



nistycznych<sup>3</sup> – Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego dla miasta Lublina, wrzesień 2011.

## 5. Wnioski

1. Opracowany Energetyczny Audyt Miejski dla Lublina może być narzędziem do monitorowania i planowania zużycia energii w mieście.

2. EAM powinna posiadać każda gmina (miejska i wiejska), co ułatwi analizę stanu na wielu etapach zarządzania gminą, dzielnicą, osiedlem, jak też budynkiem.

3. Opracowany algorytm EAM wymaga jeszcze szeroko pojętej interdyscyplinarnej współpracy naukowców, ekspertów i władz w kierunku dopracowania metody prognozowania, co wymaga dalszych analiz kosztów w aspekcie stopy zwrotu i możliwego do uzyskania zysku energetycznego wychodzącego z zaproponowanego zakresu MDN/R+E.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Opis zadania badawczego nr 1 – Umowa Nr SP/B/1/91454/10 – realizowanego przez zespół Uniwersytetu Zielonogórskiego pod kierunkiem prof. Janiny Kopietz-Unger w ramach projektu strategicznego Narodowego Centrum Badań i Rozwoju pt. „Zintegrowany system zmniejszenia energochłonności budynków w latach 2010–2011”
- [2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzoru kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
- [3] Ostańska A., Podstawy metodologii tworzenia programów rewitalizacji dużych osiedli mieszkaniowych wzniesionych w technologii uprzemysłowionej na przykładzie osiedla im. St. Moniuszki w Lublinie, Politechnika Lubelska, Monografie Wydziału Inżynierii Budowlanej i Sanitarnej Vol. 1, Wydawnictwa Uczelniane Lublin 2009, s. 52
- [4] Ostańska A., Ocena dotychczasowych termomodernizacji wielorodzinnych budynków prefabrykowanych i propozycji poprawy stanu energetycznego w osiedlu mieszkaniowym. PRZEGLĄD BUDOWLANY 9/2011, s. 68–74
- [5] Materiały archiwalne uzyskane od UM Lublin i zarządców budynków wielorodzinnych
- [6] Materiały archiwalne uzyskane od LPEC
- [7] Główny Urząd Statystyczny: Mały rocznik

statystyczny 2007, tab. 6 (130) zasoby mieszkaniowe na podstawie spisów

- [8] Kopietz-Unger J., Działania zmierzające do zmniejszenia zużycia energii i wody bez uszczerbku na komforcie mieszkania. PRZEGLĄD BUDOWLANY 9/2011, s. 37–40
- [9] Ostańska A., Taracha K., Analiza możliwości działań naprawczych służących oszczędzaniu energii na przykładzie galeriowca. PRZEGLĄD BUDOWLANY 9/2011, s. 89–95
- [10] Wiśniewska U., z zespołem, Podejście kosztowe w wycenie nieruchomości: Metodologia; zużycie obiektów; przykłady. WAETOB, Warszawa 2010, s. 19
- [11] Biuletyn cen obiektów budowlanych BCO „SEKOCENBUD”, część I: Obiekty kubaturowe II kwartał 2011 r.
- [12] Ostańska A., Bąbol K., Inwentaryzacja – KB i Dane Audytowe – KEB, maszynopis wykonany w ramach zadania badawczego nr 1 realizowanego przez zespół Uniwersytetu Zielonogórskiego pod kierunkiem prof. Janiny Kopietz-Unger w ramach projektu strategicznego NCBiR pt. „Zintegrowany system zmniejszenia energochłonności budynków, Zielona Góra 2010–2011”
- [13] Ostańska A., Taracha K., Energetyczny Audyt Miejski (EAM) dla Lublina, maszynopis wykonany w ramach zadania badawczego nr 1 realizowanego przez zespół Uniwersytetu Zielonogórskiego pod kierunkiem prof. Janiny Kopietz-Unger w ramach projektu strategicznego NCBiR pt. „Zintegrowany system zmniejszenia energochłonności budynków, Lublin, lipiec 2011”

