej mgły i suchego gazu.

Technologie fumigacji	Działanie biobójcze	Walidacja i powtarzalność procesu	Degazacja i kontrola przez urządzenie	Warunki procesu	Lokalizacja samego urządzenia	Kontrola redukcji drobnoustrojów (testy)
sucha mgła	szerokie spektrum	+	-	powierzchnie czyste	wewnątrz i na zewnątrz pomieszczenia	-
gaz	bardzo szerokie spektrum	+++	+++	powierzchnie czyste i brudne	wewnątrz i na zewnątrz pomieszczenia	+++

Źródło: modyfikacja własna na podstawie: Waszak B., Dekontaminacja pomieszczeń w zakładach opieki zdrowotnej, [w:] Higiena w placówkach opieki medycznej, część III, Warszawa 2008.

Związki chemiczne w technice dezynfekcji fumigacyjnych

Formaldehyd

Formaldehyd (aldehyd mrówkowy) stosowany jest w dezynfekcji od ok. 100 lat. W normalnych warunkach jest gazem o ostrym, nieprzyjemnym zapachu, silnie drażniącym, w dużych stężeniach może powodować śmierć [30]. Jest związkiem potencjalnie rakotwórczym [30]. W handlu znajduje się w postaci roztworów wodnych. 40% roztwór nosi nazwę formaliny [30]. Formaldehyd wykazuje wysoką aktywność bójczą działa: bakteriobójczo, prątkobójczo, grzybobójczo, wirusobójczo, a w dużych stężeniach i przy długim czasie ekspozycji sporobójczo. Zastosowanie par formaldehydu do dezynfekcji pomieszczeń skażonych drobnoustrojami przenoszonymi drogą powietrzną zostało zaakceptowane przez Główny Inspektorat Sanitarny. Jest jednak obwarowane szczególnymi wymaganiami ze strony bezpieczeństwa i higieny pracy [29].

Formaldehyd w postaci gazowej uzyskuje się przez odparowywanie formaliny w specjalnych aparatach Zarewicza, Függego lub dodanie do roztworu formaliny utleniaczy, np. KMnO_4 . W metodzie dezynfekcji formaldehydem decydują takie czynniki jak: rodzaj powierzchni, dyfuzja gazu w głąb materiałów porowatych, kondensacja, wilgotność.

Działanie bójcze formaldehydu wzrasta wraz z podwyższoną temperaturą. Minimalna temperatura pomieszczenia w przypadku dezynfekcji wynosi 15°C , a optymalna $30\text{-}35^\circ\text{C}$ [30].

Nadtlenek wodoru

Nadtlenek wodoru (H_2O_2) wykorzystywany jest w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym i placówkach medycznych jako środek dezynfekcyjny. W przemyśle włókienniczym i celulozowo papierniczym jako środek wybielający, w procesach ochrony środowiska stosowany jest do neutralizacji ścieków, a w gospodarstwie domowym jako środek odplamiający i wybielający. W handlu znajduje się w postaci roztworów wodnych o stężeniu 3-35%. Roztwory o stężeniu 30-35% nadtlenu wodoru noszą nazwę perhydrolu [29][30].

Mechanizm działania bójczego H_2O_2 wynika z wpływu toksycznego na komórki tzw. reaktywnych form tlenu: rodnika hydroksylowego, anionorodnika ponadtlenkowego oraz jonu nadtlenukowego. Reaktywne formy tlenu mogą utleniać grupy tiolowe oraz grupy indolowe, imidazolowe, fenolowe i tioestrowe [29][30].

H_2O_2 jest bardzo bezpieczny, dlatego stosuje się go do dezynfekcji fumigacyjnej pomieszczeń wraz z wyposażeniem w placówkach medycznych. Praktycznie wszystkie urządzenia do dezynfekcji fumigacyjnej wykorzystują nadtlenek wodoru samodzielnie, w połączeniu z kwasem nadoctowym lub związkami srebra [29][30].



Fotografia 2. System do dekontaminacji powietrza suchym gazowym nadtlaniem wodoru (HPV) i waporyzowanym nadtlaniem wodoru (VHP).

Źródło: materiały własne.

Ozon

Ozon należy do bardzo silnych utleniaczy. Mechanizm działania jest podobny jak w przypadku nadtlenu wodoru. W Stanach Zjednoczonych ozon stosowany jest jako środek grzybobójczy, pomocny w odgrzybianiu mieszkań i budynków. Dezynfekcja ozonem to metoda sucha. W literaturze można znaleźć prace poświęcone zastosowaniu ozonu w dezynfekcji pomieszczeń szpitalnych [29][30], a szczególnie inaktywacji norowirusów, a także inaktywacji spor bakteryjnych (*Bacillus anthracis*). W Polsce dezynfekcję ozonem przeprowadzono w budynkach zalanych podczas powodzi w gminie Wilków. W zalanych budynkach stwierdzono wysoki poziom zanieczyszczenia powietrza przez pleśń. Po zastosowaniu ozonu zawartość grzybów w powietrzu zmniejszyła się o 60% [31]. Podczas ozonowania pomieszczeń zaleca się [32]:

- przebywanie poza ozonowanym pomieszczeniem,
- obowiązkowe zakładanie maski przeciwgazowej z aktywnym wkładem węglowym,
- usunięcie roślin z pomieszczeń lub osłonięcie ich szczelną folią na czas zabiegu ozonowania,
- usunięcie zwierząt na czas ozonowania z pomieszczenia,
- dokładne wietrzenie pomieszczenia po procesie ozonowania.



Fotografia 3. Ozonator powietrza.

Źródło: materiały własne.

Peroxon

Aby zwiększyć działanie mikrobójcze, opracowano system do dekontaminacji pomieszczeń oparty na nadtlenu wodoru i ozonie. Połączone działanie obu związków, określane jako peroxone lub perozone, zapewnia wysoce bójcze działanie utleniających się grup hydroksylowych. Połączenie ozonu i nadtlenu wodoru znacznie zwiększa wytwarzanie rodników hydroksylowych, zwiększa więc również aktywność mikrobójczą. System jest bardzo aktywny wobec bakterii, grzybów oraz wirusów.

Fotografia 4. System Airdecon 200 do dekontaminacji pomieszczeń oparty na peroxonie.
Źródło: materiały własne.



Kationowe związki powierzchniowo czynne

Związki kationowe wykazują działanie dezynfekcyjne. Mechanizm działania kationowych związków powierzchniowo czynnych polega na adsorpcji na powierzchni komórki mikroorganizmu, powodując zmiany przepuszczalności ściany komórkowej, a następnie denaturację białek. Są stosowane w złożonych preparatach myjąco-dezynfekujących oraz w antyseptykach. Wchodzi także w skład preparatów przeznaczonych do dezynfekcji wentylacji i klimatyzacji.

Do grupy tej zalicza się [29]:

- aminy, poliaminę, glukoprotaminę,
- czwartorzędowe zasady amoniowe,
- pochodne guanidyny (np. pochodna biguanidyny chlorheksydyna oraz poliheksanid),
- pochodne pirydyny (octenidyna).

Spektrum działania czwartorzędowych zasad amoniowych, pochodnych biguanidyny i guanidyny, skupia się na bakteriach, drożdżach i wirusach lipofilnych. Szerszym spektrum działania, obejmującym pleśń, prątki gruźlicy i część wirusów hydrofilnych, charakteryzują się aminy oraz glukoprotamina. Najszerszym działaniem, obejmującym bakterie, drożdże i pleśń, prątki gruźlicy, wirusy hydrofilne i lipofilne oraz spory, charakteryzują się poliaminy, np. preparat Virusolve+. Preparaty na bazie aminy poliamin charakteryzują się szczególnie wysoką aktywnością grzybobójczą, co potwierdzają wyniki badań mikrobiologicznych[32].

Literatura

- [1]. Krajewska-Kułać E., Łukaszuk C., Gniadek A., Macura A. B., Van Damme-Ostapowicz K., Lewko J., Rolka H., Rozwadowska E., Guzowski A., Zanieczyszczenie powietrza w pomieszczeniach mieszkalnych ze szczególnym uwzględnieniem roli grzybów „Mikologia Lekarska” 2011, nr 18.
- [2]. Wiszniewska M., Walusiak J., Gutarowska B., Żakowska Z., Pałczyński C., Grzyby pleśniowe w środowisku komunalnym i w miejscu pracy istotne zagrożenie zdrowotne, „Medycyna Pracy” 2004, nr 55.

- [4]. Trojanowska D., Tokarczyk M., Bogusz B., Budak A., Analiza występowania grzybów pleśniowych w kryptach kościoła św. Piotra i Pawła w Krakowie, „Mikologia Lekarska” 2012, nr 19.
- [5]. Grajewski J., Mikotoksyny i grzyby pleśniowe. Zagrożenia dla człowieka i zwierząt, Bydgoszcz 2006.
- [6]. Gołofit-Szymczak M., Skowron J., Zagrożenia mikrobiologiczne w pomieszczeniach biurowych, „Bezpieczeństwo Pracy” 2005, nr 3.
- [7]. Gąska-Jędruch U., Dudzińska M. R., Zanieczyszczenia mikrobiologiczne w powietrzu wewnętrznym, <http://wis.pol.lublin.pl/kongres3/tom2/4.pdf>.
- [8]. Buczyńska A., Cyprowski M., Piotrowska M., Szadkowska-Stańczyk I., Grzyby pleśniowe w powietrzu pomieszczeń biurowych - wyniki interwencji środowiskowej, „Medycyna Pracy” 2007, nr 58, s. 521-525.
- [9]. Gniadek A., Ryzyko zakażeń szpitalnych powodowanych przez grzyby pleśniowe. Cz. II. Cytotoksyczność pleśni i zagrożenia wynikające z ich ekspozycji, „Zakażenia” 2012, nr 6.
- [10]. Piontek M., Grzyby pleśniowe. Atlas, Zielona Góra 1999.
- [11]. www.hydrotakt.pl/odgrzybianie/przyczyny-rozwoju-grzybow.html.
- [12]. Dynowska M., Ejdys E. (red.), Mikologia laboratoryjna : przygotowanie materiału badawczego i diagnostyka, Olsztyn 2011.
- [13]. Kaiser K., Wolski A., Kontrola czystości mikrobiologicznej powietrza, „Technika Chłodnicza i Klimatyzacyjna” 2007, nr 4, s. 58-162.
- [14]. Polska Norma PN-EN 13098. Powietrze na stanowiskach pracy wytyczne dotyczące pomiaru zawieszonych w powietrzu mikroorganizmów i endotoksyn, Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2007.
- [15]. Polska Norma PN-EN 14031. Powietrze na stanowiskach pracy oznaczanie zawieszonych w powietrzu endotoksyn, Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2006.
- [16]. Gregorowicz-Warpas D., Pałubicka A., Wolski A., Kaiser K., Czyste powietrze w salach operacyjnych. Materiały szkoleniowe dla pielęgniarek epidemiologicznych. Zeszyt IV, Wrocław 2005.
- [17]. Fleischer M., Badania mikrobiologiczne środowiska szpitalnego, „Zakażenia” 2003, nr 1, s. 34-38.
- [18]. Krajewska-Kułak E., Gniadek A., Łukaszuk C. R., Macura A. Kułak W., Wstępne porównanie wyników badań zanieczyszczeń powietrza grzybami z wykorzystaniem aparatu SAS SUPER 100 i MAS 100. Doniesienia wstępne, „Mikologia Lekarska” 2009, nr 16, s. 34-39.
- [19]. Ogórek R., Kalinowska K., Pląskowska E. i in., Zanieczyszczenia powietrza grzybami na różnych podłożach hodowlanych w wybranych pomieszczeniach kliniki dermatologicznej. Część I, „Mikologia Lekarska” 2011, nr 18.
- [20]. Fassati O., Grzyby mikroskopowe w mikrobiologii technicznej, Warszawa 1983.
- [21]. Kańska Z., Grabińska-Łoniewska A., Atlas grzybów mikroskopowych, Warszawa 1990.
- [22]. Flannigan B., Samson R. A., Miller J. D., Microorganisms in Home and Indoor Work Environments, Londyn 2001.
- [23]. Hoog G. S., Guarro J., Atlas of clinical fungi. Baarn: Centralbureau voor Schimmelcultures., Baarn (Holandia) 1995..
- [24]. Górny R., Biologiczne czynniki szkodliwe: normy, zalecenia i propozycje wartości dopuszczalnych, „Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy” 2004, nr 3 (41), s. 17-39.
- [25]. Krzysztofik B., Mikroflora powietrza, Warszawa 1992.
- [26]. Kruczkowski P., Wytyczne projektowania szpitali ogólnych. Instalacje sanitarne. Zeszyt 5. Wentylacja i klimatyzacja, „Biuro Projektów Służby Zdrowia” 1984, nr JD-K-2130/84.

- [27]. PN-EN 14885:2007. Chemiczne środki dezynfekcyjne i antyseptyczne zastosowanie Norm Europejskich dotyczących chemicznych środków dezynfekcyjnych i antyseptycznych.
- [28]. Waszak B., Dekontaminacja pomieszczeń w zakładach opieki zdrowotnej, [w:] Higiena w placówkach opieki medycznej, część III, Warszawa 2008.
- [29]. Tarka P., Rola dezynfekcji fumigacyjnej w dekontaminacji pomieszczeń i wyposażenia medycznego, „Zakażenia” 2010, nr 5.
- [30]. McDonnell G., Russel A. D., Antiseptics and disinfectants. Activity, action and resistance, „Clinical Microbiology Reviews” 1999, nr 12, s. 147-179.
- [31]. Nowakowicz-Dębek B., Krukowski H., Wlazło Ł., Bojarczyk M., Ocena mikologiczna powietrza w domach zalanych w czasie powodzi na przykładzie gminy Wilków, „Mikologia Lekarska” 2011, nr 18, s. 87-89.
- [32]. www.eco-ozon.pl/ozonowanie.../bezpieczenstwo-a-stosowanie-ozonu/.
- [33]. Koziróg A., Gutarowska B., Brycki B., Zastosowanie mikrobiocydów alkiloamoniowych w ochronie papieru przed grzybami strzępkowymi, „Przegląd Papierniczy” 2012, nr 68, s. 50-52.

ABSTRACT

The text discusses the health risks associated with exposure to spores of fungi and their secondary metabolites or mycotoxins also presented methods for microbiological air monitoring using methods both simple and more high-tech with the use of microbiological samplers for air pollution. Presents the microbiological standards of air, both in residential, utility and medical facilities. The final section discusses issues related to indoor air decontamination moldy.

Keywords: molds, mycotoxins, microbial control of air quality, decontamination

13. Ogrzewanie i przygotowanie ciepłej wody użytkowej w rewitalizowanym budynku

Heating and hot water preparation in the revitalized building

STRESZCZENIE

W treści artykułu przedstawiono główne zagadnienia istotne w procesie oceny instalacji grzewczej oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej. Zawarto najważniejsze aspekty mające wpływ na podejmowanie decyzji przy rozważaniu możliwości rewitalizacji tych instalacji, omawiając równocześnie najważniejsze ograniczenia wynikające z norm, rozporządzeń lub standardów istniejących, ale i mających dopiero wejść w życie. Część miejsca poświęcono także efektywności energetycznej i ekonomice pracy instalacji, które mają duży wpływ na wybór typów poszczególnych elementów instalacji. Ocena takiej instalacji nie może być przeprowadzona bez oceny np. jakości konstrukcji budynku, dlatego omówiono także wpływ czynników niezwiązanych bezpośrednio z instalacją na jej działanie.

Słowa kluczowe: centralne ogrzewanie, ciepła woda użytkowa, rewitalizacja, efektywność energetyczna

Wstęp

Ocenę instalacji ogrzewania budynku czy też przygotowania ciepłej wody użytkowej na potrzeby użytkowników budynku można przeprowadzić w co najmniej kilku aspektach: oceny pod kątem trwałości, opłacalności, niezawodności, uciążliwości dla środowiska, wygody użytkowania czy efektywności wytwarzania i przesyłu wytworzonego ciepła. Biorąc pod uwagę jedynie czynniki energetyczno-finansowe, można ograniczyć się do maksymalizowania sprawności lub szerzej efektywności energetycznej. Jednak obecnie takie podejście może czasami nie wystarczyć, ponieważ zasady działania wszelkich instalacji i ich parametry (także środowiskowe) są coraz bardziej rygorystycznie określone przez normy czy zarządzenia. Analizując dogłębnie zjawisko przetwarzania energii i jej przesyłu, można zatem mówić o doktrynie zrównoważonego rozwoju. Realizując to tak popularne obecnie hasło, należałoby wziąć pod uwagę wszystkie wymienione wcześniej zagadnienia wraz z szeroko rozumianą uciążliwością dla środowiska.

Na wolnym i nieograniczonym normami rynku o opłacalności danego przedsięwzięcia decydowałby czysty rachunek ekonomiczny mierzony zyskiem i użytkownika, i producenta. W ten sposób utrwaliłby się pewien rynek usług, który niekoniecznie musiałby podlegać zasadom maksymalizowania efektywności energetycznej. Zasada zrównoważonego rozwoju stawia sobie za cel, w idealnym modelu, całkowity braku wpływu działań człowieka na środowisko, jednakże przy obecnie stosowanych technologiach nie jest to możliwe. Dążąc do chociażby częściowego spełnienia tej zasady, rewitalizacji wymaga nie tylko budynek, lecz także instalacje w nim położone. Wiele budynków, szczególnie starych lub budowanych z wielkiej płyty, ma wiekowe instalacje. Ich modernizacja powinna uwzględniać nie tylko rachunek ekonomiczny czy ideę zrównoważonego rozwoju, lecz także uwarunkowania zapisane w normach i rozporządzeniach.

Korzyści z termomodernizacji

Standardowe prace w przedsięwzięciach termomodernizacyjnych obejmują szereg działań, w których istotny udział mają przedsięwzięcia związane wytwarzaniem energii cieplnej dla budynku. Są to:

- ocieplenie ścian, podłóg na gruncie, dachów i stropodachów oraz stropów nad nieogrzewanymi piwnicami,
- usprawnienie systemu wentylacji, instalacja wymienników ciepła (rekuperacja),
- modernizacja lub wymiana okien i drzwi zewnętrznych,
- modernizacja lub wymiana źródła ciepła (lokalnej kotłowni lub węzła ciepłowniczego) oraz instalacja automatyki sterującej,
- modernizacja lub wymiana instalacji grzewczych,
- modernizacja lub wymiana systemu zaopatrzenia w ciepłą wodę użytkową i instalacja urządzeń zmniejszających zużycie wody,
- ewentualnie wprowadzenie urządzeń wykorzystujących energię ze źródeł odnawialnych, np. kolektorów słonecznych, kotłów na biomasę lub pomp ciepła.

Nie sposób określić dokładnie wpływu modernizacji instalacji grzewczej i c. w. u. na obniżenie zużycia ciepła w stosunku do stanu wyjściowego, ponieważ każdy przypadek jest inny. Szacuje się jednak [9], że dzięki kompleksowej modernizacji tej instalacji (np. zamontowanie zaworów regulacyjnych na grzejnikach, dodanie izolacji na odcinkach rur, które tego wymagają) można zaoszczędzić nawet do 25% energii cieplnej, a zastosowanie automatyki pogodowej oraz innych usprawnień w węźle cieplnym może przynieść oszczędności do ok. 15%.

Regulacje prawne

Instalacje ogrzewania oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej podlegają normom. W dużej części obecnie obowiązujące normy i zarządzenia są implementacją prawa Unii Europejskiej. Zasadnicze dokumenty w ocenie budynków i ich instalacji to Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 2002r. [1] oraz Rozporządzenie Ministra

Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008r. [2]. W dziale IV rozporządzenia z 2002r. wskazano wymogi odnoszące się do poszczególnych instalacji, w rozdziale 1 - wymogi dotyczące instalacji wodociągowych zimnej i ciepłej wody, w rozdziale 4 wymogi dotyczące instalacji ogrzewczych, w rozdziale 5 przewodów kominowych, a w rozdziale 7 instalacji gazowych na paliwa gazowe. Nakłada ono konkretne wymogi, które można traktować jako regulacje wynikające z dbałości o efektywność energetyczną, np. konieczność montażu regulatorów temperatury na grzejnikach, konieczność montażu układu regulacji dopływu ciepła odpowiednio do zmian zewnętrznych warunków klimatycznych, wytyczne dotyczące izolacji cieplnej czy minimalnego opomiarowania. Rozporządzenie w wielu miejscach odwołuje się jednak do norm odpowiednich w konkretnym obszarze, nakreślając tylko ogólnie konieczność ich zastosowania. W tabeli 1 przedstawiono zestawienie najważniejszych norm związanych z systemem grzewczym w budynku.

Tabela 1. Zestawienie ważniejszych norm związanych z systemem grzewczym budynku.

PN-EN ISO 13790:2008	Ocena wielkości zapotrzebowania energii użytkowej na cele ogrzewania, wentylacji i chłodzenia. Metoda bilansowa miesięczna
PN-82/B-02402	Wartości obliczeniowe temperatur w ogrzewanych pomieszczeniach oraz temperatur przy odbiorze i warunki ich sprawdzania
EN 15316:2007	Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania zapotrzebowania na energię instalacji i sprawności instalacji
PN EN 1443:2001	Kominy, wymagania ogólne
PN-EN 12828:2006	Instalacje ogrzewcze w budynkach. Projektowanie wodnych instalacji centralnego ogrzewania
PN-93/C-04607	Woda w instalacjach ogrzewania
PN-B-02421	Izolacja cieplna przewodów, armatury i urządzeń
PN-B-02423:1999	Ciepłownictwo. Węzły ciepłownicze. Wymagania i badania przy odbiorze
PN-B-10405:1999	Ciepłownictwo. Sieci ciepłownicze. Wymagania i badania przy odbiorze
PN-EN 835:1999	Podzielniki kosztów ogrzewania do rejestrowania zużycia ciepła przez grzejniki
PN-EN 12170:2005	Instalacje grzewcze w budynkach. Instrukcje eksploatacji, konserwacji i obsługi. Instalacje grzewcze, które wymagają wykwalifikowanego personelu obsługi
PN-EN 12171:2003	Instalacje grzewcze w budynkach. Instrukcje eksploatacji, konserwacji i obsługi. Instalacje grzewcze, które nie wymagają wykwalifikowanego personelu obsługi
PN-EN 12831:2006	Instalacje grzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego
PN-EN 14337:2006	Instalacje grzewcze w budynkach. Projektowanie i montaż elektrycznych instalacji do bezpośredniego ogrzewania pomieszczeń
PN-EN 442-1:1999/A1:2005	Grzejniki część 1: wymagania i warunki techniczne Grzejniki. Moc cieplna i metody badań
PN-EN 442-	

Źródło: opracowanie własne.

W opisie poszczególnych wytycznych dla instalacji nie sposób ściśle je oddzielić, czego przykładem jest zapis w rozporządzeniu o wentylacji pomieszczeń kotłowni czy pomieszczeń magazynu paliwa oleju opałowego, zatem każda próba rewitalizacji budynku w myśl idei zrównoważonego rozwoju, której celem jest stworzenie budynku inteligentnego, wymaga analizy wszystkich aspektów wpływających na energochłonność, czyli instalacji, bryły budynku, a także możliwości łatwej adaptacji, rozumianej jako możliwość dalszej rozbudowy bądź przebudowy. Rewitalizacja budynku powinna obejmować możliwie wszystkie aspekty, gdyż są one ze sobą powiązane, a powiązanie to jest nieraz złożone. Na przykład termomodernizacja elewacji zewnętrznej z wymianą stolarki okiennej wpływa znacznie na pobór energii cieplnej, a co za tym idzie źródło ciepła może okazać się znacznie przewymiarowane, a przez to nieefektywne, natomiast koszty związane z pracą daleko od punktu optymalnego będą tym większe, im bardziej sieć jest „sztywna”, tj. nie ma regulacji.

Celem niniejszego artykułu jest omówienie nie zasad projektowania i budowy instalacji grzewczej oraz ciepłej wody użytkowej, lecz czynników wpływającym na ich efektywność energetyczną oraz ocenę pod kątem instalacji inteligentnej. Na całkowite zapotrzebowanie mocy cieplnej składają się: zapotrzebowanie mocy cieplnej na potrzeby c.o., zapotrzebowanie ciepła na potrzeby c.w.u. i zapotrzebowanie mocy cieplnej na inne cele.

Decyzja o modernizacji instalacji grzewczej opiera się na rachunku ekonomicznym. Na podstawie wartości podanych w tabeli 2 stosunkowo łatwo zorientować się, jakie będą rezultaty ewentualnej rewitalizacji instalacji. Jeżeli elewacja budynku została docieplona, to modernizacja układu grzewczego staje się zazwyczaj koniecznością, jednakże budynek może wymagać modernizacji również wtedy, gdy nie był on ocieplony, choć w takim przypadku okres zwrotu inwestycji będzie wyraźnie dłuższy.

Charakterystyka instalacji

Instalacja grzewcza powinna spełniać kilka podstawowych warunków. Do jej zadań należy:

- zapewnienie warunków komfortu cieplnego, czyli równomiernego rozkładu temperatury i zależnego od przeznaczenia poszczególnych pomieszczeń przy jednoczesnej możliwości regulacji temperatury, zależnej także od preferencji użytkowników,
- umożliwienie regulacji ogrzewania (najlepiej automatycznej) zależnej od pory dnia i warunków otoczenia,
- zapewnienie niskich kosztów eksploatacji i trwałości,
- zapewnienie nieuciążliwości dla otoczenia (hałas, wydzielanie zapachów i szkodliwych substancji) oraz łatwości konserwacji,
- umożliwienie indywidualnego rozliczania kosztów ciepła.