# Energetyczny audyt miejski – działania proceduralne wykorzystania wskaźników efektywności energetycznej

Dr inż. arch. Piotr Sobierajewicz, Uniwersytet Zielonogórski

## 1. Wprowadzenie

Efektywność wykorzystania energii może być postrzegana jako największe źródło energii, szczególnie w polskich warunkach. Większość zasobów mieszkaniowych w Polsce wymaga gruntownych remontów i termomodernizacji, które podniosą w sposób wyraźny standard mieszkań. Unia postawiła sobie za cel do 2020 roku oszczędności 20% zużycia ener-

gii pierwotnej<sup>1</sup>, głównie ze źródeł nieodnawialnych, poprzez podniesienie efektywności ich wykorzystania. Inwestowanie w efektywność energetyczną bardziej podnosi konkurencyjność i promuje zrównoważony rozwój w zarządzaniu zasobami budynków. W celu określenia priorytetów działań zmierzających do zmia-

<sup>1</sup> Komunikat Komisji: 20 i 20 do roku 2020: Szansa Europy na przeciwdziałanie zmianom klimatycznym; COM(2008) 30 wersja ostateczna z 23.1.2008 r.



ny stanu energetycznego i jakościowego budynków należy wprowadzić mechanizmy monitoringu zużycia energii w budynkach. Jednym z elementów tych działań jest określenie i ocena potencjału istniejących zasobów budowlanych. Od 1 stycznia 2012 r. wszystkie państwa członkowskie powinny uwzględniać normy efektywności energetycznej w zamówieniach publicznych<sup>2</sup>. Energooszczędność jest wpisana w strategię Unii Europejskiej do roku 2020 – Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju<sup>3</sup> w celu przejścia do sprawnej gospodarki. Budynki są szczególnie odpowiedzialne za stan energetyczny środowiska miejskiego. Jest wiele możliwych podejść do oceny energetycznej miasta, jak wykazały wyniki badań zadania 1 i 8 projektu strategicznego NCBiR pt. „Zintegrowany system zmniejszenia eksploatacyjnej energochłonności budynków”. Poniżej przedstawiona zostanie proponowana metoda wskaźnikowa. Pozwala ona na ocenę energetyczną przestrzeni zabudowanej i podejmowanie decyzji operacyjnych na poziomie samorządów gminnych.

Mapping wskaźników efektywności energetycznej tworzą parametry tzw. krytyczne, charakterystyczne dla poszczególnych budynków analizowanej strefy zabudowy miejskiej. Monitoring wskaźników jest procesem ciągłym, który zobrazowany jest w formie graficznej mappingu. Wartości poszczególnych wskaźników uzyskano z każdego etapu monitoringu, który określa warunki brzegowe dla kolejnych etapów monitorowania urbanistycznego. Tworzący się mechanizm wyzwała konieczność stałego podnoszenia standardów energetycznych budynków na coraz wyższy poziom efektywności. Zobowiązanie to narzuca konieczność opracowania własnych metod modelowania struktury zabudowy w celu osiągnięcia maksymalnych zysków ekonomicznych wynikających z poprawy energetycznej i jakościowej środowiska.

## 2. Potencjał efektywności energetycznej zabudowy miejskiej

### Podstawowe założenia

Zgodnie z ustawą o efektywności energetycznej (Dz. U. z 2011 r. Nr 94 poz. 551) istotne jest przyjęcie dostępnych środków w celu podnoszenia skuteczności, wydajności, użyteczności i trwałości efektów poprawy efektywności energetycznej budynków. Dla przestrzeni miejskiej zaproponowano *metodę zintegrowanej oceny wskaźnikowej*, jako dobrego narzędzia w zarządzaniu środowiskiem miejskim. Zgodnie z ustawą Prawo energetyczne (Dz. U. z 2011 r. Nr 205, poz. 1208) Art. 19. 1. Wójt (burmistrz, prezydent miasta) opracowuje projekt

założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe, zwany dalej „projektem założeń”. Projekt założeń sporządza się dla obszaru gminy co najmniej na okres 15 lat i aktualizuje co najmniej raz na 3 lata. Projekt założeń powinien określać:

- 1) ocenę stanu aktualnego i przewidywanych zmian zapotrzebowania na ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe;
- 2) przedsięwzięcia racjonalizujące użytkowanie ciepła, energii elektrycznej i paliw gazowych;
- 3) możliwości wykorzystania istniejących nadwyżek i lokalnych zasobów paliw i energii, z uwzględnieniem energii elektrycznej i ciepła wytwarzanych w odnawialnych źródłach energii, energii elektrycznej i ciepła użytkowego wytwarzanych w kogeneracji oraz zagospodarowania ciepła odpadowego z instalacji przemysłowych;
- 4) zakres współpracy z innymi gminami.

### Procedura działań w audycie miejskim

Regularny monitoring stref zabudowy w formie elektronicznej pozwoli na stworzenie map do kontroli efektywności energetycznej zabudowy. Monitoring należy poprzedzić następującymi działaniami składającymi się na audyt miejski:

– zbieranie danych informacyjnych o terenie zabudowanym, głównie wynikające z prawa miejscowego: zapisy w planach miejscowych, studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego, lokalnej agendy, strategii rozwoju, programów operacyjnych. Istotne dane to między innymi powierzchnie zabudowy – Pz, intensywność zabudowy – Iz, powierzchnie zielone i inne biologicznie czynne, rodzaj uzbrojenia terenu, gęstość zaludnienia, typy zabudowy. Dane te można uzyskać poprzez współpracę z systemem GUS i Systemem Informacji Geograficznej (GIS, ang. Geographic Information System), który służy do wprowadzania, gromadzenia, przetwarzania oraz wizualizacji danych o terenie zabudowanym,

– zbieranie danych z dokumentacji technicznej budynków w poszczególnych jednostkach przestrzennych (dane ogólne powierzchniowe – szczególnie powierzchnie i kubatury ogrzewane, dane funkcjonalne i technologiczne) dla określenia szacunkowego audytu energetycznego,

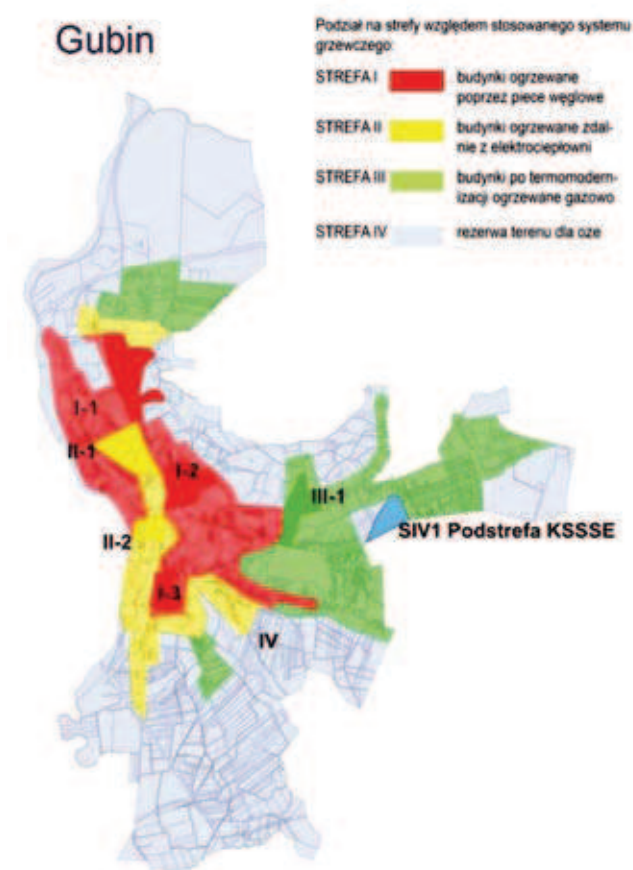
– wytypowanie budynków reprezentatywnych ze szczegółowymi audytami energetycznymi charakteryzującymi analizowaną strefę zabudowy,