Wymiana instalacji c.o. w rewitalizowanym budynku powinna być przeprowadzona w taki sposób, aby spełnić wszystkie powyższe wymogi. Niektóre z nich, np. zapewnienie komfortu cieplnego nie uciążliwości dla otoczenia, można zaliczyć do dobrych praktyk i uznać je za podstawowe i niezbędne. Natomiast możliwość regulacji ogrzewania czy obniżenia kosztów eksploatacji można potraktować jako dodatkowe (choć też niezbędne), wynikające z wygody, ekonomiki czy efektywności energetycznej.

W skład instalacji grzewczej wchodzi:

- źródło ciepła,
- pompa cyrkulacyjna (o ile występuje),
- orurowanie instalacyjne,
- grzejniki,
- armatura kontrolno-pomiarowa,
- urządzenia zabezpieczające.

Każdy z wymienionych elementów sieci może podlegać rewitalizacji, jednak najistotniejsze znaczenie dla poprawy energochłonności budynku ma modernizacja: źródła ciepła, pompy cyrkulacyjnej, orurowania instalacyjnego oraz grzejników.

Źródła ciepła

Budynek (mieszkalny, usługowy, użyteczności publicznej) może posiadać własne źródło ciepła lub miejskie. W tabeli 2 zestawiono najpowszechniejsze źródła ciepła wraz z ich średnią sprawnością, co będzie pomocne przy ocenie bieżącego stanu istniejącej instalacji.

Sprawność źródła ciepła może się istotnie zmienić w trakcie jego użytkowania. Zależna jest również od zastosowanego paliwa. Dokładna wartość sprawności, z jaką pracuje źródło ciepła (kocioł albo węzeł), może być określona dopiero na podstawie pomiarów, czyli po sporządzeniu bilansu cieplnego. Jeżeli nie przewiduje się wymiany kotła na inny (np. kocioł stosunkowo nowy, brak środków na wymianę, itp.), a sprawność kotła jest o kilka punktów procentowych niższa niż się zakłada (lub w przypadkach skrajnych kilkanaście), zaleca się wykonanie pomiarów jakości procesu spalania przez pomiar stężenia tlenu w spalinach $[O_2]$ i temperatury spalin. Jeśli temperatura spalin jest wyraźnie wyższa niż zakładana przez producenta i/lub współczynnik nadmiaru powietrza λ obliczony według zależności: (1)

$$\frac{21}{21 - [O_2]} \quad (1)$$

nie mieści się w zalecanym dla tych kotłów zakresie zależnym od typu paliwa (gaz, olej, drewno, węgiel kamienny czy węgiel brunatny), a nie stwierdzono problemów np. z doprowadzaniem powietrza do komory spalania, wtedy należy dokonać przeglądu strefy wymiany ciepła oraz kontroli regulacji palnika. Dodatkowo negatywny wpływ na sprawność kotła może mieć odkładanie się kamienia kotłowego na ściankach rur podgrzewacza. Strefa podgrzewania wody jest najbardziej narażona na powstawanie takich izolacyjnych warstw. Oczyszczenie rur z kamienia kotłowego (płukanie), a szczególnie strefy wymiany ciepła, może znacznie poprawić sprawność kotła, co jest spowodowane bardzo niskim współczynnikiem przewodzenia ciepła przez kamień kotłowy. W tabeli 3 przedstawiono porównanie przewodności cieplnej kilku rodzajów kamienia kotłowego oraz rdzy z typowymi materiałami wykorzystywanymi do produkcji instalacji cieplnej. Instalacjami szczególnie narażonymi na „zarastanie” przewodów kamieniem kotłowym są instalacje, w których wodą uzupełniającą jest surowa woda

sieciowa. Jeśli zostanie stwierdzona nieszczelność instalacji, istnieje konieczność okresowego i częstego uzupełniania wody w instalacji.

Tabela 2. Sprawności źródeł ciepła.

Lp.	Rodzaj źródła	Sprawność średnia
1.	Kotły węglowe	
a.	Wyprodukowane przed 1980r.	0,57
b.	Wyprodukowane w latach 1980-2000	0,6
c.	Wyprodukowane po 2000r.	0,82
2.	Kotły na biomasę	
a.	Obsługiwane ręcznie opalane słomą o mocy do 100 kW	0,63
b.	Obsługiwane ręcznie opalane słomą o mocy powyżej 100 kW	0,7
c.	Z obsługą automatyczną opalane słomą o mocy powyżej 100-600 kW	0,75
d.	Obsługiwane ręcznie, opalane drewnem o mocy do 100 kW	0,72
e.	Z obsługą automatyczną opalane drewnem o mocy powyżej 100-600 kW	0,85
3.	Grzejniki elektryczne	
a.	Podgrzewacze przepływowe	0,94
b.	Elektryczne grzejniki konwektorowe, płaszczyznowe, promiennikowe podłogowe	0,99
4.	Piece kaflowe	0,65
5.	Kotły gazowe	
a.	Z otwartą komorą spalania	0,86
b.	Z zamkniętą komorą spalania o mocy do 50 kW	0,89
c.	Z zamkniętą komorą spalania o mocy 50-120 kW	0,94
d.	Z zamkniętą komorą spalania o mocy powyżej 120 kW	0,96
e.	Kondensacyjne o mocy do 120 kW wysokotemperaturowe (70/55°C)	0,94
f.	Kondensacyjne o mocy do 120 kW średniotemperaturowe (55/45°C)	0,97
g.	Kondensacyjne o mocy 120-1200 kW wysokotemperaturowe (70/55°C)	0,95
h.	Kondensacyjne o mocy 120-1200 kW średniotemperaturowe (55/45°C)	0,99
6.	Węzły ciepłe	
a.	Kompaktowy z obudową o mocy do 100 kW	0,98
b.	Kompaktowy z obudową powyżej 100 kW	0,99
c.	Kompaktowy bez obudowy o mocy do 100 kW	0,91
d.	Kompaktowy bez obudowy o mocy 100-300 kW	0,93
e.	Kompaktowy bez obudowy o mocy powyżej 100 kW	0,95

Źródło: opracowanie na podstawie: Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej

Tabela 3. Porównanie współczynników przewodności ciepła.

materiał	przewodność cieplna [W/ (m°C)]
miedź	350
stal kotłowa	116
kamień kotłowy węglanowy	2,3
kamień kotłowy krzemianowy	0,3
rdza Fe ₂ O ₃	1,1

Źródło: Stańda J., *Woda do kotłów parowych i obiegów chłodzących siłowni ciepłych*, Warszawa 1999.

Temperatura źródła jest istotnym parametrem przy wyborze rodzaju źródła ciepła. Wspomniane wcześniej rozporządzenie z 2002r. [1] zakazuje instalowania ogrzewania parowego (o temperaturze czynnika powyżej 90°C) w pomieszczeniach, w których przebywają ludzie. Komfort cieplny jest tym większy, im bardziej wyrównane będą temperatury w pomieszczeniu, w związku z tym najlepszym ogrzewaniem jest ogrzewanie niskotemperaturowe. Dodatkowo należy dążyć do tego, aby woda w instalacji nie przekraczała temperatury 60°C, ponieważ tę temperaturę można uznać za graniczną, powyżej której intensywnie zaczyna wytrącać się w wodzie twardy kamień kotłowy tworzony z węglanów wapnia i magnezu.

Pompa cyrkulacyjna

Cyrkulację wody w instalacji grzewczej przeprowadza się na dwa sposoby: albo jest to cyrkulacja grawitacyjna, wykorzystująca różnicę gęstości chłodnej i gorącej wody, albo stosuje się pompy cyrkulacyjne. Jednak każda instalacja c. w. u. o objętości wewnątrz przewodu powyżej 3 dm³, zgodnie z rozporządzeniem z 2002r. [1], musi posiadać przewód cyrkulacyjny. W instalacjach z pompą cyrkulacyjną najczęściej używa się pomp wirnikowych bezdławnicowych, które są napędzane silnikiem elektrycznym 230 V. Takie pompy, których moce nie przekraczają 2,5 kW, zostały objęte dobrowolnym porozumieniem producentów pomp, które wprowadza system oznakowania klasą energetyczną, podobnie jak powszechnie użytkowane oznakowanie sprzętów AGD. Zgodnie z rozporządzeniem UE nr 641/2009 z dnia 22 lipca 2009r. w sprawie wykonania dyrektywy 2005/32/WE Parlamentu Europejskiego i Rady [3] został dla nich przyjęty wskaźnik efektywności EEI. System oznakowania podzielono na 7 grup oznaczonych literami od A (wskaźnik najlepszy) do G (wskaźnik najgorszy), a zakres EEI dla odpowiednich klas pokazano w tabeli 4. Obecnie najpowszechniej stosowanymi w Europie pompami są pompy, dla których EEI odpowiada klasie D lub E. Należy także wspomnieć o rozporządzeniu Komisji (UE) nr 547/2012 z dnia 25 czerwca 2012r. w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla pomp do wody [4], w którym określono wskaźnik MEI charakteryzujący efektywność energetyczną typowych, najczęściej stosowanych pomp do wody wymagania i kryteria oceny efektywności energetycznej. Nie są to pompy do instalacji grzewczych ani c. w. u., jednak z powodzeniem mogą być stosowane do różnych celów w budynkach i gospodarstwach domowych.

Tabela 4. Klasy pomp cyrkulacyjnych w odniesieniu do wskaźników efektywności EEI.

Klasa	Indeks
A	$EEI < 0,40$
B	$0,40 \leq EEI < 0,60$
C	$0,60 \leq EEI < 0,80$
D	$0,80 \leq EEI < 1,00$
E	$1,00 \leq EEI < 1,20$
F	$1,20 \leq EEI < 1,40$
G	$1,40 \leq EEI$

Źródło: opracowanie własne.

Orurowanie

Najczęściej stosowanymi materiałami wykorzystywanymi do powstania rur instalacji grzewczej i c. w. u. są stal, miedź i tworzywa sztuczne (np. polietylen sieciowany PEX, polipropylen). Zgodnie z normą PN-B-02421: 2000 oraz rozporządzeniem z 2002r. [1] na przewodach instalacji ciepłej wody i instalacji cyrkulacyjnej (w którą muszą być zaopatrzone instalacje ciepłej wody o objętości wewnątrz przewodu powyżej 3 dm³) należy stosować odpowiednią izolację termiczną. Jednakże na rurach instalacji grzewczych wewnątrz budynków zwyczajowo takiej izolacji się nie wykonuje, ponieważ nie wpływa to na bilans cieplny budynku. Wyjątkiem są elementy instalacji przechodzące w miejscach, w których utrzymywana może być temperatura obniżona, np. piwnice. Zgodnie z rozporządzeniem z 2002r. [1] straty ciepła w instalacji c. w. u. powinny być takie, że temperatura wody ciepłej w miejscu podgrzewu wynosi 60°C, a w punktach czerpalnych nie więcej niż 60°C i nie mniej niż 45°C dla budynków oddanych przed 12. 10. 2002r. lub 55°C dla budynków oddanych po tym terminie, przy czym przy instalacja ta powinna umożliwiać przeprowadzanie jej okresowej dezynfekcji termicznej przy temperaturze wody nie niższej niż 70°C.

Potencjał dla małych i średnich przedsiębiorstw

W Polsce nie ma jak dotąd określonego ustawowo standardu energetycznego budynków, choć w rozporządzeniu z 2002r. [1] zamieszczono graniczne wartości współczynników przewodzenia ciepła przez poszczególne przegrody. Wynika to głównie z faktu, iż istnieje wciąż bardzo liczna grupa budynków o dużym właściwym zużyciu energii, jakimi są budynki wielorodzinne z wielkiej płyty budowane w latach 70. ubiegłego wieku i później, a także budynki ceglane i, w mniejszym zakresie, budynki jednorodzinne. Przybliżoną strukturę budynków przedstawiono w tabeli 5.

Z tabeli 5 wynika, że budynki wybudowane przed 2002r. stanowią około 89,4% wszystkich budynków. Część z nich, szczególnie budynki wielopłytowe, wielorodzinne, znajdujące się w dużych miastach, zostały już objęte termomodernizacją, co wynika z przedłużenia ich żywotności pierwotnie zakładanej na 50-60 lat. Jednakże

w bardzo wielu budynkach takiej operacji nie dokonano. W tabeli 6 przedstawiono charakterystykę budynków w Polsce, co pozwala na analizę, gdzie możliwe jest prowadzenie prac rewitalizacyjnych.

Tabela 5. Zasoby mieszkaniowe w Polsce.

Rok budowy	Jednorodzinne i bliźniaki	Wielorodzinne małe	Wielorodzinne duże
do 1970r.	ok. 2,5 mln (19,5%)	ok. 1 mln (7,6%)	ok. 2,27 mln (17,5%)
po 1970r.	ok. 2,5 mln (19,5%)	ok. 0,45 mln (3,5%)	ok. 4,2 mln (32,4%)
	w tym ok. 0,5 mln po 2002r. (4%)	w tym ok. 0,28 mln po 2002r. (2%)	w tym ok. 0,6 mln po 2002r. (4,6%)

Źródło: Podręcznik typologii budynków mieszkalnych z przykładami działań mających na celu zmniejszenie ich energochłonności. Polska. Raport NAPE S. A., Warszawa 2011.

Tabela 6. Charakterystyka budynków w Polsce na tle innych krajów europejskich.

Budynki	Zużycie energii E [kWh/m ² /rok]
Istniejące w Polsce	do 400
Obecnie budowane w Polsce	od 120 do 180
Obecnie projektowane i poddawane termomodernizacji	powinno wynosić < 120
Obecnie projektowane i poddawane termomodernizacji w krajach zachodnich	od 55 do 120

Źródło: www.muratorplus.pl/technika/ogrzewanie/ogrzewnictwo-w-unii-europejskiej_57982.html

Stosunkowo łatwo można znaleźć materiały dotyczące metodologii oceny energetycznej budynku (zarówno w literaturze, jak i na stronach Internetowych). Jednak często są to opisy fragmentaryczne, o ograniczonej funkcjonalności bądź komercyjne (płatne). Decyzję o podjęciu działań modernizacyjnych w zakresie instalacji grzewczej czy ciepłej wody użytkowej bardzo często muszą podjąć osoby, które nie są inżynierami i nie mające wystarczającego rozeznania w analizowanej kwestii. Przedstawiony materiał ma wielopłaszczyznową funkcjonalność:

- dzięki przejrzystości zachęca do podjęcia szybkiej analizy opłacalności podjętego działania,
- jest kompleksową pomocą dla decydentów, jest to szczególnie ważne, ponieważ wszystkie czynności podejmowane w ramach rewitalizacji są ze sobą zazwyczaj ściśle powiązane,
- pozwala przedsiębiorcom – właścicielom firm z sektora małych i średnich przedsiębiorstw, które zajmują się audytami energetycznymi na poszerzenie swojej oferty o usługi dotąd nieproponowane,
- umożliwi szersze rozeznanie w aktualnych technologiach, potrzebach i oczekiwaniach dostawcom materiałów budowlanych wykorzystywanych przy tworzeniu instalacji,
- poprzez rzeczowy materiał poparty w wielu miejscach przykładami stwarza swoistą platformę szkoleniową umożliwiającą instalatorom ciągłe doszkalanie się i uwrażliwia na ewentualne błędy, przez co skraca się czas poświęcany każdorazowo na poprawki powykonawcze, co obniża także całkowite koszty.

Literatura

- [1].Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2002r. Nr 75, poz. 690 ze zm..
- [2].Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz. U. z 1998r. Nr 201, poz. 1240).
- [3].Rozporządzenie UE nr 641/2009 z dnia 22 lipca 2009r. w sprawie wykonania dyrektywy 2005/32/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla pomp cyrkulacyjnych bezdławnicowych wolnostojących i pomp cyrkulacyjnych bezdławnicowych zintegrowanych z produktami.
- [4].Rozporządzenie Komisji (UE) nr 547/2012 z dnia 25 czerwca 2012r. w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla pomp do wody (Dziennik Urzędowy UE, 26. 06. 2012, L 165).
- [5].Stańda J., *Woda do kotłów parowych i obiegów chłodzących siłowni ciepłych*, Warszawa 1999.
- [6].Albert J. i in., *Systemy centralnego ogrzewania i wentylacja*, Warszawa 2007r.
- [7].Podręcznik typologii budynków mieszkalnych z przykładami działań mających na celu zmniejszenie ich energochłonności. Polska. Raport NAPE S. A., Warszawa 2011.
- [8].www.muratorplus.pl/technika/ogrzewanie/ogrzewnictwo-w-unii-europejskiej_57982.html.
- [9].<http://www.termomodernizacja.pl/strony/na-czym-polega-termomodernizacja>.

ABSTRACT

The article presents the main issues relevant to the assessment of heating systems and household water heating. The most important aspects influencing the decision making process related to the revitalization of such systems have been discussed, along with the most important limitations of both existing and planned standards and regulations. Part of the article is devoted to energy efficiency and heating system economics which have a large influence on the choice of component types. The assessment of such systems cannot be separated from e. g. building construction quality, so the article also explains how system performance depends on certain factors that are not directly related to the system.

Keywords: *central heating, hot water, revitalization, energy efficiency*

Dr inż. Jacek Szymczyk
Politechnika Warszawska, Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa

14. Instalacje EIB/KNX i okablowania strukturalnego w procesie rewitalizacji budynku użyteczności publicznej wybrane zagadnienia w kontekście standardu inteligentnego budynku

EIB / KNX installations and cabling in the revitalization of public building selected issues in the context of the intelligent building standard

STRESZCZENIE

W opracowaniu przeanalizowano zakres modernizacji instalacji elektrycznej EIB/KNX i okablowania strukturalnego (które są istotną częścią systemu instalacji budynku) w procesie rewitalizacji budynku użyteczności publicznej w kontekście wymagań standardu inteligentnego budynku. Na podstawie tych instalacji tworzone są systemy infrastruktury teleinformatycznej, pomiarów inteligentnych, rozwiązania dotyczące zarządzania zużyciem mediów w budynku oraz systemy integrujące pracę całej infrastruktury budynku BMS (Building Management System). Standard rozwiązań inteligentnego budynku powinien być punktem odniesienia w pracach projektowych i wykonawczych w procesie rewitalizacji budynku użyteczności publicznej. W efekcie rewitalizacji instalacje powinny spełniać wymagania użytkownika, być typu „otwartego”, tzn. mieć możliwość rozbudowy istniejącej infrastruktury, a przede wszystkim powinny pozwalać na łączenie ze sobą różnych urządzeń (różnych firm) oraz umożliwiać dodawanie nowych stacji operatorskich i interfejsów komunikacyjnych (spełniających określone standardy komunikacyjne).

Słowa kluczowe: budynek inteligentny, instalacja EIB/KNX, instalacja okablowania strukturalnego

Wstęp

Proces rewitalizacji budynku użyteczności publicznej (BUP) obejmuje także rewitalizację instalacji w tym instalacji elektrycznej EIB/KNX i okablowania strukturalnego (IOS). Ze względu na wymagania funkcjonalne i spełnienie wymagań w zakresie efektywności energetycznej BUP standardem, który powinien być punktem odniesienia w zakresie modernizacji instalacji, są rozwiązania inteligentnego budynku (IB). Przez określenie IB należy rozumieć obiekt infrastrukturalny, który integruje różne systemy, aby skutecznie i w sposób skoordynowany zarządzać zasobami, usługami i ich wzajemnymi korelacjami dla jak najlepszego zaspokajania zmieniających się potrzeb jego użytkowników, maksymalizować oszczędności w zakresie inwestycji i kosztów operacyjnych oraz zapewnić pełną elastyczność eksploatacji przy stałym poszanowaniu środowiska naturalnego [29][30].

System automatyki w inteligentnych budynkach zapewnia optymalny komfort i bezpieczeństwo ludziom, minimalizuje zużycie energii (elektrycznej i ciepłej), zapewnia sterowanie i monitorowanie wszystkich urządzeń technicznych oraz umożliwia generowanie odpowiednich raportów o stanie budynku. System obejmuje również wykrywanie i sygnalizację pożarów, wykrywanie włamań oraz kontrolę dostępu do określonych stref w budynku. Dzięki informacjom pochodzącym z różnych elementów systemu możliwa jest reakcja na zmiany środowiska wewnątrz i na zewnątrz budynku, maksymalizacja funkcjonalności, komfortu i bezpieczeństwa oraz minimalizacja kosztów eksploatacji [29][30].

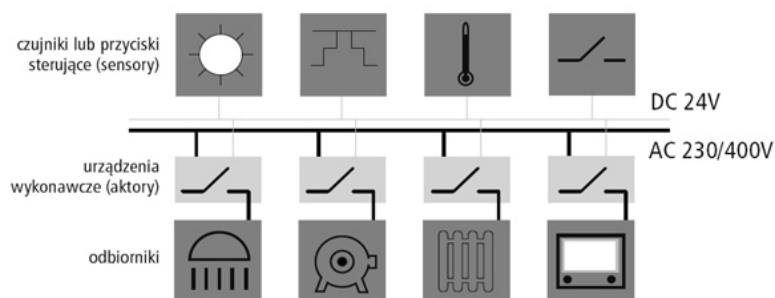
Systemy IB powinny być typu „otwartego”, tzn. mieć możliwość rozbudowy istniejącej infrastruktury, a przede wszystkim powinny pozwalać na łączenie ze sobą różnych urządzeń (różnych firm) oraz umożliwiać dodawanie nowych stacji operatorskich i interfejsów komunikacyjnych (spełniających określone standardy komunikacyjne) [30]. Skuteczność pracy systemu budynku inteligentnego jest uzależniona w dużej mierze od jakości pracy instalacji EIB/KNX i instalacji okablowania strukturalnego. Na bazie tych instalacji tworzone są systemy infrastruktury teleinformatycznej, pomiarów inteligentnych [16][17][20], rozwiązania dotyczące zarządzania zużyciem mediów w budynku [35] oraz systemy BMS (Building Management System) integrujące pracę całej infrastruktury budynku [37]. Należy podkreślić, że wszelkie przygotowywane projekty wymienionych instalacji powinny być koordynowane z projektami towarzyszącymi.

Instalacja EIB/KNX

Szybki rozwój elektroniki i automatyki pozwolił na stworzenie kilku rodzajów automatyki budynkowej. W praktyce wykorzystywane są dwa systemy, standard amerykański LonWorks i standard europejski EIB/KNX (European Installation Bus). Architektura tych systemów oparta jest na dedykowanej magistrali wykorzystywanej do przesyłu informacji między elementami układu automatyki [15][28]. Rynek projektantów i wykonawców instalacji w budynkach inteligentnych w Europie jest praktycznie rynkiem instalacji elektrycznej w systemie EIB/KNX. Natomiast system LonWorks jest systemem wykorzystywanym głównie w przemyśle. W systemie EIB/KNX zastosowano architekturę bliską technice komputerowej, dzięki czemu ulepszono podejście do sposobu projektowania i budowy instalacji elektrycznych. System EIB/KNX jest systemem zdecentralizowanym o strukturze drzewiastej [28][30]. W skład tej instalacji wchodzi m.in. linie podstawowe, linie główne, linie obszarowe, złącza liniowe i obszarowe, elementy magistralne (przyłączane do magistralnego niskonapięciowego obwodu sterowania). Istnieje możliwość zainstalowania nawet 64 000 urządzeń magistralnych, co świadczy o predyspozycjach systemu EIB/KNX do stosowania go w dużych obiektach inteligentnych [30].

W systemie KNX/EIB tradycyjne wyłączniki rozwierające lub zwierające obwody zasilające oraz czujniki i inne elementy sterownicze zastąpiono wykonanymi w technice cyfrowej urządzeniami umożliwiającymi wymianę informacji za pośrednictwem jednego, biegnącego wokół całego budynku przewodu magistralnego łączącego wszystkie elementy systemu. Mediami stosowanymi do przesyłu informacji są m.in. miedziana skrętka wieloparowa (zasilanie z wykorzystaniem przewodu magistralnego), sieć komputerowa Ethernet (wykorzystanie protokołu TCP/IP), sieć elektroenergetyczna niskiego napięcia (para przewodów zasilających) [28]. Przewód magistralny jest zasilany napięciem 24 V. Napięcie 230 V jest doprowadzone tylko i bezpośrednio do odbiorników. Umożliwia to dowolne aranżacje wnętrza i instalacji. Połączone wspólną magistralą różne układy pozwalają na

tworzenie bardzo wielu kombinacji zależnych od inwencji projektanta z uwzględnieniem potrzeb użytkownika (rysunek 1) [30]. Zestawienie obowiązujących norm dotyczących standardu EIB/KNX podano w literaturze przedmiotu [6][15][22][37][38][39].



Rysunek 1. Połączone wspólną magistralą różne układy.

Źródło: *Inteligentne systemy zarządzania użytkowaniem energii, Instytut na Rzecz Ekorozwoju przy współpracy Krajowej Agencji Poszanowania Energii, Warszawa 2011.*

Zaprojektowanie i wykonanie systemu EIB/KNX w ramach procesu rewitalizacji BUP powinno umożliwić w sposób programowy realizację [2][15][22][28][29][30]:

- oszczędności w zużyciu energii wraz z możliwością zarządzania jej zużyciem:
 - ustawienie indywidualnej temperatury poszczególnych pomieszczeń,
 - współpraca z kolektorami dachowymi,
 - współpraca z pompami cieplnymi, przygotowanie ciepłej wody,
 - kompleksowy system sterowania ogrzewaniem,
 - optymalne sterowanie oświetleniem (automatyczne, czasowe, ręczne, sceny świetlne) i pozostałymi odbiornikami energii elektrycznej,
- nadzoru nad pracą obiektu w zakresie:
 - systemu sygnalizacji przeciwpożarowej,
 - systemu bezpieczeństwa wewnątrz i na zewnątrz budynku,
- lokalnego i zdalnego zarządzania oraz sterowania ustawieniem parametrów technicznych:
 - zarządzanie pracą instalacji w ramach systemu automatyki budynkowej,
 - przeglądanie stanu wybranych parametrów,
 - dostęp do komunikatów o stanach zakłócających pracę obiektu, awariach,
 - bieżący nadzór nad realizacją warunków gwarancji,

- przygotowanie raportów i zestawień dla potrzeb właściciela budynku,
- otwartości instalacji:
 - łatwość rozbudowy i możliwość obsługi nowych rozwiązań technologicznych,
 - możliwość współpracy z inteligentnymi systemami pomiarowymi i zarządzającymi.

Główne zalety funkcjonalne i techniczne systemu EIB/KNX zrealizowanego na bazie powyższych uwarunkowań [28][29][30]:

- wysoka odporność na awarie,
- wspólny przewód sterujący (przewód w magistrali sterującej EIB to skrętka dwuparowa, przy czym wykorzystywana jest jedna para, a druga stanowi rezerwę),
- łatwość realizacji złożonych wymagań stawianych przez użytkownika,
- bardzo duża elastyczność (późniejsza rozbudowa systemu lub jego rekonfiguracja nie wymagają zmiany okablowania),
- konkurencyjne koszty instalacji i eksploatacji w stosunku do systemów konwencjonalnych, szczególnie w przypadku kompleksowych rozwiązań.

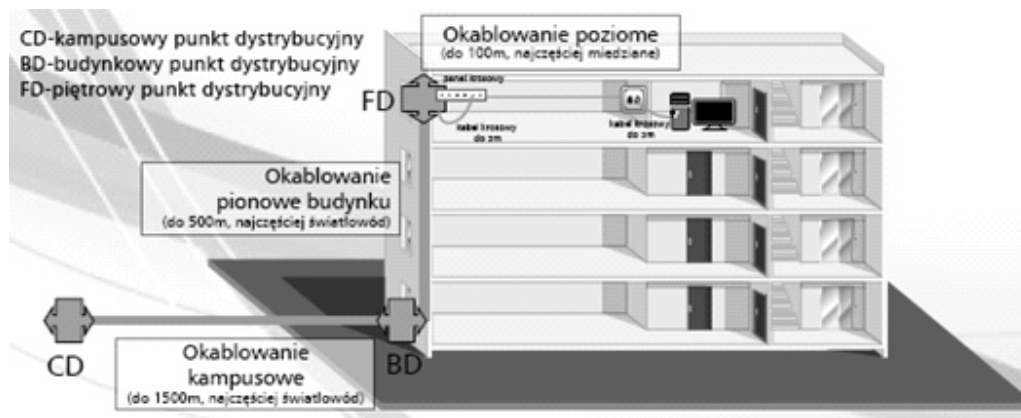
Europejska magistrala instalacyjna (EIB) stała się w Europie standardem w dziedzinie inteligentnych instalacji elektrycznych. Dla użytkowników tego systemu oznacza to dostępność do niezależnego od producenta serwisu, stałe możliwości modernizacji, uniknięcie niebezpieczeństwa wieloletniej eksploatacji dawno wycofanego z produkcji lokalnego systemu automatyki, stabilność i pewność działania popartą pozytywnymi doświadczeniami. Na rynku wiele firm oferuje kompleksowe rozwiązania techniczne systemu EIB/KNX [15][22][23][26][27][33]. W każdym przypadku konieczna jest implementacja tych rozwiązań na potrzeby właściciela budynku. Koszt instalacji systemu szacuje się na ok. 1,5-2% kosztów budowy budynku (przy remoncie ok. 5% całkowitych kosztów)[30]. Według ocen użytkowników po zainstalowaniu systemu przy tym samym trybie funkcjonowania zyskuje się ok. 30-40% oszczędności w opłatach za energię [30]. Sprecyzowane powyżej zagadnienia określają zakres wykorzystania standardu EIB/KNX na potrzeby IB (w zakresie regulacji i sterowania) i pomagają przygotować dokumentację do procedur przetargowych. Pozwalają także określić potencjalne rezultaty zastosowania tego typu rozwiązań. Wszelkie projekty powinny być koordynowane z projektami towarzyszącymi.

Instalacje okablowania strukturalnego

Instalacja okablowania strukturalnego (IOS) jest jednym z trzech filarów (oprócz instalacji elektroenergetycznej i ciepłej) tworzących strukturę i system IB. Instalacja okablowania strukturalnego jest to zespół produktów do uniwersalnych systemów transmisji sygnałów niskoprądowych przenoszących głos, dane, obraz, sygnały sterujące [1]. IOS obejmuje wyłącznie pasywną część infrastruktury teleinformatycznej budynków, tj. kable, przyłącza, gniazda, wtyki, adaptory, krosownice, szafy teleinformatyczne, korytka kablowe. Istnieje możliwość rozbudowy sieci i łatwego przeprowadzania zmian w instalacji okablowania [1][3][4][5]. IOS w budynku zwykle funkcjonuje ok. 12-15 lat, w tym okresie obsłuzi (przeciętnie) cztery generacje stacji roboczych (komputerów), pięć generacji

oprogramowania, dlatego też instalacja okablowania strukturalnego z punktu widzenia organizacyjnego, funkcjonalnego, technicznego czy ekonomicznego powinna mieć wymiar [1][15]:

- przyszłościowy, tj. pozwalający na wdrażanie nowych technologii teleinformatycznych oraz na rozbudowę okablowania i usług. Standardową topologię instalacji w budynku [15] pokazano na rysunku 2,
- elastyczny, tj. umożliwiający udostępnienie wszelkich rodzajów aplikacji komunikacyjnych przez jedną sieć dystrybucyjną, czyli przy użyciu tego samego okablowania pozwala na przesunięcie dowolnego stanowiska pracy do wybranego miejsca w budynku i zapewnienie jego podłączenia do każdego systemu teleinformatycznego,
- otwarty, co oznacza, że jest nośnikiem wszystkich typów standardowych aplikacji głosu, danych i obrazu według różnych obowiązujących norm (IEEE, ITU-T, ANSI, ISO) [1][4][6].



Rysunek 2. Standardowa topologia instalacji w budynku.

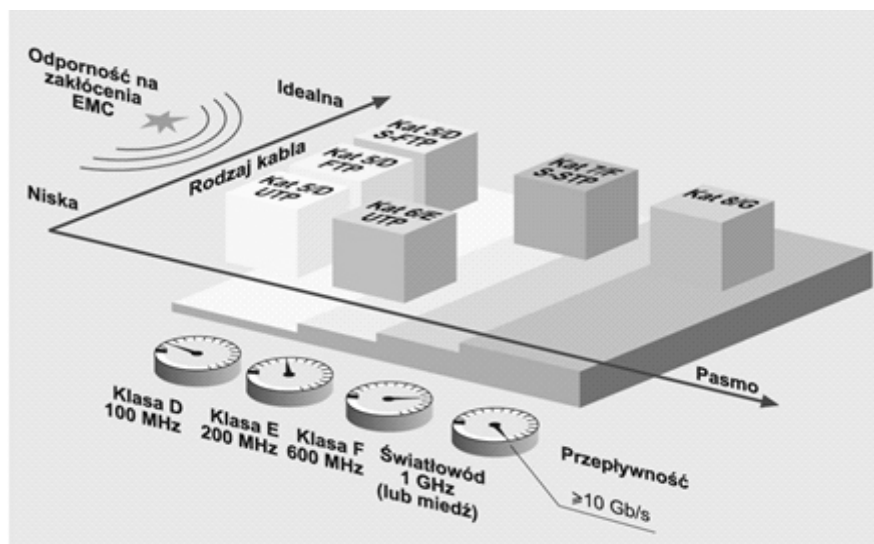
Źródło: *Współczesne instalacje elektryczne w budownictwie jednorodzinym. Poradnik elektryka, Biblioteka COSiW SEP*, <http://www.moeller.pl>.

Obecne normy europejskie (EN 50171) i międzynarodowe (ISO 11801) dotyczące okablowania strukturalnego precyzują osiem kategorii (od 1 do 8) lub osiem klas (od A do G) do maksymalnej częstotliwości pracy instalacji 1,4 GHz (klasa G). Normy te odnoszą się do wszystkich komponentów IOS [1][3][4][6][9]. Poniżej zestawiono kategorie (klasy) IOS zgodnie z normami.

- Kategoria 3 (klasa C) okablowanie przenosi sygnały o częstotliwościach do 16 MHz (są to kable telekomunikacyjne wieloparowe).
- Kategoria 5 (klasa D) okablowanie przenosi sygnały o częstotliwościach do 100 MHz.
- Kategoria 5e (klasa D+) okablowanie przenosi sygnały o częstotliwościach do 125 MHz.
- Kategoria 6 (klasa E) okablowanie przenosi sygnały o częstotliwościach do 200/250 MHz (praca/test).

- Kategoria 7 (klasa F) okablowanie przenosi sygnały o częstotliwościach do 600 MHz.
- Kategoria 8 (klasa G) okablowanie przenosi sygnały o częstotliwościach do 1200 MHz (1,4 GHz).

Typowym medium IOS jest miedziany kabel wieloparowy lub kabel światłowodowy. Pełne zestawienie norm wraz z komentarzem można znaleźć w literaturze [1][4][6][7][8][9][37][38][40].



Rysunek 3. Związek kategorii (klas) instalacji z przepływnością i odpornością na zakłócenia elektromagnetyczne.

Źródło: <http://www.itpedia.pl/kategorie-okablowania>.

Związek kategorii (klas) instalacji z przepływnością (szybkością transferu informacji) oraz odpornością na zakłócenia elektromagnetyczne [3] pokazano na rysunku 3.

W procesie rewitalizacji BUP modernizacja IOS powinna obejmować następujące bloki zagadnień [38]:

- środowisko pracy IOS,
- ocena stanu IOS przed procesem rewitalizacji,
- potrzeby i ograniczenia właściciela budynku,
- zestawienie norm i dostępnych standardów na rynku,
- sprecyzowanie kierunków i zakresu modernizacji instalacji w kontekście potrzeb właściciela,
- sprecyzowanie parametrów technicznych instalacji,
- uzgodnienia z projektami budowlanymi i projektami towarzyszącymi,

- projekt instalacji okablowania,
- zarządzanie pracą IOS.

Możliwość oceny istniejącej IOS w BUP, a także określenie kierunków, zakresu modernizacji powinno być ustalone na podstawie kategorii kryteriów i potrzeb właściciela. Przykładowe kategorie kryteriów oceny [1][2][5][38] to:

- bezpieczeństwo (w tym bezpieczeństwo elektroenergetyczne),
- normy, standardy,
- wartości parametrów technicznych,
- kryteria ekonomiczne,
- kryteria organizacyjne (funkcjonalne),
- kryteria instalatorskie,
- kryteria dotyczące gwarancji,
- kryteria dodatkowe.

Na podstawie tych założeń zbudowano metodę oceny IOS pozwalającą ocenić stan aktualny instalacji (ocena punktowa). Daje to możliwość stworzenia listy z uszeregowaną punktacją dla BUP (tylko w odniesieniu do instalacji). Informacja ta może być pomocna przy kwalifikacji budynku do rewitalizacji. Jeżeli potrzeby właściciela budynku są sprecyzowane, metoda ta pozwala na ocenę zakresu i skali prac modernizacyjnych (ocena punktowa). Możliwość skorzystania z arkusza kalkulacyjnego, asystenta norm, podstawowych informacji technicznych ułatwia ocenę. Przedstawiona metoda oceny jest metodą otwartą istnieje możliwość jej rozbudowy w zależności od potrzeb użytkownika. Metodę tę, normy, narzędzie wspierające proces oceny podano na platformie Centrum Kompetencyjne [40].

Tak pozyskane informacje pozwalają na dokonanie analizy IOS w zakresie [1][2][3][4][5][6][9][24][31][38]:

- warunków pracy instalacji (środowisko biurowe, specyfikacja zgodna z PN-EN 50173-1: 2009),
- skali możliwej modernizacji instalacji w kontekście wartości jej parametrów technicznych,
- sprecyzowania liczby użytkowników (zespolonych punktów komputerowych ZPK) [1]),
- wykorzystywanych (planowanych do wykorzystania) standardów lokalnych sieci komputerowych.

Zależności kategorii instalacji od standardów lokalnych sieci komputerowych podano w tabeli 1.

W tabeli 1 zestawiono związek kategorii IOS ze standardami lokalnych sieci komputerowych [9] pod względem:

- parametrów przyłącza do rozległej sieci komputerowej (Internet),
- parametrów przyłącza do wewnętrznej (korporacyjnej) sieci komputerowej (Intranet),
- określenia wymagań podstawowych systemów informatycznych wykorzystywanych w BUP,
- określenia potrzeb pozostałych, prawdopodobnie możliwych do zainstalowania systemów i usług,
- sprecyzowania parametrów technicznych komponentów instalacji,

- określenia topologii instalacji,
- przyjęcia kategorii IOS (także standardu technologicznego) w procesie rewitalizacji,
- bezpieczeństwa pracy instalacji,
- lokalizacji instalacji w budynku:
 - ochrona przed zakłóceniami elektromagnetycznymi, termicznymi (rysunek 3),
 - zabezpieczenie przed dostępem osób nieuprawnionych,
- stosowania niepalnych osłon kabli,
- zarządzania pracą instalacji:
 - stan dokumentacji instalacji,
 - pomiary (i certyfikacja):
 - weryfikacyjne,
 - kwalifikacyjne,
 - cykliczne pomiary parametrów technicznych instalacji,
- stanu wybranych parametrów;
- dostępu do komunikatów o stanach zakłócających pracę instalacji,
- formy raportów i zestawień dla potrzeb właściciela budynku,
- zarządzania pracą instalacji w ramach całego systemu automatyki budynkowej;
- możliwości modernizacji instalacji:
 - otwartość instalacji zarówno ze względu na łatwość rozbudowy, jak i nowe rozwiązania technologiczne,
 - możliwość współpracy z inteligentnymi systemami pomiarowymi i zarządzającymi.

Główne zalety funkcjonalne i techniczne IOS zrealizowanej na podstawie powyższych uwarunkowań to:

- wysoka stabilność parametrów technicznych,
- wysoka niezawodność pracy instalacji,
- duża elastyczność co do konfiguracji i rozbudowy,
- możliwość wdrożenia nowych technologii teleinformatycznych,
- możliwość instalacji lokalnych sieci komputerowych, wszystkich typów standardowych aplikacji głosu, danych i obrazu zgodnie z obowiązującymi normami,
- możliwość stworzenia wielu kategorii usług z zakresu np. łączności, bezpieczeństwa,
- możliwość wykorzystania na potrzeby innych układów automatyki budynkowej,
- umożliwienie współpracy układów automatyki, pomiarów i systemów teleinformatycznych,
- łatwość w zarządzaniu i konserwacji.

Tabela 1. Zależność kategorii instalacji od standardów lokalnych sieci komputerowych.

Kategoria ISO	Kategoria EIA/TIA	OPIS	STANDARD
	1	Przewód przeznaczony do systemów telefonicznych. Nie wykorzystywany do transmisji danych.	
	2	Dwie pary przewodów; maksymalna częstotliwość 4MHz. (modem, głos)	PPP
	3	Konstrukcja przewodu to 4 skręcone ze sobą pary żył. Maksymalna częstotliwość 10MHz	10Base-T
C	4	Konstrukcja przewodu to 4 skręcone ze sobą pary żył. Maksymalna częstotliwość 16MHz	100Base-TX
D	5	Konstrukcja przewodu to 4 skręcone ze sobą pary żył o średnicy 0,5mm. Maksymalna częstotliwość 100MHz	1000Base-T
D+	5e	Konstrukcja przewodu to 4 skręcone ze sobą pary żył o średnicy 0,5mm; ulepszona kategoria 5. Sygnał przesyłany z częstotliwością 125MHz	1000Base-T
E	6	Konstrukcja przewodu to 4 skręcone ze sobą pary żył o średnicy 0,6mm przedzielone specjalną rozetą. Maksymalna częstotliwość 250MHz	1000Base-T
F	7	Konstrukcja podobna do kat.6. Maksymalna częstotliwość 600MHz	1000Base-T

Źródło: <http://www.eur-lex.europa.eu/pl>.

Wiele firm oferuje rozwiązania techniczne IOS [1][2][4][5][15][24][26][27][31]. Wykorzystanie ich w procesie rewitalizacji budynku jest możliwe pod warunkiem, że zostaną uwzględnione wymagania specyfiki budynku i potrzeb użytkownika. Przedstawione zagadnienia są podstawą przygotowania materiałów na potrzeby procesu przetargowego zarówno dla właściciela budynku, jak i dla przedsiębiorców zainteresowanych wykonaniem usługi. Dla wykonawców usługi pomocnym narzędziem pozwalającym na pozyskanie informacji na temat stanu instalacji i zakresu prac modernizacyjnych jest metoda i narzędzie dostępne na platformie Centrum Kompetencyjne [40]. Należy podkreślić, że projekty IOS muszą być koordynowane i uzgadniane z projektami towarzyszącymi w ramach projektu rewitalizacji BUP.

Podsumowanie

Analiza rewitalizacji instalacji EIB/KNX i IOS na poziomie standardu IB pokazuje, że takie rozwiązanie jest efektywne, ponieważ instalacje te (jako warstwa fizyczna) warunkują wymaganą jakość pracy układów komunikacji, regulacji i sterowania, a tym samym realizację komfortu i bezpieczeństwa osób, minimalizują zużycie energii (elektrycznej i ciepłej) oraz konieczność sterowania i monitorowania wszystkich urządzeń technicznych. Umożliwiają także generowanie odpowiednich raportów o stanie budynku. Wskazano, jaki zakres działań powinien być podjęty, aby przygotowany projekt modernizacji gwarantował przebudowę instalacji na poziomie standardów IB, co w praktyce eksploatacji infrastruktury oznacza:

- wysoką stabilność i niezawodność parametrów technicznych,
- możliwość rozbudowy i zmiany konfiguracji (otwartość instalacji),
- szeroki zakres możliwości wdrażania nowych technologii teleinformatycznych i układów automatyki budynkowej,
- łatwość w zarządzaniu pracą,
- relatywnie niższe koszty budowy i eksploatacji dotyczy to EIB/KNX w stosunku do systemów konwencjonalnych,
- długi okres gwarancji.

Dla właściciela prowadzącego rewitalizację BUP oznacza to dostępność standardów technologicznych na poziomie światowym, a także długi okres stabilnej pracy. Szczególnie szerokie pole do działania otwiera się dla małych przedsiębiorstw w zakresie szkoleń dla instalatorów, kompleksowych realizacji np. EIB/KNX, IOS, systemów dozoru, systemów przeciwpożarowych oraz usług zarządzania, serwisowania itp. Przydatnym narzędziem wspierającym pracę na etapie przygotowania do rewitalizacji budynku oraz w trakcie eksploatacji instalacji jest arkusz kalkulacyjny oceny stanu IOS.

Literatura

- [1]. Serweciński Z., *Okablowanie strukturalne budynków*, http://www.rayan.inosak.org/v21/okablowanie_strukturalne.pdf, data dostępu: 3. 06. 2012.
- [2]. *Program gwarancji systemu okablowania strukturalnego. EmiteNET*. <http://www.emite.net.pl>.
- [3]. http://www.itpedia.pl/kategorie_okablowania.
- [4]. *Okablowanie strukturalne Meller*, <http://www.Moeller.pl> <http://www.eaton.com>.
- [5]. *Okablowanie strukturalne LAN, urządzenia aktywne, telefonia IP, CCTV*, <http://www.adm.uz.zgora.pl>.
- [6]. <http://www.pkn.pl>.
- [7]. <http://www.ieee.pl>.
- [8]. <http://www.isap.sejm.gov.pl>.
- [9]. <http://www.eur-lex.europa.eu/pl>.

- [10]. <http://www.etsi.org>.
- [11]. <http://www.iso.org>.
- [12]. <http://www.eia.gov>.
- [13]. <http://www.tiaonline.org>.
- [14]. <http://www.ure.gov.pl>.
- [15]. *Współczesne instalacje elektryczne w budownictwie jednorodzinym. Poradnik elektryka, Biblioteka COSiW SEP*, <http://www.moeller.pl>.
- [16]. *Studium wdrożenia inteligentnego pomiaru energii elektrycznej w Polsce, Instytut Energetyki, oddział Gdańsk, Gdańsk*.
- [17]. *Dzirba D., Inteligentne opomiarowanie, „Przełęcz Gazowniczy” 2009, nr3*.
- [18]. http://www.ure.gov.pl/portal/pl/424/3926/Stanowisko_regulatora_w_sprawie_niezbednych_wymagan_wobec_inteligentnych_systemo.html.
- [19]. <http://www.cubeitg.pl/pl/index>.
- [20]. [http://www.echelon.com/applications/smart-metering/Echelon Corporation \(USA\); platforma sprzętowa dla systemów smart metering](http://www.echelon.com/applications/smart-metering/Echelon_Corporation_(USA);_platforma_sprzetowa_dla_systemow_smart_metering).
- [21]. www.piio.pl/dok/creotech.pdf.
- [22]. http://www.schneider-electric.pl/designldommu/knx_dom_inteligentnybcfd.html?more=1.
- [23]. <http://www.abb.com/product/>.
- [24]. <http://www.veracomp.pl/sieci-i-zarządzanie-infrastruktura-it/nont,okablowanie-strukturalne>.
- [25]. <http://www.SOLIDEX.com.pl>.
- [26]. <http://www.dgelpro.pl>.
- [27]. <http://www.wellner.pl/produkty.html>.
- [28]. *Ożadowicz A., Analiza porównawcza dwóch systemów sterowania inteligentnym budynkiem systemu europejskiego EIB/KNX oraz standardu amerykańskiego na bazie technologii LonWorks, rozprawa doktorska, AGH, Kraków 2006*.
- [29]. <http://www.emeagateway.eu/y>.
- [30]. *Inteligentne systemy zarządzania użytkowaniem energii, Instytut na Rzecz Ekorozwoju przy współpracy Krajowej Agencji Poszanowania Energii, Warszawa 2011*.
- [31]. www.Internet.nawsi.pl/.../Projektowanie%20i%20budowa%20infrastruktury.
- [32]. www.ibm.com/pl/pl/y.
- [33]. <http://www.schneider-electric.com>.
- [34]. *Bogacki M., Liszka S., Pasierb S., Wawer M., Jak zarządzać energią i środowiskiem w budynkach użyteczności publicznej. Poradnik dla samorządowców terytorialnych, Katowice 2004*.
- [35]. http://www.cubeitg.pl/pl/artykul/39/Zarządzanie_zuzyciem_mediow.
- [36]. http://www.techbox.pl/download/sklep/ke_dla_energetyki.pdf.
- [37]. *Bielecki S., Lipka J., Palimąka T., Skoczowski T., Szymczyk J., Rozwiązania inteligentnego budynku w rewitalizacji budynków użyteczności publicznej, „Elektro-Info” 2013, nr 6*.

[38]. Bielecki S., Palimęka T., Skoczkowski T., Szymczyk J., Sieci transmisji danych we współczesnych budynkach technologie, bezpieczeństwo, zasilanie elektryczne oraz metoda oceny instalacji okablowania strukturalnego, „Wiadomości Elektrotechniczne” 2013, nr 9.

[39]. Parol M., Normy dotyczące systemu sterowania KNX w inteligentnych budynkach, „Wiadomości Elektrotechniczne” 2011, nr 7.

ABSTRACT

This paper presents the modernization scope of EIB/KNX and structured cabling installations in the process of public building revitalization within the context of standard requirements for intelligent buildings. These installations serve as a basis for creating ICT infrastructure and smart metering systems, media consumption management solutions and systems that integrate the entire building infrastructure, i. e. Building Management Systems (BMS). Specific standards for intelligent buildings should be the benchmark in the process of designing and completing public building revitalization. As a result of revitalization, installations must comply with the requirements of the user, be "open" to expand the existing infrastructure and, above all, allow to combine different devices made by different manufacturers and add new stations and operator interfaces.

Keywords: intelligent building, EIB/KNX installation, structured cabling

Dr inż. Ewa Witkowska
Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Środowiska

15. Wybrane aspekty projektowania instalacji wodociągowych i kanalizacyjnych w rewitalizowanych budynkach użyteczności publicznej

Selected aspects of the design of water and sewage systems
in revitalized public buildings

STRESZCZENIE

W tekście przedstawiono szereg zagadnień, które należy wziąć pod uwagę przy projektowaniu instalacji wodociągowych i kanalizacyjnych w rewitalizowanych budynkach użyteczności publicznej. Starano się prześledzić kolejno proces projektowania, rozważono więc, w zależności od stanu zastanego budynku rewitalizowanego, możliwość wykorzystania już istniejących elementów instalacji. Zaprezentowano również kwestie, które należy wziąć pod uwagę przy projektowaniu nowego układu przewodów w budynku oraz doborze materiałów. Kolejną część niniejszego tekstu poświęcono zagadnieniom związanym z ograniczeniem zużycia wody w budynku, przy czym nacisk położono na instalacje dualne. Przedstawiono specyfikę charakterystyki ścieków szarych oraz problemy, które należy rozwiązać podczas projektowania urządzeń do ich oczyszczania. Na zakończenie omówiono przykład obliczeniowy reaktora biologicznego MBR do recyklingu wody szarej w przykładowym budynku użyteczności publicznej.

Słowa kluczowe: instalacje wodociągowe i kanalizacyjne, instalacje dualne, ścieki szare, biologiczny reaktor membranowy (MBR)

Wstęp

Idea i ogólne zasady, którymi należy się kierować podczas rewitalizacji budynków użyteczności publicznej zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju zostały przedstawione przez W. Terlikowskiego w artykule *Rewitalizacja budynków użyteczności publicznej zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju*. Zgodnie z definicją przedstawioną przez autora „rewitalizacja to proces interdyscyplinarny, związany z ożywieniem zdegradowanych obszarów miejskich, zespołów budowlanych, pojedynczych obiektów budowlanych, które z różnych względów utraciły funkcje użytkowe i przestały spełniać swoje zadania społeczne. Rewitalizacja oznacza złożony proces zmian przestrzennych, technicznych, budowlano-architektonicznych, urbanistycznych, powiązanych ze zmianami społecznymi, gospodarczymi, podejmowanymi w interesie publicznym, których celem jest wyprowadzenie obszaru z sytuacji kryzysowej, przywrócenie mu dawnych funkcji lub wykreowanie nowych oraz stworzenie warunków do jego dalszego rozwoju”.