– określenie rodzaju i wielkości stref zabudowy wynikających z typologii budynków (technologia, bryła, wiek, system ogrzewania i zasilania w media), przyjęcie głównego podziału strefy pod względem kryterium wiodących źródeł energii,

– przeprowadzenie badań ankietowych wśród mieszkańców lub wprowadzenie deklaracji środowiskowych dla każdego mieszkańca, zarządcy czy właściciela

<sup>2</sup> Konkluzje Rady Europejskiej, Bruksela, 4 lutego 2011 r., (OR. en), EUCO 2/11

<sup>3</sup> KOMUNIKAT KOMISJI, EUROPA 2020, Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu, KOM(2010) 2020, Bruksela, 3.3.2010



Rys. 1. Gubin. Przykład podziału strefowego dla miasta

nieruchomości w zakresie priorytetów poprawy stanu technicznego i energetycznego, kosztów eksploatacyjnych, zużycia mediów i energii,

- wprowadzanie i weryfikacja danych w system monitoringu (elektroniczna matryca danych),
- analiza i przetwarzanie danych w celu określenia wskaźników potencjału efektywności energetycznej – Wee, dla budynków i ich zespołów, dla przyjętych parametrów wejściowych tzw. krytycznych (elektroniczna matryca wskaźnikowa),
- bilansowanie wyników i prezentacja graficzna jako mapping wskaźników Wee przyporządkowanych każdej strefie zabudowy miejskiej. Istnieje możliwość wykorzystania technologii Automated Mapping/Facilities Management (AM/FM).

Poprzez współpracę z właścicielami i zarządcami budynków konieczne jest aktualizowanie danych matrycowych i wskaźników efektów poprawy energetycznej zasobów miejskich.

Ważnym elementem procedury działań audytu miejskiego jest komunikacja z użytkownikami określonych nieruchomości.

#### Podziały na strefy energetyczne

Zebrane dane o terenie zagospodarowanym w analizowanych strefach zabudowy należy rozpocząć o zba-

Tabela 1. Typoszeręg budynków w zależności od kategorii i funkcji budynku.

Rodzaj budynku	Schemat	Opis
R1		Budynek jednorodzinny – kat. 1/ technologia tradycyjna
R2		Budynek jednorodzinny – kat. 2/ technologia mieszana
R3		Budynek wielorodzinny – kat. 1/ technologia tradycyjna
R4		Budynek wielorodzinny – kat. 2/ technologia mieszana
R5		Budynek wielorodzinny – kat. 3/ technologia uprzemysłowiona
R6		Budynek Użyteczności Publicznej – kat. 2/ technologia mieszana

dania zapisów prawa miejscowego. W pierwszej kolejności należy odpowiedzieć na pytanie:

- jakie są ograniczenia prawne i bariery wprowadzenia rozwiązań poprawy energetycznej budynków włącznie z wprowadzeniem OZE – odnawialnych źródeł energii?,
- jakie są możliwości dekompozycji przestrzeni w wyniku działań obniżających zużycie energii?,
- jakie są źródła finansowania takich inwestycji?.

Kolejne kroki postępowania to określenie wstępnego podziału obszaru przestrzennego miasta na strefy, wynikające z charakterystyki zasilania budynków i ich zespołów. Podział ten jest istotny w celu uruchomienia mechanizmu samo naprawczego, poprawiającego stan energetyczny obszarów zabudowanych. Zatem obszary zabudowy uporządkowano wg przyjętych kryteriów, w grupy energetyczne służące do prezentacji graficznej badanej problematyki efektywności energetycznej:

**Strefa czerwona** oznacza – zabudowę budynkami, w których główne źródło energii stanowi paliwo stałe jak: węgiel, miął, koks.