Zgodnie z Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie budynek użyteczności publicznej to „*budynek przeznaczony na potrzeby administracji publicznej, wymiaru sprawiedliwości, kultury, kultu religijnego, oświaty, szkolnictwa wyższego, nauki, wychowania, opieki zdrowotnej, społecznej lub socjalnej, obsługi bankowej, handlu, gastronomii, usług, w tym usług pocztowych lub telekomunikacyjnych, turystyki, sportu, obsługi pasażerów w transporcie kolejowym, drogowym, lotniczym, morskim lub wodnym śródlądowym, oraz inny budynek przeznaczony do wykonywania podobnych funkcji, za budynek użyteczności publicznej uznaje się także budynek biurowy lub socjalny*”.

Analizując te definicje, można zauważyć, że problem rewitalizacji budynków użyteczności publicznej jest tematem niezwykle obszernym i interdyscyplinarnym, obejmuje bowiem budynki o różnym przeznaczeniu pierwotnym, których stan techniczno-budowlany jest zróżnicowany, w rezultacie mają one odzyskać swoje pierwotne funkcje i/lub też zostać wykorzystane w zupełnie innym celu. Najlepsze przykłady rewitalizacji przeprowadzone w ostatnich latach Polsce to m.in. Stary Browar w Poznaniu, Manufaktura w Łodzi, a także trwająca obecnie rewitalizacja Wytwórni Wódek Koneser w Warszawie.

Prowadzenie tego procesu zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju, podanymi przez Komisję Europejską, wymaga uwzględnienia kwestii ochrony środowiska, aspektów zdrowia użytkowników oraz wygody, a także wprowadzania rozwiązań innowacyjnych. Szczegółowo te zagadnienia zostały przedstawione przez W. Terlikowskiego.

Aspekty wpływające na możliwość zachowania istniejących elementów instalacji w rewitalizowanym budynku

Podczas rewitalizacji jakichkolwiek budynków zawsze muszą być uwzględnione dwa aspekty: zaopatrzenie budynku w wodę oraz odprowadzanie ścieków. Przy projektowaniu instalacji wodociągowych i kanalizacyjnych w nowo budowanych budynkach muszą zostać wzięte pod uwagę takie elementy, jak:

- sposób zasilania budynku w wodę pitną (woda wodociągowa czy ujęcie własne),
- przygotowanie ciepłej wody użytkowej,
- rodzaje powstających ścieków (ścieki bytowe, deszczowe, inne specyficzne ścieki, np. z laboratoriów, szpitali zakaźnych itp.),
- sposób odprowadzania ścieków (sieć kanalizacyjna, własna oczyszczalnia, konieczność podczyszczania i/lub dezynfekcji ścieków przed ich wprowadzeniem do sieci kanalizacyjnej),
- wykonanie projektu instalacji zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami praktyki inżynierskiej.

W przypadku obiektów rewitalizowanych konieczna jest analiza dodatkowych uwarunkowań lub ograniczeń związanych z koniecznością dostosowania istniejącego już obiektu do jego przyszłego przeznaczenia. Należy przede wszystkim przeanalizować stan już istniejących instalacji w budynku i zastanowić się nad możliwością ich wykorzystania, co zmniejszyłoby ilość odpadów przy przebudowie. Takie podejście jest zgodne z zasadą

zrównoważonego rozwoju, ale trudne do realizacji. W budynkach użyteczności publicznej, zwłaszcza w przedwojennych, często nie ma dokumentacji, która pozwoliłaby na zapoznanie się z istniejącym już układem instalacji. Nawet jeśli dokumentacja jest dostępna, często na podstawie wizji lokalnej i rozmów z konserwatorem można zorientować się, że instalacja podlegała przeróbkom i zmianom, które nie są naniesione w dokumentach, więc rzeczywisty układ przewodów pozostaje *de facto* nieznan. Wykonanie inwentaryzacji instalacji jest natomiast procesem czasochłonnym i kosztownym, a także trudnym ze względu na brak dostępu do elementów instalacji ukrytych w stropach czy ścianach. Jeśli chcemy zachować elementy istniejącej instalacji, niezbędne jest dokładne zbadanie stanu technicznego wykorzystywanych przewodów. Jest to istotne nie tylko ze względu na możliwość występowania nieszczelności w przewodach, lecz także na konieczność bezpiecznego transportu wody pitnej do punktów czerpalnych. Należy pamiętać w tym przypadku o dwóch kwestiach:

- po pierwsze z punktu widzenia prawa woda pitna jest artykułem spożywczym, a więc materiały, które mają z nią kontakt, muszą gwarantować jej przydatność do picia,
- po drugie zdrowie ludzi jest wartością nadrzędną, niepodlegającą wycenieniu ekonomicznej i dokonywanie jakichkolwiek oszczędności kosztem zdrowia użytkowników jest nie do zaakceptowania.

Gdy projektant nie ma stuprocentowej pewności, że może w bezpieczny sposób wykorzystać istniejące elementy instalacji, projekt instalacji wodociągowej i kanalizacyjnej powstaje od podstaw. Takie podejście jest często uzasadnione ze względu na to, że przy rewitalizacji budynków następuje zmiana układu pomieszczeń, w których występują punkty czerpalne wody. Zmiana tras przewodów pozwala na zaprojektowanie bardziej zrównoważonej instalacji, dzięki czemu możliwe jest zminimalizowanie zużycia wody (zarówno zimnej, jak i ciepłej), a w związku z tym również ilości powstających ścieków i często również ograniczenie strat ciepła w instalacji - c.w.u. i cyrkulacji. Decyzja o wykonaniu nowego układu instalacji wodociągowych i kanalizacyjnych od podstaw, często droższa na etapie inwestycji, może skutkować oszczędnościami wody i energii (czyli mniejszymi kosztami) na etapie eksploatacji obiektu, a więc również można ją uznać za zgodną z zasadą zrównoważonego rozwoju.

Kwestie do rozważenia w przypadku braku możliwości zachowania pierwotnego układu instalacji

Jeśli instalacja w budynku rewitalizowanym projektowana jest w oderwaniu od pierwotnie zastanego układu przewodów, pojawiają się kolejne zagadnienia do rozważenia. Trzeba na przykład zastanowić się, co zrobić ze starą, niewykorzystaną instalacją. Demontaż istniejących przewodów może być bowiem kłopotliwy ze względu na dostęp do niektórych elementów instalacji. Może to mieć znaczenie zwłaszcza w przypadku obiektów, w których zachowały się unikatowe elementy wystroju wewnątrz, które powinny pozostać w rewitalizowanym obiekcie, a które mogłyby zostać zdewastowane podczas podejmowania prób usunięcia przewodów ukrytych za lub pod tymi elementami. Jeżeli istniejące rury nie kolidują z nowo projektowanym układem przewodów, być może racjonalnym (i czasem również tańszym) rozwiązaniem byłoby pozostawienie ich, po odcięciu ich od zasilania i ewentualnie odpowiednim zabezpieczeniu przed możliwością negatywnego oddziaływania na środowisko wewnętrzne i zewnętrzne, a także omyłkowego połączenia z nową instalacją. W przypadku obiektów o charakterze industrialnym stare elementy instalacji jako takie mogą stanowić element dekoracyjny, nadający wnętrzom niepowtarzalny charakter.

Należy również rozważyć kwestię lokalizacji pionów nowo projektowanej instalacji. W tym przypadku niezbędna jest współpraca projektanta instalacji z konstruktorem i architektem. Wytyczenie nowych tras przewodów instalacyjnych nie może bowiem ingerować w ustrój nośny budynku, konstruktor musi więc narzucić możliwe lokalizacje szachtów instalacyjnych. Jeżeli wykorzystuje się już istniejące szachty, trzeba zastanowić się, czy nowo projektowane instalacje zmieszczą się w nich, co może być szczególnie kłopotliwe, jeżeli zdecydowano się na zastosowanie w budynku innowacyjnego sposobu oszczędzania wody, jakim są instalacje dualne.

W przypadku budynków o charakterze industrialnym często architekci traktują instalacje jako element wystroju wnętrza, stąd też lokalizacja pionów może nie stanowić szczególnego problemu pod względem konstrukcyjnym, natomiast bardzo istotny staje się wówczas aspekt wizualny. Kwestia wyglądu przewodów instalacji nie może prowadzić do istotnych zmian technologiczno-technicznych w projekcie instalacji, ale może być związana np. z wyborem materiałów, z jakich będą wykonane rury. Należy wówczas zwrócić uwagę na izolację cieplną przewodów – zastosowanie atrakcyjnych wizualnie materiałów o niskiej izolacyjności będzie skutkowało dużymi stratami ciepła i wymagało zastosowania otulin, co z kolei zniweczy walory estetyczne instalacji.

Trzeba również zwrócić uwagę na aspekty związane z akustyką. W przypadku pomieszczeń, w których będzie panował hałas w związku z ich zwykłym użytkowaniem – szum wody płynącej w instalacji wodociągowej lub odgłos ścieków w instalacji kanalizacyjnej nie powinien stanowić zauważalnego problemu. Natomiast w przypadku pomieszczeń wymagających ciszy, dźwięki użytkowanej instalacji wodociągowej i/lub kanalizacyjnej mogą powodować istotny dyskomfort, dlatego należy to uwzględnić już na etapie projektowania, np. przez zwiększenie średnic w instalacji wodociągowej, co z kolei jednak wpłynie na zwiększenie kosztów inwestycji.

Wybór materiału

Wybór materiałów, z jakich wykonane będą przewody instalacji wodociągowej, nie może być uzależniony wyłącznie od walorów wizualnych. Jak już wspomniano wcześniej, woda pitna jest artykułem spożywczym. Podczas projektowania, przebudowy, eksploatacji i użytkowania instalacji nie wolno dopuścić do pogorszenia jakości wody, należy spełnić wymagania dotyczące fizyko-chemicznej i bakteriologicznej jakości wody pitnej w punktach jej poboru, zgodnie z Polską Normą [3], która określa wymagania stawiane wewnętrznym instalacjom wodociągowym do przesyłu wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Ponadto wybór materiału powinien zapewniać długi okres przydatności i minimalizację napraw dokonywanych w systemie zaopatrzenia w wodę oraz odprowadzania ścieków. Obecnie do budowy instalacji wodociągowych stosuje się tradycyjne materiały, takie jak stal czy miedź, oraz nowe, najczęściej różnego rodzaju tworzywa sztuczne [4].

Ze względów wizualnych zwykle preferowane są instalacje miedziane i stalowe, ale decyzja o ich wyborze powinna zostać podjęta z uwzględnieniem jakości wody zasilającej budynek, z uwagi na właściwości korozyjne instalacji. W przypadku przewodów wykonanych z metalu niezbędne jest jak najszybsze wytworzenie na ich powierzchni warstewki ochronnej z materiału tych przewodów i składników przepływającej wody. Zjawisko to jest przyspieszane przez korzystną wartość pH (od 7,2 do 9,5), odpowiednią twardość węglanową i brak lub niewielką zawartość wolnego dwutlenku węgla w wodzie. W przeciwnym razie istnieje zagrożenie korozją, która z kolei jest przyspieszana przez wysoką temperaturę, wysoką zawartość tlenu (powyżej 10 g/m^3) i wysoką przewodność

właściwą wody [5]. Korozyjność wody określana jest na podstawie wskaźników jakości wody, odrębnie dla każdego metalu. Wartości graniczne tych wskaźników, określające zagrożenie korozyjne metalu, podane zostały w Polskiej Normie dotyczącej wytycznych badania możliwości występowania korozji w instalacjach rozprowadzających i magazynujących wodę [6][7]. Z badań korozyjności wód wodociągowych w Polsce przeprowadzonych przez COBRTI „INSTAL” wynika, że 70% badanych wód nie spełnia kryterium korozyjności wobec stali ocynkowanych. Warszawa jest przykładem miasta, w którym korozyjność wody praktycznie wyklucza stosowanie stali w instalacjach wodociągowych - żywotność takich instalacji wynosi około 4-5 lat [4][6]. Z kolei miedź [6] jest takim materiałem, w stosunku do którego 90% wód wodociągowych nie jest korozyjna (m.in. w Warszawie), ale jest to drogi materiał. Wydawałoby się więc, że idealnym rozwiązaniem w tej sytuacji byłoby zastosowanie przewodów z tworzyw sztucznych, które nie ulegają korozji (podlegają natomiast zjawisku starzenia się), jednak mogą one nie spełniać wymagań estetycznych architekta. Ze względu na wymagania budownictwa zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju preferowane powinny być materiały, które po zakończeniu użytkowania można poddać recyklingowi.

Minimalizacja zużycia wody

Poza uwzględnieniem wymienionych kwestii i kosztów inwestycyjnych powinny zostać przeanalizowane koszty eksploatacyjne ponoszone na utrzymanie budynku już na etapie projektu instalacji wodociągowych i kanalizacyjnych. Koszty te związane będą m.in. z zakupem energii elektrycznej, np. na przygotowanie c.w.u. i pompowanie wody do wyższych części budynku, jeśli ciśnienie dyspozycyjne w sieci wodociągowej uniemożliwia zapewnienia wymaganego ciśnienia do zasilenia najbardziej niekorzystnie położonego punktu czerpalnego. W związku z tym należy wziąć pod uwagę możliwość ograniczenia zużycia wody (zarówno zimnej, jak i ciepłej). W budynkach użyteczności publicznej występuje specyficzne korzystanie z wody, charakteryzujące się używaniem tych samych przyborów sanitarnych przez wielu korzystających. Ponieważ opłata za użytą wodę nie obciąża bezpośrednio użytkownika, często trudno jest uznać ilość zużytej wody na dany cel za optymalną lub w jakikolwiek sposób uzasadnioną, dlatego też szczególnie w budynkach użyteczności publicznej powinno zwracać się uwagę na rozwiązania konstrukcyjne i charakterystyki zastosowanej armatury. Zagadnienia dotyczące tego tematu zostały przedstawione przez J. Chudzieckiego [8] i T. Laska [9], a także stały się podstawą do wykonania kalkulatora zużycia wody^{1.}

Instalacje dualne

Dość skomplikowaną metodą ograniczenia zużycia wody w budynku, wymagającą jednocześnie zaprojektowania instalacji kanalizacyjnej w systemie IV, zgodnie z normą PN-EN 12056 [10], jest wykonanie instalacji wodociągowej z rozdziałem punktów czerpalnych, do których niezbędne jest dostarczenie wody o najwyższej jakości (wody pitnej) od tych punktów, w których można wykorzystać wodę o gorszej jakości (np. wodę szarą) - zwykle do spłukiwania miski ustępowej czy pisuaru. Wzięcie pod uwagę tej metody oszczędzania wody, a czasem również i energii,

1.) *Kalkulator zużycia wody, o którym jest mowa w tekście, jest dostępny na platformie Centrum Kompetencji Pro-Akademia <http://www.bioenergiadlaregionu.eu/pl/naukowcy-dla-gospodarki-mazowsza/>*

w przypadku rewitalizacji budynków użyteczności publicznej, jest nie tylko zgodne z zasadami zrównoważonego rozwoju, lecz także zalecane przez Komisję Europejską ze względu na innowacyjność, ograniczenie zużycia wody pitnej i produkcji ścieków. Rozwiązanie to jest również warte uwagi wtedy, gdy inwestycja ma podlegać certyfikacji ekologicznej zgodnie z systemem np. brytyjskim BREEAM (*Building Research Establishment's Environmental Assessment Method*), amerykańskim LEED (*Leadership In Energy and Environmental Design*) czy niemieckim DGNB (*Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen*).

Wybrane aspekty związane z projektowaniem instalacji do powtórnego wykorzystania ścieków szarych, w nawiązaniu do kryteriów zawartych w wyżej wymienionych systemach, przedstawili J. Chudzicki i A. Malesińska [11]. Zagadnienia omówione w przytoczonym artykule są istotne głównie z punktu widzenia projektanta systemów instalacji wewnętrznych. Należy jednak zwrócić uwagę na jeszcze jeden istotny w tym systemie element, który wymaga współpracy z technologiem, a mianowicie urządzenie do oczyszczania ścieków szarych do jakości wymaganej dla wody szarej. Niestety w Polsce brakuje jakichkolwiek wytycznych technicznych, zaleceń, literatury technicznej czy doświadczeń dotyczących projektowania, wykonania i eksploatacji instalacji dualnych wykorzystujących powtórnie ścieki szare [11].

Idea instalacji dualnych polega na rozdzieleniu od siebie ścieków zawierających fekalia (tzw. ścieków czarnych, pochodzących np. z misek ustępowych i pisuarów) od pozostałych ścieków, które powstają np. w wyniku mycia rąk i ciała (tzw. ścieków szarych, pochodzących m.in. z umywalk, wanien, pryszniców, pralek). Czasem ze strumienia ścieków szarych wykluczane są dodatkowo również ścieki z kuchni (jak również pralek) [12] i włączane do strumienia ścieków czarnych, ze względu na duży ładunek zawiesiny oraz tłuszczów, dzięki czemu unika się części problemów z eksploatacją urządzeń do oczyszczania ścieków szarych. Rozdział strumienia ścieków na szare i czarne ma na celu umożliwienie powtórnego wykorzystania oczyszczonych ścieków szarych do celów, do których nie jest konieczna woda o jakości wody pitnej, czyli np. sputkiwanie miski ustępowej, pisuaru, a także podlewania terenów zielonych przy budynku, mycia samochodów, ochrony przeciwpożarowej. Zabieg ten pozwala na zmniejszenie zużycia wody w budynku o około 30% [12]. Powtórne wykorzystanie oczyszczonych ścieków szarych, czyli tzw. wody szarej, wymaga więc wykonania nie tylko dodatkowej instalacji zbierającej, lecz także rozprowadzającej wodę szarą do odpowiednich punktów czerpalnych. Ważne jest to, aby nie było możliwe połączenie elementów instalacji wody szarej i wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, dlatego też często wykonuje się je z różnych materiałów i/lub z wykorzystaniem innego systemu połączeń poszczególnych elementów i kształtek.

Specyfika ścieków szarych

Poza oszacowaniem ilości poszczególnych rodzajów wody i ścieków (w celu ich zbilansowania i oceny opłacalności wykonania instalacji dualnej) oraz projektem samego systemu przewodów zbierających ścieki i rozprowadzających wodę, bardzo istotnym elementem całego systemu jest urządzenie łączące instalację ścieków szarych i wody szarej, a więc element, którego zadaniem jest oczyszczenie ścieków szarych do jakości wymaganej dla wody szarej. Właściwy wybór najlepszej technologii zależy od wielu czynników, takich jak: przepustowość (wynikająca bezpośrednio z wielkości obiektu), końcowe zastosowanie wody szarej, czynniki socjoekonomiczne związane z kosztami wody i regionalnymi zwyczajami oraz praktykami [12]. Wybór metody oczyszczania ścieków szarych uzależniony jest również od ich jakości, która z kolei zależy od:

- charakteru budynku,
- miejscowych zwyczajów związanych z korzystaniem z wody,
- miejscowych zwyczajów związanych z korzystaniem z wody,
- jakości używanych detergentów,
- typu punktów czerpalnych (kwestia wykluczenia kuchni i ewentualnie również pralek) włączonych do instalacji ścieków szarych.

Ścieki szare charakteryzują się podobną zawartością związków organicznych jak ścieki bytowe (zmieszane ścieki szare i czarne), ale mają niższe stężenie zawieszin oraz mniejszą mętność, co oznacza, że większa część związków organicznych występuje w formie rozpuszczonej [13]. Proporcja ChZT do BZT₅ w ściekach szarych może osiągać wartość nawet 4:1 (dla ścieków bytowych przyjmuje się zwykle 2:1), co wynika z niedoboru związków biogenych, czyli związków azotu i fosforu oraz nieoptymalnej zawartości mikroelementów niezbędnych do wzrostu mikroorganizmów [13]. W przypadku standardowych ścieków bytowych przyjmuje się, że proporcja ChZT:N:P jest równa około 100:5:1, a w przypadku ścieków szarych, według różnych opracowań [12], może ona przyjmować wartości: 100:10:1, 100:20:1 czy 250:7:1. Taka rozbieżność uzyskanych wyników wskazuje na dużą zmienność jakości tych ścieków w zależności od sposobu użytkowania budynku, co można zaobserwować na przykładzie danych zestawionych w tabeli 1.

Tabela 1. Jakość ścieków szarych w wybranych budynkach.

	BZT5 [mg/l]	ChZT [mg/l]	Mętność [NTU]	N-NH3 [mg/l]	Pog [mg/l]
Wielorodzinny budynek mieszkalny	33	40	20	10	0,4
College	80	146	59	10	-
Duży college	96	168	57	0,8	2,4

Źródło: Jefferson B., Laine A., Parsons S., Stephenson T., Judd S., 1999, "Technologies for domestic wastewater recycling", *Urban Water 1* (1999), s. 285-292, Elsevier.

Dodatkowo jakość ścieków szarych powstających w danym budynku ulega dynamicznym zmianom nawet w okresie kilku godzin. Należy uwzględnić jeszcze fakt, że zmienność ilości produkowanych ścieków szarych w ciągu doby jest bardzo duża, a charakter dobowych zmian spływu ścieków szarych z instalacji w budynku może w sposób znaczący odbiegać od dobowej charakterystyki rozbioru wody szarej. Z tego względu instalacja oczyszczania ścieków szarych musi być wyposażona w zbiornik uśredniający, pozwalający na zebranie odpowiedniej ich ilości i uśrednienie jakości przed wprowadzeniem do jednostki oczyszczającej. Niezbędne jest również zastosowanie zbiornika retencjonującego wodę szarą, z którego następnie, w zależności od aktualnych potrzeb, następuje dystrybucja wody szarej do instalacji. W przypadku budynków użyteczności publicznej zbiorniki te są zwykle obliczane na dobowe zapotrzebowanie na wodę szarą w danym budynku. Czas przetrzymania ścieków szarych w zbiorniku nie

powinien być długi, ponieważ zgodnie z wynikami przytoczonymi m.in. przez J. Chudzickiego i A. Malesińską [11] po około 1 dobie ścieki te zagniwają. Zbiornik ścieków szarych powinien być więc napowietrzany, co będzie skutkowało „odświeżaniem” ścieków i jednocześnie powodowało wymieszanie zawartości zbiornika. Należy zwrócić uwagę na to, że zastosowanie zbiornika retencjonującego wodę szarą można uznać za zwiększające niezawodność użytkowania budynku w przypadku awarii i wyłączenia zasilania wody pitnej w budynku możliwe jest jednak korzystanie z sanitariatów przez osoby użytkujące budynek, nie będą one mogły jednak umyć rąk po skorzystaniu z nich, co może powodować pewien dyskomfort. W celu zapewnienia dostępu do odpowiedniej ilości wody szarej w budynku, zbiornik retencjonujący ją jest zwykle podłączony do instalacji wodociągowej i/lub do zbiornika wody deszczowej, jeżeli taki istnieje.

Wymagana jakość wody szarej

Po określeniu jakości surowych ścieków szarych, które należy poddać procesowi oczyszczania w celu ich powtórnego wykorzystania, do doboru technologii ich oczyszczania niezbędna jest znajomość wymagań odnośnie jakości wody szarej. Niestety w Polsce nie ma przepisów regulujących tego typu wymagania. Również w innych krajach brakuje jednoznacznych zaleceń, którymi można by się kierować. Na świecie obowiązują dwa rodzaje standardów, które wynikają z dwóch ideologii:

- w pierwszym przypadku przyjęto założenie, że jakość wody szarej powinna być współmierna do zastosowania i wówczas wymagania odnośnie jej jakości są takie jak dla wody kąpieliskowej, gdyż podobny jest stopień ryzyka dla użytkownika,
- w drugim przypadku natomiast podejście jest bardziej konserwatywne i ścieki szare są traktowane podobnie jak ścieki komunalne oraz przemysłowe [13].

Różnica w wymaganiach widoczna jest głównie w dopuszczalnych wartościach wskaźników bakteriologicznych (bakterie grupy coli, coli fekalne). W pierwszym przypadku dopuszcza się kilka tysięcy jednostek tworzących kolonię w 100 ml próbki, w drugim zaś wymaga się by były one na poziomie niewykrywalnym [13]. W drugim podejściu zwraca się również większą uwagę na dopuszczalne wartości wskaźników zanieczyszczeń, takich jak BZT5 i mętność.

Technologie oczyszczania ścieków szarych

Do oczyszczania ścieków szarych można zastosować zarówno metody fizyczne i fizykochemiczne, jak i biologiczne oraz połączenie obu. Na podstawie informacji przytoczonych w artykule Technologies for domestic wastewater recycling [13] można stwierdzić, że:

- wykorzystanie prostego układu dwustopniowej filtracji i chemicznej dezynfekcji skutkuje usunięciem bakterii, natomiast problemem może być zbyt wysoka mętność oraz zawartość związków organicznych w wodzie szarej,
- zastosowanie filtracji membranowej może być ryzykowne z uwagi na zjawisko foulingu, które może spowodować spadek jednostkowego przepływu powierzchniowego przez membranę o 90% po zaledwie godzinnej filtracji,

- oczyszczanie z wykorzystaniem zaawansowanych systemów filtracji skutkuje zmniejszeniem wartości wszystkich wskaźników zanieczyszczenia, ale nie pozwala na niezawodne spełnienie wymagań odnośnie jakości wody szarej (zbyt niska efektywność procesu),
- zastosowanie reaktorów z osadem czynnym nie gwarantuje stabilnej jakości wody szarej i okresowo problem może stanowić kryterium mętności i jakości bakteriologicznej,
- technologią, która działała niezawodnie i umożliwiła spełnienie wszystkich kryteriów, okazała się technologia MBR (Membrane Biological Reactor), która umożliwia wykorzystanie potencjału osadu czynnego w połączeniu z filtracją na membranie, zwykle ultrafiltracyjnej.

Decydując się na zastosowanie reaktorów wykorzystujących tlenowy osad czynny do oczyszczania ścieków szarych, należy wziąć pod uwagę niekorzystną dla mikroorganizmów jakość ścieków surowych (zachwiane proporcje związków organicznych i biogenów oraz nieoptymalną zawartość mikroelementów), co może być problematyczne zarówno na etapie projektowania reaktora, jak i mieć wpływ na jego eksploatację. Należy zwrócić również uwagę na to, że do rozwoju mikroorganizmów osadu czynnego niezbędne jest zapewnienie odpowiedniej ilości tlenu, wprowadzanego do reaktora z powietrza. Rozpuszczalność tlenu, a zwłaszcza prędkość przebiegu reakcji biochemicznych wykorzystywanych do transformacji zawartych w ściekach zanieczyszczeń, jest ściśle uzależniona od temperatury, w tym przypadku mieszaniny ścieków i osadu czynnego.

Dla komunalnych oczyszczalni ścieków projektowanych w Polsce przyjmuje się do obliczeń temperatury: 10°C, 12°C i 20°C (odpowiednio dla okresu zimowego, standardowego obliczeniowego i okresu letniego). Zakłada się bowiem, że w sieci kanalizacyjnej ścieki ulegną wychłodzeniu. Wartości temperatury właściwe do uwzględnienia w obliczeniach oczyszczalni zasilanych z zewnętrznej sieci kanalizacyjnej mogą nie być odpowiednie dla reaktora biologicznego połączanego z instalacją ścieków szarych. Należy bowiem uwzględnić to, że zasilanie reaktora wydzieloną frakcją ścieków szarych o temperaturze ponad 30°C, bliskość źródła ścieków i umieszczenie całości przewodów oraz reaktora wewnątrz budynku spowodują, że temperatura obliczeniowa w tym przypadku powinna być wyższa, co niestety może negatywnie przełożyć się na wielkość urządzeń i zużycie przez nie energii elektrycznej, a więc i koszty. Ponadto zaprojektowanie reaktora w niekonwencjonalnej jak na dziś technologii MBR zasilanych z niekonwencjonalnej instalacji kanalizacyjnej ścieków szarych przy niekonwencjonalnie wysokiej temperaturze jest zadaniem wymagającym bardzo dużego doświadczenia i wiedzy, a w rezultacie przyjęcia bardzo wysokich współczynników bezpieczeństwa do doboru urządzeń napowietrzających. Nie jest bowiem możliwe przełożenie parametrów określonych dla technologii klasycznej, niezbędnych do obliczeń reaktorów biologicznych, z uwagi na to, że w większości dostępnych danych i wytycznych technicznych ich zakres stosowalności dotyczy wartości temperatury maksymalnie do 20°C. Dlatego też zwłaszcza przy połączeniu instalacji dualnych z biologicznym reaktorem do oczyszczania ścieków szarych należałoby szczególnie zwrócić uwagę na zaproponowaną przez J. Chudzińskiego [8] możliwość wykorzystania ciepła ze ścieków szarych, np. do wstępnego podgrzania wody ciepłej, co przyniosłoby podwójny zysk z jednej strony zmniejszenie zapotrzebowania na energię do podgrzewu wody ciepłej w budynku, z drugiej zaś obniżenie temperatury ścieków szarych i uzyskanie wyższej efektywności napowietrzania przy jednoczesnej redukcji zużycia energii na ten cel.

Przykład obliczeniowy reaktora MBR do oczyszczania ścieków szarych

Aby te rozważania zilustrować przykładem, podjęto próbę obliczeń reaktora na podstawie danych z budynku użyteczności publicznej, opisanego w artykule Badania zapotrzebowania na wodę wybranego budynku użyteczności publicznej [14], oraz założeń poczynionych przez autorkę, niezbędnych do obliczeń (obliczenia należy więc uznać za hipotetyczne). Na podstawie informacji przytoczonych w publikacji [14] przyjęto następujące wartości dobowego średniego zapotrzebowania na wodę oraz liczbę osób z danej grupy:

- pracownicy (7 dni w tygodniu) - $98,7 \text{ dm}^3 / (\text{d osobę})$ - 55 osób,
- studenci studiów dziennych (5 dni w tygodniu) - $9,6 \text{ dm}^3 / (\text{d osobę})$ - 750 osób,
- studenci studiów zaocznych (2 dni w tygodniu) - $17,5 \text{ dm}^3 / (\text{d osobę})$ - 250 osób.

Następnie z wykorzystaniem kalkulatora do obliczeń zużycia wody, przy założeniu charakterystyki punktów czerpalnych oraz częstości korzystania z poszczególnych przyborów sanitarnych w taki sposób, aby uzyskać powyższe wartości, określono ilość powstających ścieków z podziałem na ścieki szare i czarne, a także zapotrzebowanie na wodę szarą. Wyniki przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Ilość ścieków oraz wody szarej dla budynku użyteczności publicznej.

	Ścieki [m^3/d]		Zapotrzebowanie na wodę [m^3/d]			
	ścieki czarne	ścieki szare	szarą	zimną	wodociągową ciepłą	SUMA
Instalacja standardowa	18,86		Brak	12,16	6,70	18,86
Instalacja dualna	12,13	6,73	6,73	5,43	6,70	12,13

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie powyższych danych można stwierdzić, że w tym hipotetycznym przypadku (brak rzeczywistych danych odnośnie konstrukcji i charakterystyki elementów wpływających na wielkość poboru wody - baterii czerpalnych, płuczek zbiornikowych, zaworów pisuarowych) dobowa ilość powstających ścieków szarych przekracza niemal dwukrotnie zapotrzebowanie na wodę szarą, a zastosowanie instalacji dualnej pozwoliłoby na zmniejszenie zużycia wody wodociągowej o 36%. Wartość ta jest wyższa od przytoczonej wcześniej (30%), co może wynikać z przyjętych założeń. W obliczeniach w strumieniu ścieków czarnych uwzględniono jedynie ścieki ze spłukiwania misek ustępowych i pisuarów, a pozostałe uznano za ścieki szare. Z uwagi na to, że w budynku są laboratoria, również ścieki, które w nich powstają, nie powinny być włączone do instalacji ścieków szarych, ze względu na niebezpieczeństwo zrzutu (w przypadku zaistnienia sytuacji awaryjnej) niebezpiecznych chemikaliów.

Wykonano obliczenia dla reaktora MBR do oczyszczania ścieków szarych, których jakość przyjęto zgodnie z danymi przedstawionymi w tabeli 1 dla college'u, oraz dla całości ścieków usuwanych z budynku o jakości odpowiadającej średnim stężeniom zanieczyszczeń w ściekach bytowo-gospodarczych określonym przez Z. Heidricha i A. Witkowskiego [15]. W obu wariantach założono takie same wartości podstawowych parametrów technologicznych: temperatura obliczeniowa 20°C , stężenie suchej masy osadu 12 g/l oraz wiek osadu - 25 dni.

Na podstawie uzyskanych wyników dokonano doboru modułów membranowych (membrany płytowe) oraz dmuchaw z katalogów wybranych producentów, przy czym w obu wariantach był to ten sam typ modułów i typoszereg dmuchaw. Uzyskane wyniki oraz wartości wynikające z doboru podstawowych elementów reaktorów zestawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Porównanie wyników obliczeń reaktorów MBR do oczyszczania ścieków zmieszanych i szarych z budynku użyteczności publicznej.

	Jednostka	Instalacja standardowa	Instalacja dualna
Przepustowość reaktora	[m ³ /d]	18,86	6,73
Ładunek BZT ₅ w ściekach surowych	[kg/d]	7,54	0,54
Rodzaj ścieków	-	bytowe (szare i czarne)	szare
Objętość reaktora	[m ³]	12,6	0,7
Wymagana ilość powietrza do przeprowadzenia procesu oczyszczania (do czyszczenia membran)	[Nm ³ /h]	73 (20)	45,5 (12)
Moc silnika dmuchawy	[kW]	3 (2 szt. każda 1,5 kW)	2,2 (1 szt.)

Źródło: opracowanie własne.

Zgodnie z przewidywaniami instalacja do oczyszczania całości ścieków z budynku wymaga zastosowania dużo większego (18-krotnie) reaktora i urządzeń napowietrzających o większej mocy niż w przypadku oczyszczalni ścieków szarych. Jednak w przypadku instalacji standardowej oczyszczeniu podlega 3-krotnie większa ilość ścieków, niosąca ze sobą 14-krotnie wyższy ładunek zanieczyszczeń organicznych, czyli jednostkowe zużycie energii dla reaktora do oczyszczania ścieków szarych jest wyższe. Na uwagę zasługuje to, że w przypadku obliczeń reaktora MBR dla ścieków szarych uzyskano wyniki zbliżone z danymi producenta gotowych oczyszczalni tego typu, który w swojej ofercie ma reaktor membranowy o przepustowości 7,5 m³/d i objętości 1 m³ (sumarycznie 3 m³ z uwzględnieniem zbiorników retencyjnych ścieków szarych i wody szarej).

Analizując powyższe wyniki, należy wziąć pod uwagę wcześniej zasygnalizowany problem związany z temperaturą ścieków zasilających te urządzenia. W przypadku całkowitej ilości ścieków z budynku ich temperatura (bez uwzględnienia strat ciepła w instalacji kanalizacyjnej) byłaby równa 27°C, natomiast ścieki szare zbierane osobno miałyby temperaturę o 10°C wyższą. Przy tak wysokiej temperaturze medium zasilającego reaktor przewymiarowanie urządzeń napowietrzających dwukrotnie w stosunku do wartości obliczonych dla temperatury 20°C nie gwarantuje wymaganej do przebiegu reakcji biochemicznych ilości tlenu. Korzystne byłoby więc odebranie ze ścieków nadmiaru ciepła, np. w celu wstępnego podgrzania ciepłej wody. W związku z tym, że wartość jednostkowego przepływu przez powierzchnię membrany jest również uzależniona od temperatury (w tym przypadku wysoka temperatura jest korzystna), za wartość optymalną można uznać temperaturę 20°C. Uzyskanie

tej temperatury wymagałoby więc ochłodzenia ścieków zmieszanych o 7°C, a ścieków szarych o 17°C. W analizowanym przypadku całkowita teoretyczna ilość ciepła możliwa do uzyskania ze schłodzenia 18,86 m³/d ścieków zmieszanych jest równa 553 MJ/d, podczas gdy dla 12,13 m³/d ścieków szarych wartość ta jest równa 864 MJ/d, czyli ponad 1,5 razy więcej. Dobowe zapotrzebowanie na wodę ciepłą dla budynku jest stałe, niezależnie od zastosowanego systemu instalacji i równe 6,70 m³/d. Do podgrzania takiej ilości wody z 10 do 60°C potrzebne jest 1404 MJ/d. Jak łatwo obliczyć (teoretycznie, bez uwzględnienia strat ciepła), w przypadku instalacji dualnej możliwe byłoby pokrycie maksymalnie 61% zapotrzebowania na ciepło, podczas gdy w przypadku instalacji standardowej - 39%. Realna możliwość wykorzystania ciepła ze ścieków jest uwarunkowana zastosowaniem wymiennika ciepła o wysokiej sprawności i konstrukcji, umożliwiającego pracę ze ściekami niosącymi ze sobą zanieczyszczenia również w formie zawiesin, włosów itp., np. takiego, które zostało dostosowane do pracy ze ściekami szarymi z pływalni [16].

Podsumowanie

Z przytoczonych powyżej rozważań wynika, że zastosowanie instalacji dualnych w przypadku rewitalizacji budynków użyteczności publicznej jest rozwiązaniem zgodnym z zasadami zrównoważonego rozwoju z uwagi na zmniejszenie zużycia wody pitnej, ograniczenie ilości powstających ścieków oraz oszczędność energii na przygotowanie c.w.u., a także możliwość zagospodarowania wody deszczowej w charakterze awaryjnego zasilania w wodę szarą. Oszczędności te można zwiększyć poprzez zastosowanie wodooszczędnej armatury oraz odpowiednie zaprojektowanie instalacji, włącznie z racjonalnym doбором materiału przewodów. Rozwiązanie to można również uznać za pożądane przez Komisję Europejską ze względu na innowacyjność zarówno samego systemu instalacji, jak i współpracującego z nim urządzenia do oczyszczania ścieków szarych. Do głównych wad stosowania nowych i rzadkich rozwiązań należy brak doświadczeń i wytycznych projektowych w tym zakresie. Powstaje więc przestrzeń do intensywnej współpracy między projektantami i wykonawcami a przedstawicielami nauki. W Polsce brakuje przepisów prawnych regulujących zastosowanie i wymagania związane z eksploatacją instalacji tego typu, co jest kolejną istotną przeszkodą we wdrażaniu tego rozwiązania. Należy również zauważyć, że nawet w przypadku dużych inwestycji projektowanie oraz wykonawstwo instalacji wodociągowych i kanalizacyjnych jest zwykle realizowane przez małe i średnie przedsiębiorstwa, będące podwykonawcami dużych firm budowlanych obsługujących kontrakt. Jeżeli wykorzystanie innowacyjnego rozwiązania, np. w postaci instalacji dualnej, nie jest ogólnie wymagane przez inwestora (np. z uwagi na chęć uzyskania certyfikatu), problemem projektantów jest często przekonanie inwestora do zastosowania rozwiązania droższego na etapie inwestycji, które jednak zwróci się w niedługim czasie i następnie zacznie skutkować wymiernymi oszczędnościami finansowymi. Bardzo ważne jest więc tworzenie takich narzędzi, dzięki którym możliwa byłaby taka analiza i możliwość przedstawienia konkretnych danych zlecciodawcy.

Literatura

- [1]. Terlikowski W., *Rewitalizacja budynków użyteczności publicznej zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju*, „Materiały Budowlane” 2013 nr 5 (489).
- [2]. *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie* (Dz. U. Nr 75, poz. 690, ze zm..
- [3]. *Wymagania dotyczące wewnętrznych instalacji wodociągowych do przesyłu wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi*, cz. 1-5, PKN, PN-EN 806.
- [4]. Chudzicki J., Sosnowski S., *Instalacje wodociągowe. Projektowanie, wykonanie, eksploatacja, wydanie trzecie poprawione i uzupełnione*, Warszawa 2011.
- [5]. Gañner A., *Instalacje sanitarne. Poradnik dla projektantów i instalatorów*, Warszawa 2008.
- [6]. Górecki A., *Korozyjność wody wodociągowej podstawą wyboru materiału instalacji. Materiały konferencyjne, IV Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna Instalacje wodociągowe i kanalizacyjne - projektowanie, wykonanie, eksploatacja, Warszawa-Dębe, Warszawa 2011.*
- [7]. *Ochrona materiałów metalowych przed korozją -- Wytyczne do oceny ryzyka wystąpienia korozji w systemach rozprowadzania i magazynowania wody*, cz. 1-5, PKN, PN-EN 12502.
- [8]. Chudzicki J., *Techniczne możliwości oszczędzania wody i energii w budynkach użyteczności publicznej. Materiały konferencyjne, IV Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna Instalacje wodociągowe i kanalizacyjne projektowanie, wykonanie, eksploatacja, Warszawa-Dębe, Warszawa 2011.*
- [9]. Lasek S., *Oszczędzanie wody a armatura sanitarna, [w:] Instalacje wodociągowe i kanalizacyjne projektowanie, wykonanie, eksploatacja, t. 1, Warszawa 2013.*
- [10]. *Systemy kanalizacji grawitacyjnej wewnątrz budynków*, cz. 1-2, PKN, PN-EN 12056:2002.
- [11]. Chudzicki J., Malesińska A., *Wybrane aspekty dotyczące projektowania instalacji do powtórnego wykorzystania ścieków szarych w budynkach, [w:] Instalacje wodociągowe i kanalizacyjne projektowanie, wykonanie, eksploatacja, t. 1, Warszawa 2013.*
- [12]. Jefferson B., Palmer A., Jeffrey P., Stuetz R., Judd S., *Grey water characterization and its impact on the selection and operation of technologies for urban reuse*, „Water Science Technology” 2004, nr 2 (50), s. 157164.
- [13]. Jefferson B., Laine A., Parsons S., Stephenson T., Judd S., *Technologies for domestic wastewater recycling*, „Urban Water” 1999, nr 1, s. 285-292.
- [14]. Kowalska B., Kowalski D., Kwietniewski M., *Badania zapotrzebowania na wodę wybranego budynku użyteczności publicznej, [w:] Instalacje wodociągowe i kanalizacyjne projektowanie, wykonanie, eksploatacja, t. 1, Warszawa 2013.*
- [15]. Heidrich Z., Witkowski A, *Urządzenia do oczyszczania ścieków. Projektowanie, przykłady obliczeń, wydanie drugie, Warszawa 2010.*
- [16]. Piechurski F., Piechurska A., *Możliwości oszczędności i odzysków wody oraz ciepła na przykładzie rozwiązania instalacji w krytych pływalniach. Materiały konferencyjne, IV Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna Instalacje wodociągowe i kanalizacyjne projektowanie, wykonanie, eksploatacja”, Warszawa-Dębe, Warszawa 2011.*

ABSTRACT

The text presents a number of issues that need to be taken into account while designing water and sewage systems in the revitalized public buildings. The successive actions of the designing process are traced, and so depending on the condition of the building the possibility of using existing components of the system is considered. Issues that should be taken into account when designing a new system in a building are described, as well as the problem of selection of materials. Another part of the text is devoted to issues related to the reduction of water consumption in a building, and particular attention is paid to the dual systems. The specific characteristics of grey water and the problems to be solved in the design of grey water treatment equipment are described. The last part of this text is an example of the calculation of the membrane biological reactor to recycle gray water in a selected public building.

Keywords: *water supply and sewage systems inside the building, dual systems, grey water, membrane biological reactor (MBR)*

Dr inż. Sławomir Bielecki,
Politechnika Warszawska, Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa

16. Sieć elektroenergetyczna budynku

Electric Power Network in Building

STRESZCZENIE

Poprawa efektywności energetycznej i racjonalizacja użytkowania energii elektrycznej w obiekcie budowlanym to wyzwania XXI wieku. Zgodnie z ustawą o prawie energetycznym (art. 51 pkt. 3) instalacje i urządzenia elektroenergetyczne należy eksploatować w sposób zapewniający racjonalne oraz oszczędne zużycie energii. Rozdział porusza kwestie dotyczące użytkowania energii elektrycznej w kontekście rewitalizacji instalacji elektrycznej budynku użyteczności publicznej.

Słowa kluczowe: instalacja elektryczna, sieć elektroenergetyczna, rewitalizacja, budynek

Wstęp

Dostarczanie energii elektrycznej do odbiorników w budynku odbywa się poprzez układ przewodów (kabli) ze sprzętem elektroinstalacyjnym i urządzeniami pomocniczymi, tworzącymi tzw. wewnętrzną sieć elektroenergetyczną. Część niskonapięciowa tej sieci nazywana jest instalacją elektryczną, która obejmuje też zasilanie awaryjne. Desygnatem sieci elektroenergetycznej budynku jest instalacja elektryczna.

Moc pobierana przez budynki publiczne z reguły nie przekracza 5MW. Instalacje elektryczne o poborze do 250kW są zasilane napięciem niskim i połączone z siecią dystrybucyjną za pomocą złącz. Budynki o poborze ponad 0,25 MW zasilane są z sieci o średnim napięciu z własnych stacji transformatorowo-rozdzielczych. Stacje te powinny być umieszczane najbliżej środka obciążenia. Pomieszczenie przeznaczone dla stacji może być lokalizowane wewnątrz budynku (stacje wbudowane lub przybudowane) lub na zewnątrz (wolnostojące).

W budynkach wymagających zwiększonej niezawodności dostaw energii zasilanie z sieci powinno być realizowane z dwóch różnych kierunków zasilania. Niezbędne jest też instalowanie własnych źródeł (UPS, agregaty, tandem). Dzięki instalacji mikroźródeł energii i układom akumulatorów można zbudować kolejny stopień podnoszący pewność zasilania. Pojawienie się źródeł rozproszonych w budynkach może powodować problemy z przyłączeniem ich do sieci nieprzygotowanej do odbioru energii na niskim napięciu [15]. W obecnie obowiązujących instrukcjach ruchu i eksploatacji sieci dystrybucyjnej brakuje wytycznych dla wytwórców małej mocy.

W nowoczesnych, rewitalizowanych budynkach efektywnym może okazać się poprowadzenie (umożliwiająca dwukierunkowy przepływ energii) dwóch typów instalacji: zmiennoprądowej oraz, dla wybranych odbiorników (np. teleinformatycznych, sterowania, okablowania strukturalnego) stałoprądowej [4].

Elementy sieci elektroenergetycznej nowoczesnego budynku można podzielić na:

- odbiorniki (DC i AC),
- mikroźródła energii,
- zasilacze awaryjne,
- urządzenia magazynujące energię,
- układy adaptacji parametrów jakości energii elektrycznej,
- aparaty, osprzęt, okablowanie,
- układ sterowania, kontroli i pomiarów.

Całość powinna być nadzorowana przez hierarchiczny system zarządzania energią oparty na technologii BMS i SCADA z modułem optymalizującym zużycie w ramach elastycznej taryfy i programu DSM.

Instalacja elektryczna budynku może ewoluować w kierunku autonomicznej mikrosieci, która może współpracować z systemem elektroenergetycznym w ramach sieci inteligentnej (SmartGrid B2G). Możliwe będzie wówczas utworzenie sieci współpracujących dla małych OZE. Efektywne zarządzanie instalacją dzięki systemowi monitoringu i zdalnego odczytu. Wymaga to przeprowadzenia zmian organizacyjnych w zarządzaniu krajowym systemem energetycznym, udoskonalenia infrastruktury i wprowadzenia elastycznych taryf.

Stan instalacji

Kategorie brane pod uwagę przy ocenie stanu infrastruktury elektrycznej budynku można podzielić na następujące grupy:

- bezpieczeństwo użytkownika: porażenie, ochrona przed prądami przeciążeniowymi i zwarciovymi, przepięcia łączeniowe oraz przepięcia od wyładowań atmosferycznych, skutki cieplne;
- funkcjonalność i niezawodność: liczba urządzeń na jeden obwód dostosowana do obciążalności długotrwałej, ciągłość i ergonomia instalacji, dostępność, odporność na uszkodzenia mechaniczne i czynniki środowiskowe. (np. wilgoć, temperatura, promieniowanie);
- estetyka i uporządkowanie instalacji.

Informacje na temat metod sprawdzania instalacji w budynkach można znaleźć w licznych opracowaniach [6], [5], [17], w tym także informacje na temat przebudowy instalacji elektrycznych w budynkach [11], [18].

Pierwszy krok przy planowaniu modernizacji instalacji elektrycznej to ustalenie wieku urządzeń infrastruktury [13]. Sprawność (i efektywność energetyczna) każdego z urządzeń może drastycznie zmaleć po upływie przewidzianego

okresu żywotności (tabela 1). Na starzenie się komponentów instalacji mają wpływ również czynniki środowiskowe: wilgoć, temperatura otoczenia, zabrudzenia. Oceniając zaawansowanie procesu degradacji urządzeń i instalacji, należy wziąć pod uwagę jakość procedur utrzymania i konserwacji.

Tabela 1. Okresy żywotności komponentów instalacji elektrycznej.

Urządzenie	Szacowana żywotność w latach
Kondensator	17
Wyłączniki kompaktowe nadprądowe) nn	20
Wyłączniki obwodów nn obwodów SN próżniowe SN	15-20
Transformatory klasyczne	20
Transformatory olejowe	30
Dławiki bezolejowe	20
Kable SN inn	20
Silniki i ich układy rozruchowe	20-30
Falowniki i zasilacze UPS	20

Źródło: Ożadowicz A. (red.), Peeran S. M., Vecchiarello M., Romeo J., *Modernizacja sieci zasilających w obiektach budowlanych. Inteligentny Budynek Nr 2/2011, 46-51.*

Dane z tabeli 1 odnoszą się do normalnych warunków eksploatacji. Warto wziąć pod uwagę, że [13]:

- żywotność materiału izolacyjnego zmniejsza się o połowę ze wzrostem temperatury o każde 10oC powyżej maksymalnej temperatury pracy,
- ciepło wydzielane przez przepływ prądu może powodować powstanie pęcherzyków gazu w strukturze izolacji, a wnikająca wilgoć spowoduje uszkodzenia,
- pomiary wytrzymałości materiału izolacyjnego nie gwarantują odpowiedniej oceny jego właściwości elektrycznych, wskazane są pomiary rezystancji i specjalistyczne testy, wiek kabla można oszacować za pomocą spektrografii akustycznej,
- stan izolacji w silnikach można oceniać na podstawie standardu IEEE 43 (test udarowy, rezystancji izolacji, indeks polaryzacji),
- baterie kondensatorów są narażone na oddziaływania z sieci (przebiegi, przebiegi nieustalone),
- w transformatorach najszybciej degradacji ulega ciecz dielektryczna,
- w wyłącznikach sprężyny zachowują swoją sprężystość i siłę działania, czynnikiem ograniczającym są tracące z czasem swoje właściwości smary, co spowalnia reakcję układu mechanicznego,
- styki w większych wyłącznikach są wymienne, stan styków oceniać można termowizją i je testować.

Możliwości podwyższenia efektywności użytkowania energii elektrycznej

Oświetlenie

W obiektach biurowych oświetlenie odpowiada za ok. $1/3$ zużycia energii elektrycznej, a w budynkach szkolnych od 28 do 62% [8],[19]. Rzeczywistą wartość zużycia energii na cele oświetleniowe w danym roku w kWh można wyznaczyć ze wzoru [14]:

$$W = \frac{P_r \cdot A \cdot t_{ra}}{1000} \cdot \frac{E \cdot A^2 \cdot t_{ra}}{1000 \cdot \epsilon_{os} \cdot u}$$

gdzie:

- P_r - rzeczywista jednostkowa moc opraw [W/m²]
- A - powierzchnia robocza [m²]
- t_{ra} - rzeczywisty roczny czas użytkowania instalacji [h]
- E - eksploatacyjne natężenie oświetlenia na powierzchni roboczej [lx]
 - skuteczność świetlna z uwzględnieniem strat mocy [lm/W]
- ϵ_{os} - sprawność oświetlenia
 - współczynnik utrzymania

W obiektach użyteczności publicznej wydatki na oświetlenie stanowią większość kosztów bieżącej eksploatacji. Czynnikiem racjonalizującym użytkowanie energii elektrycznej przeznaczonej na oświetlenie jest inteligentny system sterowania (np. protokół DALI). Systemy sterowania i zarządzania oświetleniem pozwalają na osiągnięcie oszczędności energii do 75% [7]. Układ sterująco-pomiarowy może monitorować zużycie energii, podając informacje o jej składowych oraz rejestrować inne parametry eksploatacyjne opraw, źródeł światła i zasilania, łącząc dotychczas stosowane elementy sterowania i zabezpieczeń, współtworząc rozproszony system pomiarowy.

Podział opraw w pomieszczeniu na sekcje załączane oddzielnym łącznikiem zwiększy stopień regulacji. Jeżeli stosowane są konwencjonalne świetlówki, warto zastosować efektywniejszy (do 30%) układ o wysokiej częstotliwości, eliminujący efekt migotania. Zalecane są oprawy świetlówkowe ze statecznikiem elektronicznym, o mniejszym zużyciu niż ze statecznikiem indukcyjnym. Oprawy bez kompensacji pobierają moc bierną, co może przyczynić się do strat energii.

Wydzielane ciepło wpływa na poprawność pracy układów elektronicznych. Odprowadzenie ciepła ma znaczenie dla żywotności i wydajności opraw ze złączami LED (utrzymanie strumienia światła). Źródłem zbyt wysokiej temperatury może być zasilanie dużym prądem, złe odprowadzanie ciepła do otoczenia, temperatura otoczenia [7]. Pośrednie pomiary wartości natężenia prądu na wejściu i wyjściu przekształtnika oraz źródeł LED, także temperatury obudowy i podłoża, pozwolą na ocenę strat energii w obwodzie.

Sprzęt biurowy

Elektroniczne urządzenia biurowe zużywają od 5 do 15% energii elektrycznej [8]. W budynkach uniwersyteckich zużycie to jest na poziomie 7% [1]. Zaleca się stosowanie sprzętu z trybami pracy oszczędnościowej i wyłączanie urządzeń na czas bezczynności. Sprzęt elektroniczny (energoelektroniczny) charakteryzuje się negatywnym

wpływem na jakość energii w sieci zasilającej (odkształcenia, wahania), dlatego stosuje się kompensatory, filtry, prostowniki, falowniki. Zła jakość energii elektrycznej może przyczynić się do powstania strat [9][10][12]. W przypadku rozległej sieci teleinformatycznej należy stosować dedykowane obwody instalacji [4]. Wybierając sprzęt, warto również kierować się granicą jego odporności na zmiany napięcia [2].

Silniki i napędy

Silniki elektryczne w klimatyzatorach mogą stanowić w budynku biurowym 8% całkowitego zużycia energii elektrycznej [16]. Podobną ilość zużywają silniki w układach pompowych i windach. Przy obciążeniu 70-80% sprawność silnika jest z reguły stabilna i zaczyna spadać przy obciążeniu między 50 a 70%, a także między 80 a 100%, a jest optymalna, gdy pracuje on na napięciu w zakresie $\pm 10\%$ napięcia znamionowego. Układ zasilania powinien być więc sztywny i stabilny.

Według CEMEP i Komisji Europejskiej rozróżnia się kategorie sprawności dotyczące silników 2- i 4-biegunowych: EFF1, EFF2 i EFF3. Norma IEC wprowadza klasy sprawności silników o mocy od 0,75 kW do 375 kW: IE1 (standardowy), IE2 (o wysokiej sprawności), IE3 (premium), IE4 (super premium). Silniki wysokosprawne są o ok. 2 punkty procentowe efektywniejsze niż standardowe. Silniki przewijane tracą średnio 0,5 punktu procentowego po każdej z napraw.

Jeżeli w obiekcie wykorzystuje się wiele maszyn elektrycznych, warto wdrożyć program zarządzania zasobami, składający się z:

- wykazu silników, obejmującego informacje techniczne i eksploatacyjne o każdej maszynie w podziale na obszary logiczne obiektu,
- profili czasowych obciążenia zawierających informacje o godzinach pracy, obciążeniach i sprawności. Na podstawie programu można optymalnie planować wymianę maszyn, kontrolować koszty i oszczędności.

Poprawę efektywności użytkowania energii przez silniki i napędy można osiągnąć przez:

- wymianę silników niedociążonych (przewymiarowanych) na silniki o mniejszej mocy i wyższej sprawności,
- instalację napędów częstotliwościowych jako regulatorów,
- właściwe gospodarowanie: unikanie pracy jałowej, regularne przeglądy sprzętu i jakości energii elektrycznej.

Roczne oszczędności dzięki wymianie silnika na sprawniejszy można wyznaczyć ze wzoru:

$$O = P_r \cdot t_{ra} \cdot K \cdot \frac{100}{std} \cdot \frac{100}{HE}$$

gdzie:

- P_r - moc znamionowa silnika [kW]
- średnia sprawność silnika [%]
- std - sprawność pracującego silnika [%]
- HE - sprawność nowego silnika [%]
- t_{ra} - czas pracy w roku [h]
- K - koszt energii [zł/kWh]

Oszczędność energii przy wykorzystaniu napędów częstotliwościowych zależy od rodzaju momentu obrotowego. Pobór energii przez napędy o stałym momencie obrotowym maleje właściwie liniowo z malejącą prędkością, a w przypadku napędów zmiennie-obrotowych maleje z kwadratem prędkości. Zastosowanie napędów częstotliwościowych powinno być rozważone zwłaszcza w przypadku pomp, wentylatorów, sprężarek i przenośników. Wskazane jest też zamontowanie napędów o regulowanej częstotliwości dla stałej liczby urządzeń.

Elektroniczny napęd VSD składa się z przetwornika AC/DC, łącza DC z filtrem i falownika. VSD ma funkcje softstartu (ograniczenie wahań napięcia i prądów rozruchowych). Nie wszystkie silniki nadają się do współpracy z VSD (kształt wynikowej krzywej napięcia), VSD może ponadto generować harmoniczne zakłócenia (trzeba stosować filtry). Konwersja prądu AC/DC/AC wymaga energii, a sprawność napędu VSD wynosi ok. 92-95%.

Instalacja elektryczna

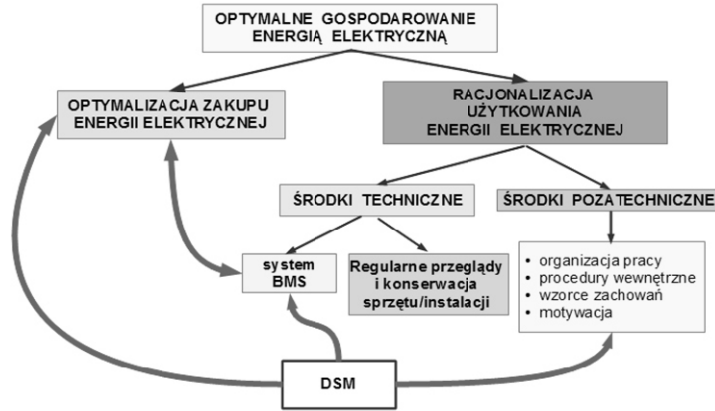
Cała instalacja elektryczna w budynku powinna być poddawana okresowym przeglądom w ramach audytu. Urządzenia termograficzne mogą być pomocne przy określaniu luzów na połączeniach wszystkich paneli elektrycznych, stanu połączeń silników, a także rozłączeń na przewodach. Nowe rozwiązania dotyczące zarządzania siecią pozwalają na podział gniazd podłączonych do sprzętu UPS na osobne segmenty obciążeniowe, monitorowane i administrowane indywidualnie. W rozdzielni straty energii wydzielającej się jako ciepło mogą być konsekwencją zmian temperatury, drgań i innych czynników prowadzących do pogorszenia się połączeń śrubowych, styków odłączników i podstaw bezpiecznikowych. Brak przeglądów i pomiarów pirometrycznych lub termograficznych może prowadzić do niepotrzebnych awarii. Brak ciągłego monitoringu rozdzielni, w tym temperatury pomieszczenia (maks. 25°C) może prowadzić do nagrzania elementów (do 200°C). Optymalne obciążenie transformatora to przedział 40-60% mocy nominalnej. Jeśli w jednej rozdzielni pracuje więcej transformatorów o obciążeniu poniżej 20%, warto zamienić je na jeden. Analiza i poprawa jakości energii elektrycznej przyczynia się do ograniczenia strat [10].

Optymalne gospodarowanie energią elektryczną

Korzyści ekonomiczne dla użytkowników budynku mogą zostać osiągnięte w następujących obszarach:

- zmniejszenie zużycia energii w aspekcie ilościowym przy zachowaniu funkcjonalności budynku (racjonalizacja),
- optymalizacja zakupu energii.

Środki służące do optymalnego gospodarowania energią elektryczną można podzielić na środki techniczne i pozatechniczne, które wzajemnie na siebie oddziałują (rysunek 1). Środki techniczne obejmują wszelkie działania zmierzające do ograniczenia strat energii, w tym podwyższenia sprawności urządzeń, dobór odpowiedniego układu sterowania, kompensację mocy biernej i poprawę jakości energii. Środki pozatechniczne obejmują głównie procedury postępowania, system zachęt do właściwych zachowań użytkowników, odpowiednią organizację pracy i przestrzeni. Z tą problematyką związane jest zagadnienie wdrożenia systemów zarządzających energią w budynku (EMS/BMS Energy/Building Management System). System ten ma za zadanie integrować kontrolę nad działaniami urządzeń w ramach infrastruktury budynku. Podstawowe zadania systemu to monitorowanie, regulowanie i informowanie (alarmowanie) [3]. System BMS jest trzonem inteligentnej instalacji elektrycznej i łączy elementy BACS (Building Automation and Control System) oraz TBM (Technical Building Management).



Rysunek 1. Diagram relacji racjonalnego gospodarowania energią elektryczną.
Źródło: opracowanie własne.

Jak pokazują badania, zastosowanie mechanizmów automatyki BACS przynosi oszczędności w ostatecznym zużyciu energii na poziomie 4060% dla oświetlenia, 2530% dla ogrzewania, a także od 20-45% dla wentylacji (AGH, HochschuleBiberbach).

Dla budynków użyteczności publicznej wyposażonych w system BMS przeznaczone są instalacje z możliwością zastosowania znacznej liczby urządzeń magistralnych (co najmniej kilkunastu tysięcy), w których zachodzi konieczność integracji różnorodnych systemów sterowania. Są to więc instalacje inteligentne z grupy HBES (Home and BuildingElectronic Systems), które powstały z myślą o szkołach, szpitalach, średniej wielkości biurach oraz grupie BAC (Building Automation and Control), przeznaczonych dla większych biurach, hoteli, uczelni wyższych i kompleksów budynków.

Integralną częścią systemu automatyki budynkowej są układy pomiarowe, umożliwiające regularny pomiar wielkości wpływających na zapotrzebowanie na energię oraz jej zużycie oraz pomiar parametrów energii elektrycznej. Pomiary powinny być archiwizowane i analizowane. Na ich podstawie należy wyciągać wnioski dotyczące działania sieci w budynku. Pożądaną innowacją jest integracja systemu pomiarowego z systemem rozliczeniowym dostawcy energii elektrycznej, która umożliwia automatyczny i dynamiczny dobór taryfy, wykorzystując ideę smart metering.

Dzięki całościowemu opomiarowaniu instalacji i możliwości niezawodnej transmisji danych zachodzi interakcja między odbiorcami (instalacją) a dostawcą energii elektrycznej. W ramach optymalizacji gospodarowania energią dużą rolę będzie odgrywał moduł optymalizacji zakupu energii elektrycznej (rysunek 1). Dzięki uruchomieniu systemu zarządzania stroną popytową DSM (DemandSideResponse) będzie możliwe wykorzystywanie elastycznych taryf i dostosowywanie ofert oraz pozycji w ramach profilu odbiorcy. Budynki użyteczności publicznej, dzięki rozbudowanemu systemowi BMS, mogą oszczędzać. Oddziaływanie na elementy układu gospodarowania

energią elektryczną w ramach systemów DSM powinno być uwzględnione w procesie optymalizowania wykorzystywania energii (rysunek 1).

System BMS powinien być poddawany regularnym audytom i optymalizacji stosownie do sytuacji i wiedzy technicznej (zmiany w sposobie użytkowania, dostosowanie do nowych trendów i potrzeb). Cyklicznie następujące po sobie etapy, takie jak audyt, optymalizacja, modernizacja i eksploatacja instalacji, składają się na proces racjonalnego użytkowania energii elektrycznej.

Podsumowanie

System zasilania w energię elektryczną budynku użyteczności publicznej stanowi trzon jego funkcjonalności. Od instalacji elektrycznych wymaga się nie tylko bezpieczeństwa i pewności zasilania, lecz także komfortu użytkowania i oszczędności energii. Tym wyzwaniom sprostać może struktura o charakterze instalacji inteligentnej z perspektywą rozbudowy do inteligentnej, samowystarczalnej mikrosieci. Utrzymanie wysokiej efektywności energetycznej sieci elektrycznej budynku wymaga ciągłego nadzoru i cyklicznej optymalizacji. Pociąga to za sobą rozwój rynku usług elektroenergetycznych (poprzez outsourcing) orientowanych na konsulting, audyt, monitoring, pośrednictwo i instalatorstwo elektroenergetyczne. Nisza biznesowa dla tego typu działalności może zostać wypełniona przez firmy z sektora MŚP o zasięgu regionalnym. Obszar Mazowska ze względu na dość dużą koncentrację budynków użyteczności publicznej (administracja rządowa, uczelnie, siedziby zarządów firm) jest pod tym względem szczególny.

Literatura

- [1]. *Amanti S., Potential Energy Savings on the MIT Campus. Thesis for the Degree of Bachelor of Science, Department of Mechanical Engineering, May 2006.*
- [2]. *Bątkiewicz-Pantuła M., Klajn A., Jakość energii elektrycznej w publicznych sieciach zasilających, „Elektro. Info” 2013, nr 7/8, s. 46-48.*
- [3]. *Bielecki S., Lipka J., Palimąka T., Skoczkowski T., Szymczyk J., Rozwiązania inteligentnego budynku w rewitalizacji budynków użyteczności publicznej krok ku poprawie efektywności energetycznej. „Elektro. Info” 2013, nr 6, s. 66-71.*
- [4]. *Bielecki S., Palimąka T., Skoczkowski T., Szymczyk J., Sieci transmisji danych we współczesnych budynkach technologie, bezpieczeństwo, zasilanie elektryczne oraz metoda oceny instalacji okablowania strukturalnego, „Wiadomości Elektrotechniczne” 2013, nr 9, s. 17-21.*
- [5]. *Boczowski A., Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Wybrane wymagania dla instalacji modernizowanych lub nowo budowanych, Wrocław 2003.*
- [6]. *Boczowski A., Systemy i rozwiązania instalacji elektrycznych w budynkach, SEP 2012.*
- [7]. *Borowik L., Kurowski M., Systemy kontroli zużycia energii w instalacjach oświetleniowych, „Rynek Energii” 2013, nr 2 (105).*
- [8]. *Chow S., Ganji A., Hacket B., Parkin P., Fetters A., Energy Assesment of Selected Schools in Anchorage School District, 26th World Energy Engineering Congress, Atlanta 2003.*

- [9]. Czarnecki L., *Czy moc czynna jest mocą użyteczną i za co powinniśmy płacić?*, „Automatyka-Elektryka-Zakłócenia”2013, nr 5, s. 24-32.
- [10]. Hanzelka Z., *Koszty dostawy złej energii elektrycznej*, „Automatyka-Elektryka-Zakłócenia”2013, nr7.
- [11]. Klajn A., *Wybrane aspekty przebudowy instalacji elektrycznych w budynkach*, „INPE”nr 114, s. 12-31.
- [12]. Musiał E., *Ocena jakości energii elektrycznej w sieciach przemysłowych*, „Automatyka-Elektryka-Zakłócenia”nr1,3045.
- [13]. Ożadowicz A. (red., Peeran S. M., Vecchiareello M., Romeo J., *Modernizacja sieci zasilających w obiektach budowlanych*, „Inteligentny Budynek” 2011, nr 2, s. 46-51.
- [14]. Pracki P., *Efektywność energetyczna oświetlenia obiektów użyteczności publicznej*, „Przegląd Elektrotechniczny”2009, nr 9, s. 328-331.
- [15]. Szczerbowski R., *Źródła generacji rozproszonej oraz sieci Smart Grid w budownictwie przemysłowym niskoenergetycznym*, „INPE” 2013, nr 161, s. 48-59.
- [16]. Torcellini P., Long F., Pless F., Judkoff R., *Evaluation of the Low-Energy Design and Energy Performance of the Zion National Park Visitors Center*, NREL/TP-550-34607.
- [17]. Wiatr J., Boczkowski A., Orzechowski M., *Ochrona przeciwporażeniowa oraz dobór przewodów i ich zabezpieczeń w instalacjach elektrycznych niskiego napięcia*, D. W. MEDIUM 2010.
- [18]. Wiatr J., Orzechowski M., *Zasilanie budynków użyteczności publicznej oraz budynków mieszkalnych w energię elektryczną*, cz. 12, „Elektro. Info”2011, nr 4-5.
- [19]. Zmeureanu R., Peragine C., *Evaluation of interaction between lighting and HVAC systems in large commercial building*, „Energy Conversion & Management”1999, nr 40, s. 1229-1236.

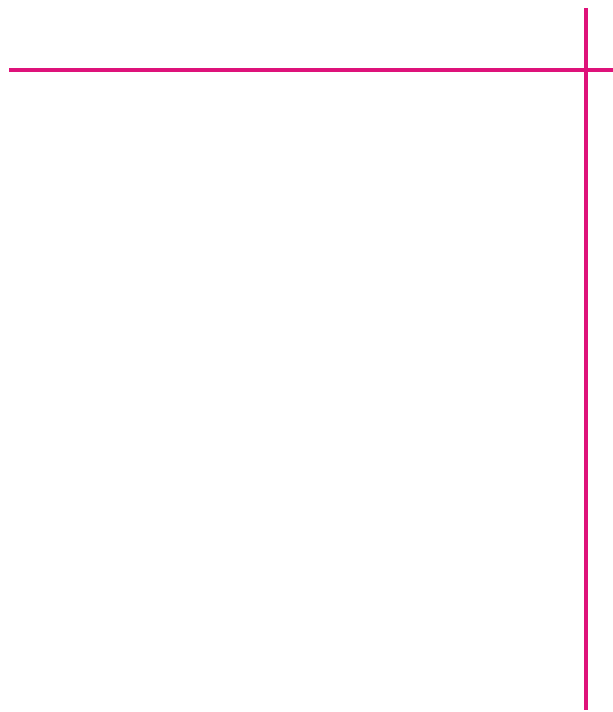
ABSTRACT

Energy efficiency and rational use of energy is one of the greatest challenges of 21. century. According to polish energy efficiency law, devices and electrical installation should be exploited in rational and energy efficient way. This chapter concern on matters of electric power use in context of public building revitalization.

Keywords: *electrical installation, electric power network, revitalization, building*



230



17. Systemy zarządzania energią i informowania o jej zużyciu w rewitalizowanych budynkach użyteczności publicznej

Energy management and information systems in revitalized public buildings

STRESZCZENIE

Systemy zarządzania energią i informowania o jej zużyciu obejmują zazwyczaj do 70% łącznego zapotrzebowania na energię w budynkach. Niniejsze opracowanie przedstawia najważniejsze aspekty zarządzania oświetleniem, ogrzewaniem i klimatyzacją oraz urządzeniami elektrycznymi w budynkach publicznych z wykorzystaniem technologii ICT, ze szczególnym uwzględnieniem znaczenia sprzężenia zwrotnego od użytkowników budynku. Przedstawiono przykłady wdrożonych systemów zarządzania energią i informowania o jej zużyciu w wybranych szkołach wyższych.

Słowa kluczowe: system zarządzania energią, BMS, efektywność energetyczna, ICT w budownictwie

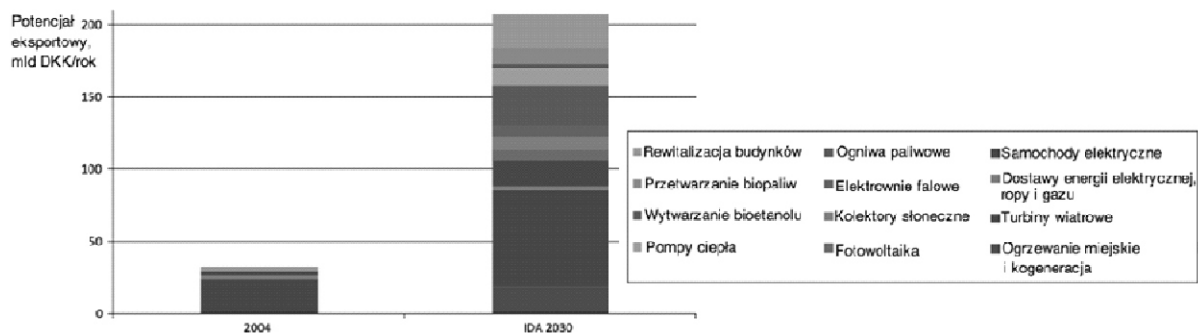
1. Wstęp

Zużycie energii w budynkach w krajach rozwiniętych odpowiada za ok. 40% łącznego zapotrzebowania na energię i jest większe niż zużycie energii przez transport i przemysł, zarówno w Unii Europejskiej, jak i w USA [1]. Efektywność energetyczna sektora budowlanego jest uznawana za jedno z największych wyzwań technologicznych w niektórych państwach. Na przykład w Danii, jak pokazuje rys. 1, technologie rewitalizacji budynków są uważane za jedną z podstawowych specjalizacji eksportowych do 2030 roku, tuż za elektrowniami wiatrowymi i ogniwami paliwowymi. Według przedstawionej prognozy sektor budowlany w Danii w 2030 r. będzie generował większe przychody niż np. eksport ropy naftowej czy sprzedaż samochodów elektrycznych.

Ogólny podział kategorii zużycia energii w budynkach niemieszkalnych na przykładzie USA przedstawia rys. 2. Największa ilość energii jest używana na cele oświetlenia (20%), ogrzewania (16%) i chłodzenia (15%).

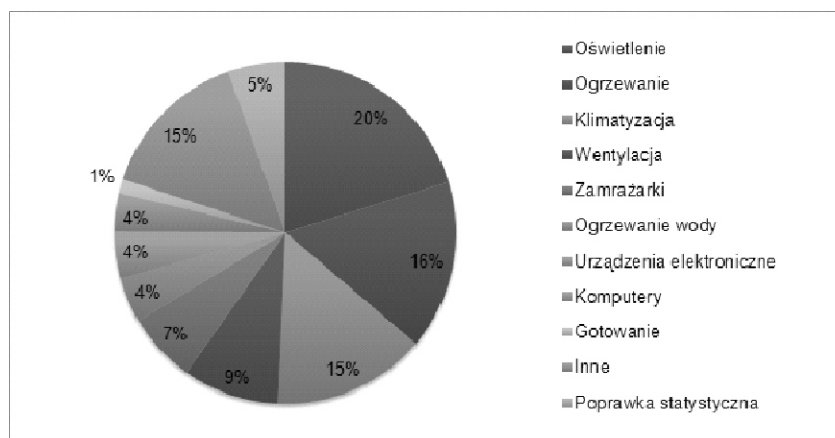
Zużycie energii w budynkach publicznych jest zazwyczaj wyższe niż zużycie energii w procesie budowlanym i materiałach [4]. Istotnie korzyści z zarządzania energią w budynkach można osiągać nie tylko w nowych budynkach, ale przede wszystkim w istniejących budynkach, poddawanych rewitalizacji. Instalowane w nich systemy zarządzania energią mają na celu zwiększenie efektywności energetycznej budynku, poprawę komfortu użytkowników, a także minimalizację kosztów utrzymania i oddziaływania budynku na środowisko. Przy

projektowaniu systemów zarządzania energią i informowania o jej zużyciu w rewitalizowanych budynkach należy brać pod uwagę nie tylko tradycyjne wskaźniki efektywności systemu, stosowane przy projektowaniu takich systemów w nowych budynkach, jak np. zaoszczędzona energia cieplna i elektryczna, zmniejszona moc szczytowa, czy też koszt energii [5]. W przypadku rewitalizowanych budynków użyteczności publicznej należy także uwzględnić dodatkowe kryteria, jak np. ograniczone możliwości ingerencji w infrastrukturę techniczną budynków zabytkowych, konieczność stosowania technologii bezprzewodowych czy też kulturę organizacyjną i nawyki użytkowników budynku.



Rys.1 Roczny potencjał eksportowy technologii energetycznych według Duńskiego Planu Klimatycznego.

Źródło: [2]



Rys.2 Zużycie energii końcowej w budynkach niemieszkalnych w USA w 2010 roku.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [3]

Oświetlenie

Podstawowym rozwiązaniem technicznym wspomagającym zarządzanie energią elektryczną w rewitalizowanych budynkach jest zastosowanie czujników obecności połączonych z jednostką sterującą poprzez sieć bezprzewodową (Wireless Sensor Network WSN). Optymalizacja zużycia energii na oświetlenie umożliwia osiągnięcie oszczędności od 50% do 70%, bez konieczności ingerowania w infrastrukturę elektryczną budynku [6]. Układy typu WSN umożliwiają zbieranie i analizę informacji o codziennym zużyciu energii na oświetlenie, uwzględniając obecność użytkowników budynku, ich rozkłady pracy oraz preferencje.

Urządzenia elektryczne

Zużycie energii przez urządzenia elektryczne w ostatnich latach rośnie szybciej niż inne kategorie końcowego wykorzystania energii w budynkach niemieszkalnych [7]. Pierwszym krokiem w planowaniu systemu zarządzania energią zużywaną przez urządzenia elektryczne powinna być inwentaryzacja tych urządzeń, zawierająca charakterystykę podstawowych parametrów elektrotechnicznych. Z dostępnych badań wynika, że inwentaryzacja 30% powierzchni budynku niemieszkalnego, połączona z opomiarowaniem 10%-20% urządzeń w najważniejszych kategoriach urządzeń, dostarcza dostatecznie precyzyjnych informacji dla planowania system zarządzania energią w budynku [8].

Istotnym aspektem zużycia energii przez urządzenia elektryczne jest energia zużywana w stanie czuwania urządzenia (ang. stand-by, vampire power). Zużycie energii w tym trybie wynosi 55% w przypadku laptopów (w odniesieniu do stanu regularnej pracy urządzenia) i nawet 94% w przypadku monitorów CRT [9].

Ogrzewanie, chłodzenie i wentylacja

Ogrzewanie, chłodzenie i wentylacja odpowiada za ok. 40% łącznego zużycia energii w budynkach niemieszkalnych. Mimo tego, że zarządzanie energią w tym obszarze charakteryzuje się bardzo dużym potencjałem oszczędnościowym, musi być realizowane w przemyślany sposób z uwagi na ścisłe powiązanie z komfortem cieplnym użytkowników. Interesującą technologią stosowaną także w rewitalizowanych budynkach publicznych jest spersonalizowana wentylacja [10], wymagająca jednak znaczących nakładów inwestycyjnych. Rozwiązaniem tego problemu może być wykorzystanie kontekstowych źródeł informacji, np. elektronicznych kluczy do pokoi biurowych, punktów dostępu do sieci Wi-Fi, czy też klientów systemów wiadomości błyskawicznych. W taki sposób możliwe jest określenie stanu obecności użytkowników w danym pomieszczeniu z dokładnością do 90% [11].

2. Zarządzanie energią elektryczną i ciepłą

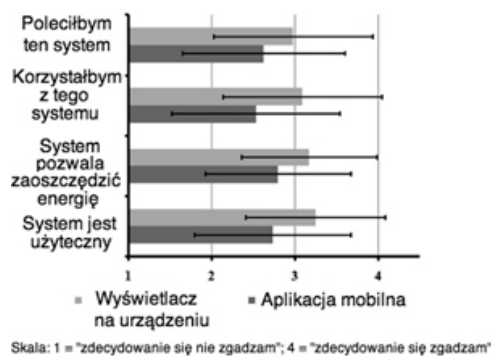
Układy energetyczne budynku połączone z systemem zarządzania budynkiem (BMS) odpowiadają zazwyczaj za 40% zużycia energii w danym obiekcie. Przy uwzględnieniu oświetlenia, wartość ta rośnie do 70%. Źle skonfigurowany system zarządzania energią może spowodować wzrost zużycia energii na poziomie 5% - 30%, a w niektórych przypadkach nawet więcej [4]. BMS jest bardzo istotnym elementem systemu informacyjnego o zużyciu energii w budynku, ale nie jedynym. Udostępnianie informacji o wykorzystaniu energii użytkownikom pozytywnie wpływa na ich sposób korzystania z budynku ([12], [13]). Rozwijane są więc coraz nowsze i atrakcyjniejsze formy informowania użytkowników o zużyciu energii, np. z wykorzystaniem smartfonów, jak pokazuje rys. 3.



Rys. 3 Widok bieżącego zużycia energii, widok historycznego zużycia energii, widok zużycia danego urządzenia, widok listy urządzeń.

Źródło: [14].

Urządzenia przenośne, takie jak smartfony, mogą być wykorzystywane nie tylko do informowania użytkowników o zużyciu energii, ale także do przekazywania zarządzającym budynkiem informacji o komforcie użytkowników. Jak pokazuje rys. 4, użytkownicy preferują pozyskiwanie informacji o zużyciu energii bezpośrednio na wyświetlaczach przy urządzeniach elektrycznych, a nie za pośrednictwem aplikacji mobilnych. Najbardziej interesującą informacją dla użytkowników jest roczny koszt wykorzystania danego urządzenia, zużycie energii w ubiegłym miesiącu, a także wykrywanie najmniej efektywnych energetycznie urządzeń. Nieco mniejszym zainteresowaniem cieszą się informacje dotyczące klasy efektywności energetycznej urządzenia i odniesienia do średniego zużycia energii przez ogół społeczeństwa, a najmniej zużycie energii przez przyjaciół i znajomych.



Rys. 4 .Ocena użyteczności informowania o zużyciu energii.

Źródło: [14].

Większość studiów przypadku analizujących działanie systemów zarządzania energią w warunkach rzeczywistych jest opracowywana przez firmy sprzedające gotowe rozwiązania automatyczne i informatyczne w tym zakresie [5]. Istniejące opracowania badawcze koncentrują się raczej na aspektach hardware i poziomie operacyjnym działania systemu, a nie na holistycznej diagnozie całego budynku.

Kolejnym aspektem, na który warto zwrócić uwagę jest analiza danych. Współczesne systemy zarządzania energią mają na celu przede wszystkim identyfikację anormalnego zużycia energii i nie pozwalają na identyfikację ewentualnego marnotrawstwa energii przez użytkowników [5]. Stanowi to wyzwanie zwłaszcza dla budynków rewitalizowanych, dla których wykorzystywane algorytmy obliczeniowe powinny brać pod uwagę nie tylko chwilowe dane o bieżącym zużyciu energii, ale także informacje historyczne. Warto także podkreślić, że systemy zarządzania energią mogą być sterowane zarówno przez personel wewnętrzny podmiotu zarządzającego budynkiem, jak i personel zewnętrzny, co może ograniczyć koszty utrzymania budynku w oparciu o usługi typu EPC [5]. Systemy zarządzania energią wpisują się także w nowy paradygmat ICT - Internet przedmiotów, umożliwiający zdalny dostęp i sterowanie obiektami rzeczywistymi na odległość [15]. Kluczową technologią w tym zakresie jest identyfikacja radiowa (RFID), której zastosowania pozostają mało popularne w obszarze efektywności energetycznej budynków publicznych.

Modelowanie wpływu zachowania użytkowników na zużycie energii w budynkach publicznych

Działania instytucji publicznych na całym świecie w ostatniej dekadzie koncentrowały się na zwiększaniu efektywności energetycznej budynków poprzez zmiany technologiczne, ignorując jednocześnie możliwości ograniczenia zużycia energii poprzez zmiany behawioralne użytkowników [16]. Coraz większego znaczenia nabierają więc badania technologiczne ukierunkowane na zmiany zachowań użytkowników, pomimo tego, że przewidywalność rezultatów takich działań jest dużo mniejsza [17]. Łatwiej jest np. obliczyć oszczędności energii osiągnięte dzięki wymianie tradycyjnej żarówki na LED niż określić zwiększenie efektywności energetycznej budynku dzięki zmianie zachowań użytkowników [16].

Do zilustrowania zachowań użytkowników budynków publicznych w systemach zarządzania energią można wykorzystać modelowanie agentowe (Agent-Based Modelling, ABM), stanowiące poziom abstrakcji programowania, wyższy od abstrakcji programowania obiektowego [16]. Fundamentalną cechą ABM jest decentralizacja modelujący system nie musi określać globalnego zachowania systemu. Użytkownicy w modelowaniu agentowym mogą być definiowani jako obiekty. W odróżnieniu od modelowania opartego na zdarzeniach dyskretnych (Discrete Events- DE) i a dynamice systemów (System Dynamics - SD), ABM opiera się na podejściu bottom-up zachowanie systemu jest rezultatem zachowań użytkowników budynku. Modelowanie ABM w rewitalizowanych budynkach publicznych może być realizowane z wykorzystaniem m.in. teorii liczb rozmytych [18].

Przykładowe badania powiązań pomiędzy sprzężeniem zwrotnym od użytkownika z systemem zarządzania energią opartym na modelowaniu ABM były realizowane w ramach systemu myślących sensorów, optymalnych decyzji i inteligentnego sterowania SMODIC (SMart sensor, Optimum Decision and Intelligent Control) [19]. Model

opinie użytkowników na temat środowiska wewnętrznego budynku i uwzględnia je w systemie zarządzania energią budynku. SMODIC pozwala w ten sposób na osiągnięcie oszczędności energii poprzez zintegrowanie technologii informacyjnych i skoncentrowaniu systemu zarządzania energią na komforcie użytkowników. Autorzy modelu podkreślają, że współcześnie ludzie spędzają ponad 80% swojego życia w budynkach. Z uwagi na znaczenie satysfakcji użytkowników budynków w systemach zarządzania energią, twórcy SMODIC zaproponowali 6 kryteriów dobrego systemu zarządzania energią:

- 1) system monitoruje parametry środowiskowe, w tym temperaturę powietrza, krotność wentylacji, hałas, stężenie CO₂ i natężenie światła,
- 2) system uwzględnia ocenę środowiska wewnętrznego budynku przez użytkowników, w tym komfort cieplny,
- 3) system diagnozuje, czy temperatura, wilgotność, natężenie światła oraz parametry wentylacji i akustyki mieszczą się w zadanych przedziałach standardowych,
- 4) system doradza użytkownikom, jakie działania adaptacyjne powinni podjąć w celu zwiększenia komfortu cieplnego, np. założyć sweter,
- 5) system informuje użytkowników o parametrach środowiska wewnętrznego budynku,
- 6) system nie polega wyłącznie na opinii pojedynczego użytkownika, ale wykorzystuje informacje zebrane od wszystkich użytkowników.

Analizując model SMODIC można zauważyć kilka podstawowych problemów. Po pierwsze, model wydaje się być pod pewnymi względami nadmiernie uproszczony np. w odniesieniu do energooszczędnych zachowań użytkowników. Trudno jest oczekiwać, że zmiany behawioralne mogą być indukowane prostymi komunikatami jak te zaproponowane w czwartym kryterium SMODIC. Ponadto, łatwo zauważyć, że system nie w pełni wykorzystuje możliwości motywowania użytkowników budynku do oszczędzania energii poprzez zmianę ich zachowań.

Systemy informowania o zużyciu energii w rewitalizowanych budynkach publicznych na przykładzie szkół wyższych

Instytucje szkolnictwa wyższego są doskonałym miejscem do testowania systemów informowania o zużyciu energii i mogą być łatwo zaadaptowane w "żywe laboratoria", pozwalające na wprowadzanie do praktyki nowych pomysłów naukowców i studentów, które poprawiają efektywność energetyczną budynków. Systemy informowania o zużyciu energii instalowane na kampusach uczelni mogą stanowić także interesujące obszary badawcze. Większość istniejących prac akademickich dotyczących takich systemów dotyczy uczelni USA. Na przykład na Uniwersytecie Kalifornii, w kampusie Merced zainstalowano ponad 10 000 punktów kontroli i monitoring zużycia energii w trzech budynkach akademickich, głównej kotłowni i mniejszych budynkach pomocniczych [5]. Pomimo dość dużej złożoności systemu monitorowania zużycia energii, wprowadzony w Merced system jest ograniczony pod względem proaktywnego wykorzystania zdobywanych informacji. Zarządzający systemem sugerują, że planowanie nowych układów zarządzania energią w budynkach publicznych powinno być w większym stopniu skoncentrowane na zagwarantowaniu, że użytkownicy budynku są świadomi jak korzystać z dostępnych im sposobów ograniczania zużycia energii.

Kolejnym przykładem implementacji systemu zarządzania i informowania o zużyciu energii na uczelni jest kampus Carnegie Mellon University (Pittsburgh, Pennsylvania). System został opracowany z wykorzystaniem dynamicznych modeli predykcyjnych, prognozujących z jednodniowym wyprzedzeniem moc szczytową, zapotrzebowanie na energię i jej cenę. System pozwala także na sterowanie podziałem budynku na mikro-strefy, w których umożliwiające jest samodzielne sterowanie parametrami środowiska wewnętrznego przez użytkowników, a także uwzględnienie informacji zewnętrznych, jak np. prognoza warunków atmosferycznych, plany zajęć użytkowników budynku oraz rzeczywistością, chwilową cenę energii [20].

Rola sprzężenia zwrotnego od użytkowników dla zużycia energii w budynku była przedmiotem analiz także w kampusie Berkeley Uniwersytetu Kalifornii [21]. Wdrożone tam elementy systemu informowania o zużyciu energii obejmowały:

- mobilne badawcze stacje pomiarowe,
- stacje pomiaru wewnętrznych warunków klimatycznych na biurkach,
- bezprzewodowe sensory do badania funkcjonowania systemu energetycznego budynku w warunkach rzeczywistych,
- ankiety online i tradycyjne, badające jakość klimatu wewnętrznego budynku,
- systemy wizualizacji zadowolenia użytkowników budynku.

Podsumowanie

Zużycie energii w budynkach ma zasadniczy wpływ na ogólny popyt na energię na świecie. Zakres jakościowych i ilościowych badań nad zarządzaniem energią w rewitalizowanych budynkach publicznych jest dość duży. Nadal jednak studia przypadków wdrożonych i poprawnie funkcjonujących systemów zarządzania energią i informowania o jej zużyciu są stosunkowo mało liczne.

Warto podkreślić, że możliwe jest osiągnięcie istotnego efektu synergii, wynikającego z integracji różnych rozwiązań technicznych i organizacyjnych w ramach jednego systemu zarządzania energią. Jak pokazała przeprowadzona analiza, potencjał technologii bezprzewodowych stanowi dodatkową zachętę do wdrażania tego typu systemów w rewitalizowanych budynkach publicznych, w których możliwości działań inwestycyjnych są ograniczone, np. obiektach podlegających opiece konserwatora zabytków. Przeniesienie przedstawionych rozwiązań ze strefy laboratoryjnej do praktyki pozostaje wyzwaniem, które wydaje się jednak gwarantować wysokie zyski ekonomiczne i środowiskowe.

Bibliografia

- [1] L. Pérez-Lombarda, J. Ortiz, and C. Pout, "A review on buildings energy consumption information," *Energy and Buildings*, vol. 40, 2008.
- [2] Mathiesen BV et al. (2010) *Applied Energy*. [Online]. 10.1016/j.apenergy.2010.03.001

- [3] US Department of Energy. (2012) *Buildings Data Book*. [Online]. <http://buildingsdatabook.eren.doe.gov>
- [4] A. Colmenar-Santos, L. N. Terán de Lober, D. Borge-Diez, and M. Castro-Gil, "Solutions to reduce energy consumption in the management of large buildings," *Energy and Buildings*, vol. 56, no. 1, pp. 66-77, 2013.
- [5] J. Granderson. (2010) Lawrence Berkeley National Laboratory. [Online]. <http://escholarship.org/uc/item/8n71f393>
- [6] D. T. Delaney, G. M. P. O'Hare, and A. G. Ruzelli, "Evaluation of Energy-Efficiency in Lighting Systems using Sensor Networks," in *Proceedings of the First ACM Workshop on Embedded Sensing Systems for Energy-Efficiency in Buildings*, New York, 2009, pp. 61-66.
- [7] R. Brown et al., "Using Wireless Power Meters to Measure Energy Use of Miscellaneous and Electronic Devices in Buildings," in *Proceedings of the Energy Efficiency in Domestic Appliances and Lighting (EEDAL) 2011 Conference*, Copenhagen, 2011, pp. 1-12.
- [8] I. Cheung. (2011) Detailed energy data collection for miscellaneous and electronic loads in a commercial office building. [Online]. <http://www.cs.berkeley.edu/~taneja/publications/cheung12plugload.pdf>
- [9] C. Weber, "After-Hours Power Status of Office Equipment in the USA," *Energy*, vol. 31, no. 14, pp. 282338, 2006.
- [10] S. Schiavon and A. Melikov, "Energy-saving strategies with personalized ventilation in cold climates," *Energy and Buildings*, vol. 41, no. 9, pp. 543-550, 2009.
- [11] S. K. Ghaiy, L. V. Thanayankizi, D. P. Seetharam, and D. Chakraborty, "Occupancy Detection in Commercial Buildings using Opportunistic Context Sources," in *Proceedings of PerCom 2012*, Lugano, 2012, pp. 469-452.
- [12] S. Darby. (2006) *Environmental Change Institute, University of Oxford*. [Online]. <http://www.eci.ox.ac.uk/research/energy/downloads/smart-metering-report.pdf>
- [13] J. Petersen and et al., "Dormitory residents reduce electricity consumption when exposed to real-time visual feedback and incentives," *International Journal of Sustainability in Higher Education*, vol. 8, no. 1, pp. 16-33, 2007.
- [14] M. Weiss, C. M. Loock, T. Staake, F. Mattern, and E. Fleisch, "Evaluating Mobile Phones as Energy Consumption Feedback Devices," in *7th International ICST Conference on Mobile and Ubiquitous Systems*, Sydney, 2010, pp. 1-12.
- [15] H. Kopetz, "Internet of things," in *Real-Time Systems Series. Design Principles for Distributed Embedded Applications*, J. Stankovic, Ed. NY: Springer New York Dordrecht Heidelberg London, 2011, pp. 307-323.
- [16] E. Azar and C. Menassa, "A decision framework for energy reduction initiatives in commercial buildings," in *Simulation Conference (WSC), Proceedings of the 2011 Winter*, Phoenix, 2011, pp. 816-827.
- [17] A. R. Carico and M. Riemer, "Motivating Energy Conservation in the Workplace: An Evaluation of the Use of Group-Level Feedback and Peer Education," *Journal of Environmental Psychology*, vol. 31, no. 1, pp. 1-13, 2010.
- [18] H. R. Naji, M. N. Meybodi, and T. N. Falatouri-Moghaddam, "Intelligent Building Management Systems using Multi Agents: Fuzzy Approach," *International Journal of Computer Applications*, vol. 14, no. 6, pp. 9-14, 2011.
- [19] J. Zheng and R. Yao. (2010) *Intelligent Buildings International*. [Online]. <http://dx.doi.org/10.3763/inbi.2009.0033>
- [20] K. Ji, Y. Lu, Z. Song, and Y. Yu, "Energy Management Control Framework of Optimization Control and Operation for Energy Efficient Buildings," in *Summer Study on Energy Efficiency in Buildings*, Pacific Grove, 2012, pp. 88-101.
- [21] E. Arens, G. Brager, J. Goins, and D. Lehrer, "Learning from buildings technologies for measuring, benchmarking and improving performance," in *Proceedings of USGBC Greenbuild Conference*, Toronto, 2011, pp. 1-7.



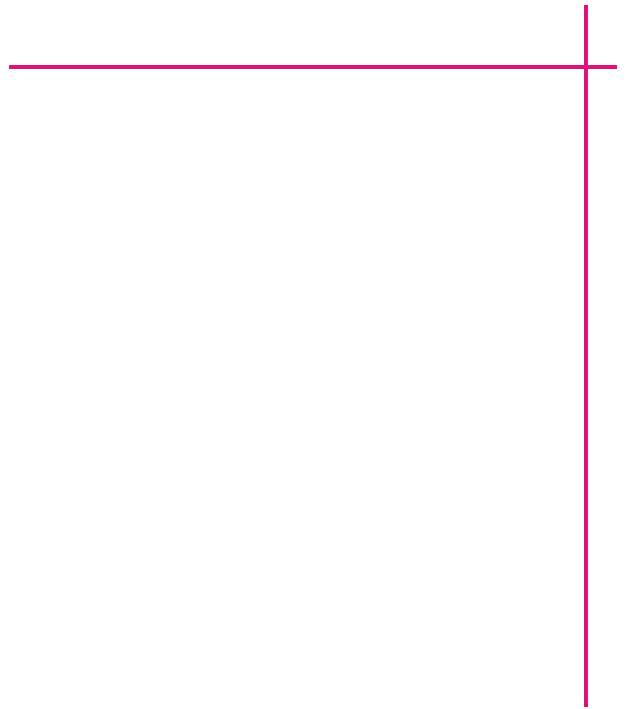
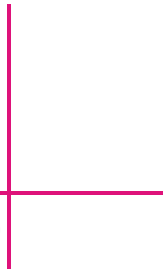
ABSTRACT:

Energy management and information systems typically include up to 70% of total energy demand in buildings. This study presents the most important aspects of the management of lighting, heating, air conditioning and electrical devices in public buildings with the use of ICT, with particular emphasis on the importance of feedback from users of the building. It was shown the examples of implemented energy management and information systems in selected universities.

Keywords: *energy management system, BMS, energy efficiency, ICT in buildings*



240



Prof. dr hab. inż. Tadeusz Skoczkowski
Politechnika Warszawska, Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa

18. Możliwe obszary rozwoju MŚP i wzrostu innowacyjności na Mazowszu

Potential areas of development and increase of innovation of the SME in the Mazovia region

STRESZCZENIE

W artykule omówiono rolę samorządów w kreowaniu lokalnej przedsiębiorczości. Przedstawiono podstawowe wymagania zrównoważonych społeczności lokalnych. Zdefiniowano cztery najważniejsze działania w tworzeniu stabilnych społeczności lokalnych. Zaprezentowano wpływ procesu rewitalizacji budynków publicznych na rozwój nowych miejsc pracy i innowacyjności na Mazowszu. Skonfrontowano użyteczność wykonanych prac z planami rozwoju Mazowsza przedstawionymi w dokumencie Strategia rozwoju województwa mazowieckiego do roku 2030 (projekt). Wykazano, że działania rewitalizacyjne, omówione w monografii, które wspierają wzrost konkurencyjności MŚP na rynku produkcji i usług, wymagają stworzenia stałej struktury organizacyjnej na Mazowszu w formie Centrum Kompetencyjnego (CK).

Słowa kluczowe: *rewitalizacja budynków użyteczności publicznej, zasady zrównoważonego rozwoju, małe i średnie przedsiębiorstwa, innowacyjność*

Rola samorządów w kreowaniu lokalnej przedsiębiorczości

Do najważniejszych czynników wzrostu gospodarczego, również na poziomie regionalnym, można zaliczyć:

- **przedsiębiorczość**
 - skłonność do podejmowania inicjatywy samodzielnego prowadzenia działalności gospodarczej, **innowacyjność**
 - zdolność i motywacja przedsiębiorców do ustawicznego poszukiwania i wykorzystywania wyników prac badawczych i rozwojowych, nowych koncepcji, pomysłów i wynalazków,
- **konkurencyjność**
 - długookresowa zdolność do sprostania międzynarodowej konkurencji (na rynku krajowym, unijnym oraz krajów trzecich),

- skuteczna adaptacja do zmieniających się warunków zewnętrznych,
- osiąganie trwałego, zrównoważonego rozwoju gospodarczego.

Zrównoważony rozwój dąży do jednoczesnego osiągnięcia czterech celów:

- postępu socjalnego, który uznaje potrzeby wszystkich,
- efektywnej ochrony środowiska,
- roztropnego wykorzystania zasobów naturalnych,
- utrzymania wysokiego i stałego poziomu wzrostu gospodarczego i zatrudnienia oraz uwzględnianie długoterminowych skutków decyzji.

Podstawowe wymagania zrównoważonych społeczności lokalnych są następujące:

- Kwitnąca infrastruktura lokalna zapewniająca pracę i dobrobyt.
- Silne przywództwo pozytywnie reagujące na zmiany.
- Efektywne zaangażowanie mieszkańców, grup i firm, zwłaszcza w zakresie planowania, projektów i długoterminowego zarządzania w imieniu społeczności, a także aktywne i dobrowolne działania społeczności.
- Bezpieczne i zdrowe środowisko z dobrze zaplanowaną przestrzenią zieloną i publiczną.
- Wystarczająca wielkość, skala i gęstość zaludnienia oraz prawidłowy rozkład dla wsparcia podstawowych udogodnień w sąsiedztwie, aby zminimalizować zużycie zasobów (wraz z ziemią).
- Dobry transport publiczny i infrastruktura transportowa w obrębie osiedla, jak i połączenia z centrami miejskimi, wiejskimi i regionalnymi.
- Budynki zarówno osobne, jak i jako kompleks, które służą różnym celom, zarówno indywidualnym, jak i społecznym oraz są oszczędne pod względem zużycia mediów.
- Dobrze zintegrowana różnorodność domów o różnych prawach własności, wspierająca domostwa o różnych rozmiarach, wieku domowników i poziomie dochodów.
- Dobrej jakości lokalne usługi publiczne, włącznie z ośrodkami edukacyjnymi i szkoleniowymi, opieki zdrowotnej i innymi ośrodkami lokalnymi zwłaszcza przeznaczonych dla celów rekreacyjnych.
- Różnorodna, pulsująca życiem i kreatywna lokalna kultura promująca dumę społeczności z jej osiągnięć oraz jej spójność.
- „Poczucie miejsca” wszystkich mieszkańców i utożsamianie się z nim.
- Dobre stosunki z regionalnymi, krajowymi i międzynarodowymi społecznościami.

Cztery najważniejsze działania w tworzeniu stabilnych społeczności lokalnych można określić jako:

- Działania wspierające planowanie zrównoważone.
- Działania minimalizujące zużycie energii i jej wpływ na środowisko.

- Działania sprzyjające dobrobytowi gospodarczemu.
- Działania wspierające organizację wspólnoty i zarządzanie sąsiedztwem.

Wpływ na lokalne „sprawy energetyczne” wiąże się z rozwojem lokalnych społeczności zrównoważonych. Czym są lokalne społeczności zrównoważone? Pomijając ścisłe definicje, można ogólnie stwierdzić, że są to społeczności, które charakteryzują następujące cechy:

- **Zdrowe środowisko** co oznacza minimalny wpływ na ekosystem, minimalne odpady lub zanieczyszczenia oraz maksimum recyklingu, ochrony i wzmocnienia środowiska, przyrody i różnorodności biologicznej, w taki sposób, aby wszyscy mogli korzystać z darów natury, takich jak: zieleń, przestrzeń do spacerów, jazdy na rowerze, spotkań, zabaw i relaksu.
- **Dobrze prosperująca gospodarka**, która stwarza dobrobyt i długoterminowe inwestycje bez niszczenia kapitału społecznego i naturalnego; minimalizuje zużycie surowców oraz negatywny wpływ na środowisko, rozwija nowe umiejętności poprzez edukację i szkolenia; zaspokaja podstawowe potrzeby lokalnych społeczności i tworzy nowe miejsca pracy.
- **Dobrobyt społeczny**, który wynika z poczucia bezpieczeństwa, przynależności, zażyłości i wsparcia, spójności i integracji różnych grup społecznych opartej na szacunku wobec różnych kultur i tradycji.

Wpływ na rozwój nowych miejsc pracy i innowacyjności

Unia Europejska uzgodniła, że będzie dążyć do osiągnięcia do 2020r. 75% wskaźnika zatrudnienia mężczyzn i kobiet należących do grupy wiekowej 20-64 lata [14].

Program na rzecz nowych umiejętności i zatrudnienia opiera się na czterech filarach:

- Lepiej funkcjonujące rynki pracy.
- Lepiej wykwalifikowana siła robocza.
- Wyższa jakość miejsc pracy i lepsze warunki pracy.
- Skuteczniejsza polityka stymulująca tworzenie miejsc pracy i popyt na pracę.

Doradztwo, zachęty i pomoc przedsiębiorstwom, w tym MŚP, ma duże znaczenie, ponieważ pozwala rozwijać i optymalnie wykorzystywać kompetencje w miejscu pracy. Pracodawcy powinni być zachęceni do współinwestowania i uczestniczenia w działaniach instytucji prowadzących kształcenie i szkolenia, w szczególności w szkolnictwie wyższym oraz kształceniu i szkoleniu zawodowym.

Aby Europa była w stanie zrealizować swój cel - 3 mln pracowników w sektorze gospodarki ekologicznej do 2020r., potrzebne będą znaczne inwestycje w „ekologiczne umiejętności”. Przy szacowaniu możliwości tworzenia nowych miejsc pracy dzięki projektom ukierunkowanym na efektywność energetyczną podkreśla się, że będą one wymagały nowych zaawansowanych kwalifikacji. Wskaźniki zatrudnienia w tzw. sektorach gospodarki o wysokiej emisyjności wahają się w różnych państwach członkowskich - na Cyprze, w Portugalii, Holandii, Danii i Irlandii wynoszą poniżej 6%, a w Czechach, Słowacji i Polsce powyżej 10% [15].

Podobne różnice występują w sektorze OZE Niemcy, Francja, Włochy, Hiszpania wykazywały największą liczbę zatrudnionych w 2010 r., podczas gdy Finlandia, Dania i Szwecja miały najwyższy procentowy wskaźnik zatrudnienia

w tym sektorze w stosunku do ogólnej liczby zatrudnionych, pomiędzy 1,2% do 2%. W Polsce, Bułgarii, Rumuni i Irlandii wskaźnik ten był najniższy, poniżej 0,2% [15].

Sektory polityki, których celem jest promowanie tworzenia miejsc pracy, muszą uwzględniać istotny wkład małych i średnich przedsiębiorstw (MŚP) w dużą część europejskiej gospodarki i działalności zawodowej. MŚP reprezentują ponad 99% przedsiębiorstw w UE. To one zapewniają dwie trzecie wszystkich miejsc pracy w sektorze prywatnym, co pokazuje, że potrzeby MŚP powinny zostać wzięte pod uwagę w opracowaniu przepisów istotnych dla zatrudnienia.

Jako przykłady deficytowych zawodów w wielu krajach wymienia się m.in. inżynierów ochrony środowiska, audytorów energetycznych, inspektorów emisji w transporcie, elektryków, instalatorów izolacji cieplnej, instalatorów OZE. Państwa członkowskie zabiegają o to, aby wydawanie świadectw charakterystyki energetycznej budynków i przeglądy systemów ogrzewania i klimatyzacji były przeprowadzane w sposób niezależny przez wykwalifikowanych lub akredytowanych ekspertów, niezależnie od tego, czy prowadzą oni własną działalność, czy też są zatrudnieni w instytucjach publicznych lub przedsiębiorstwach prywatnych. Przy akredytacji ekspertów uwzględnia się ich fachowość⁽¹⁾. Rozwój szkolenia audytorów energetycznych na potrzeby budownictwa można uznać za przykład modelowy, sprawdzony pod względem poziomu kształcenia i potrzeb rynku.

Należy zapewnić również dostępność dostatecznej liczby wiarygodnych profesjonalistów, mających kompetencje w dziedzinie efektywności energetycznej, w celu zagwarantowania skutecznego i terminowego wdrożenia dyrektywy EED, na przykład w zakresie zgodności z wymogami odnoszącymi się do audytów energetycznych oraz wdrażania systemów zobowiązujących do efektywności energetycznej. Państwa członkowskie powinny zatem wprowadzić systemy certyfikacji w odniesieniu do dostawców usług energetycznych, audytów energetycznych i innych środków poprawy efektywności energetycznej [7].

Państwa członkowskie zapewniają, że systemy certyfikacji lub akredytacji lub równoważne systemy kwalifikacji, w tym w razie konieczności stosowne programy szkoleniowe, zostały udostępnione lub były dostępne dla dostawców usług energetycznych i audytów energetycznych, dla zarządców energii oraz dla podmiotów instalujących związane z energią elementy budynków określone w art. 2 ust. 9 dyrektywy 2010/31/UE [7]. Systemy te mają gwarantować odbiorcom przejrzystość, powinny być niezawodne i ułatwiać realizację krajowych celów efektywności energetycznej. **Według szacunków w UE działa 7001040 przedsiębiorstw usług energetycznych, których udział w rynku wynosi od 6,7 do 8,5 mld EUR, natomiast potencjał rynku szacuje się na 25 mld EUR [16].**

Jednym z priorytetów programu *Unia innowacji nowy program w ramach strategii Europa 2020* jest realizacja pomysłów na innowacyjne produkty poprzez ułatwienie innowacyjnym firmom dostępu do finansowania, stworzenie wspólnego rynku innowacji, promowanie otwartości i wykorzystanie twórczego potencjału Europy. Komisja wydała siedem zaleceń dla Polski na 2013 r., mających dopomóc jej w zwiększeniu wydajności gospodarki [17]. Jedno z zaleceń dotyczy innowacyjności „poziom inwestycji w badania naukowe i rozwój w Polsce jest bardzo niski, jeżeli chodzi o innowacyjność, to również znajduje się ona na niskim poziomie. Aby w większym stopniu oprzeć wzrost gospodarczy na innowacyjności, Polska powinna zachęcić sektor prywatny do inwestycji w badania i rozwój poprzez odpowiednią pomoc ze środków publicznych, takich jak bodźce podatkowe”.

1.)EPBD, Artykuł 17. Niezależni eksperci.

Wpływ rewitalizacji na rozwój Mazowsza

Plany rozwoju Mazowsza przedstawiono w dokumencie „Strategia rozwoju województwa mazowieckiego do roku 2030” (projekt) [18]. W projekcie stwierdzono, że „województwo mazowieckie, podobnie jak cała Polska, cechuje się bardzo niskim udziałem produkcji energii ze źródeł odnawialnych (udział energii elektrycznej z OZE poniżej 1%). Szersze wykorzystanie OZE pozwoli nie tylko na ograniczenie emisji szkodliwych substancji do atmosfery, lecz także zapobieganie lokalnym niedoborom energii poprzez produkcję energii bliżej odbiorcy końcowego i zmniejszenie strat spowodowanych złym stanem sieci energetycznych”.

Istotnym problemem jest także niska efektywność wykorzystywania energii w regionie. Poprawa efektywności możliwa jest poprzez modernizację systemów energetycznych, lokalne wytwarzanie energii, m.in. w procesach kogeneracji i poligeneracji, wdrażanie nowoczesnych technologii produkcji oraz energooszczędnych systemów transportu i konsumpcji, a także termomodernizację budynków i wdrażanie bardziej efektywnych systemów ogrzewania i chłodzenia.

W ostatnich latach na Mazowszu, podobnie jak w całym kraju, nastąpiło ograniczenie uciążliwości źródeł ciepła dla środowiska. Istnieje jednak ciągła potrzeba przeprowadzania remontów, instalowania urządzeń oczyszczających oraz likwidacji kotłowni lokalnych w miastach na rzecz rozbudowy systemów ciepłowniczych. Jako szanse wymienia się m.in.:

- poprawę bezpieczeństwa energetycznego regionu poprzez budowę nowych powiązań oraz rozwój lokalnych źródeł energii,
- ograniczenie emisji zanieczyszczeń poprzez rozwój czystych technologii,
- ograniczenie zużycia energii, w tym przez rozwój energooszczędnych technologii, szczególnie w przemyśle i budownictwie.

Wśród wyzwań w obszarze środowiska i energetyki na pierwszym miejscu zapisano „poprawę bezpieczeństwa energetycznego przez zwiększenie efektywności energetycznej i wzrost udziału energii pozyskiwanej ze źródeł lokalnych, w tym odnawialnych, oraz przebudowę systemu energetycznego w kierunku energetyki rozproszonej i smart regionu”.

W 2010r. w województwie mazowieckim sektor prywatny skupiał 668,2 tys. jednostek (w kraju 3787,8 tys., tj. 98,1% ogólnej liczby podmiotów gospodarczych (w kraju 96,9%). Około 73% tego sektora stanowiły osoby fizyczne (w kraju ok. 78%). Prawie 99% osób fizycznych stanowiły przedsiębiorstwa zatrudniające do 9 osób, czyli mikroprzedsiębiorstwa. W odniesieniu do sektora publicznego na Mazowszu zarejestrowanych było 12,8 tys. jednostek (w kraju 121,9 tys., tj. 1,9% ogólnej liczby podmiotów (w kraju 3,1%) [18].

W 2010r. nakłady na działalność innowacyjną w grupie przedsiębiorstw przemysłowych w województwie mazowieckim wynosiły ok. 6,2 mld zł, co stanowiło 26% wszystkich nakładów w Polsce. W porównaniu do 2005r., był to wzrost o ok. 75%. W 2010r. około 33% dużych firm z województwa mazowieckiego, zatrudniających powyżej 250 osób, wprowadziło na rynek nowe lub istotnie ulepszone produkty, przy średniej krajowej wynoszącej ok. 28%. Natomiast nowe lub istotnie ulepszone procesy wdrożyło 54% dużych firm w regionie (średnia dla kraju 51%). Zdecydowanie mniej wprowadzanych jest nowych produktów bądź ulepszonych procesów wśród małych i średnich

firm. Tylko 2,5% małych firm wprowadziło nowe lub istotnie ulepszone produkty dla rynku (średnia dla kraju 3,5%), natomiast nowe lub ulepszone procesy produkcji wdrożyło 6,4% małych firm (średnia dla kraju 6,9%).

Województwo mazowieckie należy do najbardziej innowacyjnych w kraju². W 2009r. przedsiębiorstwa przemysłowe i usługowe zlokalizowane w województwie mazowieckim poniosły najwyższe nakłady na działalność innowacyjną (odpowiednio 22,7% i 71,8%). Biorąc pod uwagę wysokość nakładów przypadających na jedno przedsiębiorstwo prowadzące działalność innowacyjną, w grupie przedsiębiorstw przemysłowych największe nakłady poniosły jednostki pochodzące z województwa pomorskiego, a w sektorze usług - podmioty z województwa mazowieckiego. W 2009r. z województwa mazowieckiego pochodziło najwięcej zgłoszeń wynalazków 644 wynalazki, co stanowi 22,2% wszystkich zgłoszeń w kraju, a najmniej z województwa lubuskiego 23 wynalazki (0,8%). Najwięcej patentów (339 patentów) na swoje wynalazki pozyskały podmioty z województwa mazowieckiego, co stanowiło 22,1% wszystkich udzielonych patentów, a najmniej z województwa warmińsko-mazurskiego 9 patentów (0,6%). W 2009r. najwięcej zgłoszeń o przyznanie ochrony własności przemysłowej w obszarze wzorów użytkowych pochodziło z województwa mazowieckiego 139 zgłoszeń (stanowiło to 18,9%), a najmniej z województwa lubuskiego 8 zgłoszeń (1,1%). Urząd Patentowy przyznał najwięcej praw ochronnych dla wzorów użytkowych jednostkom pochodzącym z województwa mazowieckiego 85 (19,7% wszystkich udzielonych praw ochronnych).

Samorząd województwa będzie m.in. wspierać przede wszystkim projekty o charakterze proekologicznym, zachowujące ład przestrzenny, o wysokiej efektywności energetycznej oraz niskich kosztach użytkowania. Wydaje się, że wszystkie te wymagania spełniają technologie stosowane przy renowacji budynków publicznych. Więcej interesujących informacji na temat rozwoju Mazowsza można znaleźć w pracach wydawanych w ramach serii Trendy rozwojowe Mazowsza[19].

W perspektywie finansowej w latach 2014-2020 zmienią się istotnie zasady finansowania regionu dla województwa mazowieckiego. Mazowsze będzie mogło liczyć tylko na pewną część dotychczasowej alokacji z funduszu strukturalnego (Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego i Europejskiego Funduszu Spójności) i uniknie gwałtownego spadku udziału funduszy. Ponadto województwo będzie wspierane na zbliżonym do obecnego poziomu z Funduszu Spójności oraz Europejskiego Funduszu Rolnego Rozwoju Obszarów Wiejskich i Europejskiego Funduszu Rybackiego. W praktyce wykorzystanie przez województwo tych funduszy będzie możliwe tylko przy bardzo dokładnym dopasowaniu priorytetów strategii województwa do priorytetów Komisji Europejskiej na lata 2014-2020. Rewitalizacja budynków publicznych jest doskonałym przykładem takiego dopasowania. O skali tego zjawiska może świadczyć to, że planowane środki finansowe z Funduszy Spójności w latach 2007-2013 na programy inwestycyjne zrównoważonej energii wynoszą około 9,4 mld EUR, z których przeznaczono ok. 4,8 mld EUR na OZE i ok. 4,6 mld EUR na efektywność energetyczną, a przecież w perspektywie 2014-2020, jak już zapowiedziano, efektywność energetyczna będzie miała zdecydowanie wyższy priorytet polityczny.

Celem lepszego uwzględnienia potrzeb w ramach polityki regionalnej tradycyjnie finansowano inwestycje służące efektywności energetycznej tylko w odniesieniu do budynków publicznych i komercyjnych. Obecnie możliwe jest wykorzystywanie tych funduszy we wszystkich państwach członkowskich również w sektorze budynków

2) *Innowacyjność gospodarki to zdolność i motywacja przedsiębiorców do prowadzenia badań naukowych polepszających i rozwijających produkcję, do poszukiwania nowych rozwiązań, pomysłów i koncepcji. Innowacja to wdrożenie w praktyce gospodarczej nowego albo znacząco udoskonalonego produktu, usługi lub procesu, w tym także wdrożenie nowej metody marketingowej lub organizacyjnej redefiniującej sposób pracy lub relacje firmy z otoczeniem, http://pl.wikipedia.org/wiki/Innowacyjno%C5%9B%C4%87_polskiej_gospodarki.*

mieszkalnych. Ponadto rozszerzono wykorzystanie instrumentów inżynierii finansowej na efektywność energetyczną w budynkach. Teraz ponad jedna trzecia środków z budżetu UE przeznaczana jest na Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego, Europejski Fundusz Społeczny oraz Fundusz Spójności. Fundusze te pozwalają ukierunkować inwestycje, tak by były one wydajne, a także aby przyczyniały się do inteligentnego i trwałego wzrostu gospodarczego sprzyjającego włączeniu społecznemu. Cele, na jakie przeznaczane są środki finansowe UE, to:

- lepsze i liczniejsze miejsca pracy,
- rozwój nowych technologii,
- nowatorskie badania naukowe,
- powszechny dostęp do szerokopasmowego Internetu,
- inteligentna infrastruktura transportowa i energetyczna,
- efektywne wykorzystywanie energii i odnawialne źródła energii,
- rozwój przedsiębiorczości,
- szkolenia i podnoszenie kwalifikacji.

Na lata 2014-2020 Komisja zaproponowała zwiększenie wydatków na EE i odnawialne źródła energii jako priorytety finansowane z EFRR. Zgodnie z tą propozycją w regionach bardziej rozwiniętych i w fazie transformacji 20% funduszy EFRR powinno być wydawane na EE i RES, a w mniej rozwiniętych regionach - 6%. Spowodowałoby to minimalny przydział 17 mld euro z EFRR dla EE i RES w latach 2014-2020, uwzględniając kwoty zaproponowane przez Komisję w wieloletnich ramach finansowych. Ponadto środki z Funduszu Spójności można będzie również przeznaczyć na EE i OZE. Proponuje się szersze zastosowanie instrumentów finansowych, który pozwoli na lepsze wykorzystanie prywatnego kapitału i przywrócenie płynności inwestowania w EE i RES.

Warunkiem wzrostu efektywności energetycznej w Europie jest nadanie oszczędnościom energii wymiaru finansowego za pomocą mechanizmów rynkowych. Potrzebne są zatem instrumenty pozwalające określić wartość finansową oszczędności energii i powiązać zyski przedsiębiorstw infrastrukturalnych (dostawców i dystrybutorów) z efektywnością energetyczną zamiast z ilością dostarczonej energii [20].

W wyniku realizacji inwestycji proekologicznych wzrośnie atrakcyjność inwestycyjna przyległych gruntów oraz rejonów, w których zostanie ona zrealizowana. Rozwój gospodarczy będący rezultatem poprawy infrastruktury technicznej w realizacji inwestycji (infrastruktura przesyłowa, media itp.) będzie wciąż stymulowany. Przedmiotowa korzyść jest trudna do oszacowania finansowego ze względu na brak wiarygodnych danych lub opracowań wskazujących na ilościowe powiązanie między inwestycją w ograniczenie zużycia energii a wartością nieruchomości oraz jej otoczenia. Dodatkowa trudność w oszacowaniu wynika bezpośrednio ze specyfiki rynku nieruchomości i zależności ceny gruntu od wielu czynników o charakterze lokalnym.

Plan na rzecz efektywności energetycznej [20] obejmuje wszystkie sektory od wytwarzania po odbiorców, oczywista zatem staje się konieczność rozszerzenia zakresu ram krajowych w celu objęcia nimi całego łańcucha dostaw energii, co pozwoli lepiej wykorzystać potencjał oszczędności energii. W praktyce oznacza to planowany wpływ na rynki energii poza UE, a więc możliwości eksportu zaawansowanych technologii i usług energetycznych.

Unia Europejska jest liderem w obszarze nowych technologii energetycznych, zwłaszcza w produkcji urządzeń dla OZE. Pomimo dużej konkurencji na rynkach światowych, polskie MŚP mogą wciąż oferować swoje usługi. Przykładem potencjalnych produktów MŚP z Mazowsza mogą być urządzenia elektryczne (maszyny elektryczne, transformatory) i energoelektroniczne dla OZE, np. dla elektrowni wiatrowych i wodnych, a także nowe materiały izolacyjne dla budownictwa.

Struktura organizacyjna wspierająca wzrost konkurencyjności MŚP

Działania rewitalizacyjne, przedstawione w monografii, które wspierają wzrost konkurencyjności MŚP na rynku produkcji i usług, wymagają stworzenia stałej struktury organizacyjnej na Mazowszu w formie Centrum Kompetencyjnego (CK). Proponowane CK prowadziłyby działania, które obejmowałyby sferę organizacyjną i techniczną. Ten obszar działania to budynki użyteczności publicznej:

- wymagające rewitalizacji,
- w trakcie rewitalizacji,
- po procesie rewitalizacji.

Celem CK byłoby szerokie wsparcie przede wszystkim MŚP (nie tylko) w celu wzrostu ich konkurencyjności na rynku usług i produkcji. Aby umożliwić realizację tego celu, należałoby:

- stworzyć bazę informacji niezbędną w procesie rewitalizacji BUP (prawnej, technicznej, organizacyjnej, finansowej, itp.),
- przygotować zestawienie informacji o aktualnym stanie instalacji w budynkach użyteczności publicznej (np. na Mazowszu) w kontekście potrzeb procesu rewitalizacji (lista rankingowa),
- aktualizować listy budynków rewitalizowanych,
- stworzyć bazę instytucji, osób kompetentnych wspierających przedsiębiorców (a szczególnie z sektora MŚP) w podejmowaniu decyzji o przystąpieniu do przetargu,
- udzielać wsparcia przez właścicieli BUP w działaniach w zakresie eksploatacji, np. na rzecz optymalnych kosztowo zakupów energii (np. wspólny zakup), monitoring stanu budynków itp.,
- stworzyć listę rankingową budynków po rewitalizacji.

Informacje te musiałyby być przekazywane władzom województwa. Stanowią one podstawę racjonalnych decyzji inwestycyjnych. Udostępnianie informacji przedsiębiorcom (a szczególnie z obszaru MŚP) zainteresowanym świadczeniem usług serwisowych czy outsourcingu na rzecz budynku lub zespołu budynków byłoby nie do przecenienia. CK wykonywałoby świadczenia tych usług nieodpłatnie. Sprawność działania CK jest uzależniona od dobrze zorganizowanej infrastruktury teleinformatycznej. CK powinno być instytucją powołaną przy marszałku województwa mazowieckiego. Zakres działania po pewnym czasie należałoby rozszerzyć także na inne budynki, które spełniają funkcje publiczne, np. budynki szkolne, szpitalne, obiekty wojskowe. W sferze technicznej należy opracować metodę i właściwe narzędzia pozwalające na praktyczną realizację powyższych działań.

Literatura

- [1]. *Efektywność wykorzystania energii w latach 2001-2011*, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2013.
- [2]. *Informacja na temat realizacji polityki energetycznej Polski do 2030 roku, dokument przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 14 lipca 2011.*
- [3]. *NFOŚiGW na rzecz efektywności energetycznej, Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, Warszawa 2010.*
- [4]. *Polityka energetyczna Polski do 2030 roku, dokument przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 10 listopada 2009.*

- [5]. Drugi Krajowy Plan Działań dotyczący efektywności energetycznej dla Polski, Urząd Regulacji Energetyki, Warszawa 2013; dostęp online: http://www.ure.gov.pl/download/1/5958/Drugi_Krajowy_Plan_EEn_17_04_2012_FINAL.pdf.
- [6]. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE z dnia 21 października 2009r. ustanawiająca ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących ekoprojektu dla produktów związanych z energią (wersja przekształcona), L 285/10 PL, Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej z dnia 31. 10. 2009.
- [7]. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/30/UE z dnia 19 maja 2010r. w sprawie wskazania poprzez etykietowanie oraz standardowe informacje o produkcji, zużycia energii oraz innych zasobów przez produkty związane z energią (wersja przekształcona), L 153/1, Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej z dnia 18. 06. 2010.
- [8]. ESCO narzędzie do poprawy efektywności energetycznej, dostęp online: <http://ecomanager.pl/?p=683>.
- [9]. Gospodarka Paliwowo-Energetyczna 20102011, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2012.
- [10]. Krajowe plany działań na rzecz efektywności energetycznej: sprawozdanie z wykonania Komisji SEC (2011) 276.
- [11]. Podręcznik. System Białych Certyfikatów w Polsce, Krajowa Agencja Poszanowania Energii S. A., dostęp online: http://www.mg.gov.pl/files/upload/18646/Podrecznik-Biale_certyfikaty_OSTATECZNY.pdf.
- [12]. Ustawa z dnia 5 czerwca 1998r. o samorządzie województwa (tj.: Dz. U. z 2013 r., poz. 596,645).
- [13]. Ustawa z dnia 6 grudnia 2006r. o zasadach prowadzenia polityki rozwoju (tj.: Dz. U. z 2009r. Nr 84, poz. 712, ze zm..
- [14]. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego oraz Komitetu Regionów. Program na rzecz nowych umiejętności i zatrudnienia: europejski wkład w pełne zatrudnienie, COM (2010) 682, wersja ostateczna.
- [15]. http://ec.europa.eu/europe2020/making-it-happen/key-areas/index_pl.htm.
- [16]. Bertoldi, Marino, Rezessy, Boza-Kiss, Energy Service Companies market in Europe JRC, 2010.
- [17]. http://ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-your-country/polska/country-specific-recommendations/index_pl.htm.
- [18]. <http://www.mbpr.pl/strategia-rozwoju-województwa-mazowieckiego-do-2020-r.html>.
- [19]. Trendy rozwojowe Mazowsza 2013, nr 9, <http://www.trendyrozwojowemazowsza.pl/seria-wydawnicza>.
- [20]. Plan na rzecz efektywności energetycznej z 2011 r., KOM (2011) 109, wersja ostateczna.

ABSTRACT

The role of local communities in creation of the local entrepreneurship has been discussed. Basic features of sustainable local communities have been presented. The four basic activities needed for creation of robust and stable local societies have been identified. The impact of revitalization of the public buildings on new jobs creation and innovation development in the Mazovia has been discussed. The usefulness of the ideas and concepts presented in the monograph has been confronted with the development plans of the Mazovia presented in the document "Strategy for the development of the Mazovia by the year 2030" (draft). It has been shown that revitalization actions proposed supporting the competitiveness of SME in the market of products and services require the creation of a permanent organizational structure in the form of a Competitiveness Centre.

Keywords: *revitalization of public buildings, principles of sustainable development, small and medium-sized enterprises, innovation*



250