**Strefa żółta** oznacza – zabudowę budynkami, w których główne źródło energii pochodzi ze zdalnej ciepłowni zasilanej paliwem stałym lub gazowym.

**Strefa zielona** oznacza – zabudowę, w której głównym źródłem energii jest gaz zasilający kotłownie lokalne.

**Strefa niebieska** – zabudowa o niskim poborze energii, zasilana z własnych systemów energii odnawialnej ewentualnie posiadająca cechy zero i plus energetyczne.

Przyjęte w strefach budynki stanowią bazę danych energetycznych zabudowy jak również bazę socjoekonomiczną dla dalszej parametryzacji i analizy przestrzeni zabudowy.

#### Podział zabudowy względem typoszeregu budynków

W tabelach poniżej zestawiono budynki wg wyznaczonego typoszeregu. Przedstawiony podział strefowy budynków zaproponowano dla celów prowadzenia badań optymalizacji energetycznej. Przyjęcie podziału budynków na typoszereg R1–R6, tabela 1 pozwala usystematyzować budynki pod względem funkcjonalnym z podziałem na mieszkalne i nie mieszkalne (głównie użyteczności publicznej). Dodatkowy podział budynków pod względem prawa własności wpływa na możliwość przeprowadzenia oceny socjoekonomicznej przestrzeni zabudowanej.

Przyjęty podział typologiczny budynków służy do wariantowania i optymalizacji detali technicznych budynku odpowiedzialnych za oszczędność energii. Skoncentrowano się na tych elementach, które w audytach energetycznych są przedmiotem wariantowości wyboru optymalnej wersji realizacyjnej w procesie termomodernizacji budynków. Należą do nich takie elementy jak:

- docieplenie ścian zewnętrznych,
- docieplenie stropodachu,
- docieplenie piwnic/podłogi na gruncie,
- wymiana stolarki,
- modernizacja systemu C.O. z możliwością skojarzenia z OZE,
- modernizacja C.W.U. z wykorzystaniem systemów OZE,
- modernizacja wentylacji.

W dalszych analizach wskaźnikowych elementy te odpowiadają za *wskaźniki twardego zużycia energii*. Elementarne podejście do każdego budynku skutkuje wskazaniem słabych punktów oraz możliwością ich oceny i poprawy.

Istnieje również możliwość oszacowania kosztów doprowadzenia budynku do stanu maksymalnych efektów energetycznych, z uwzględnieniem stylu i sposobu użytkowania jako *miękkie wskaźniki zużycia energii*.

Wiedza na temat obydwu wskaźników zużycia energii, twardych i miękkich pozwala prowadzić racjonalne działania w kierunku budynków zeroenergetycznych.

#### Zebrane danych wejściowych dla budynków

Dane o budynkach uzyskane są od mieszkańców, właścicieli, zarządców lub z ewidencji gruntów, budynków i lokali, której dostępność i aktualizację określa Ustawa z 17 maja 1989 r. Prawo geodezyjne i kartograficzne (tekst jedn. Dz. U. z 2010 r. Nr 193, poz. 1287 z późn. zm.). Oprócz danych ogólnych ważne jest określenie technologii wykonania, która ma swoje uzasadnienie w przypadku analizowania budynków pod kątem całkowitego zużycia energii w pełnym cyklu życia budynku LCA. W większości przypadków podejście do oceny poprawy efektywności energetycznej budynków przeprowadza się z uwzględnieniem stanu bieżącego.

Największa ilość spośród badanych budynków wykonana została w technologii tradycyjnej – kat.1. Kategoria ta charakteryzuje budynki z okresu przedwojennego i często współczesne budynki jednorodzinne. W kat. 1 najwięcej jest budynków zasilanych z kotłowni węglowych, natomiast w technologii uprzemysłowionej najwięcej jest budynków zasilanych ciepłem systemowym. Poniżej przedstawiono budynki zmonitorowane w Gubinie rozdysponowane w strefy energetyczne zabudowy.

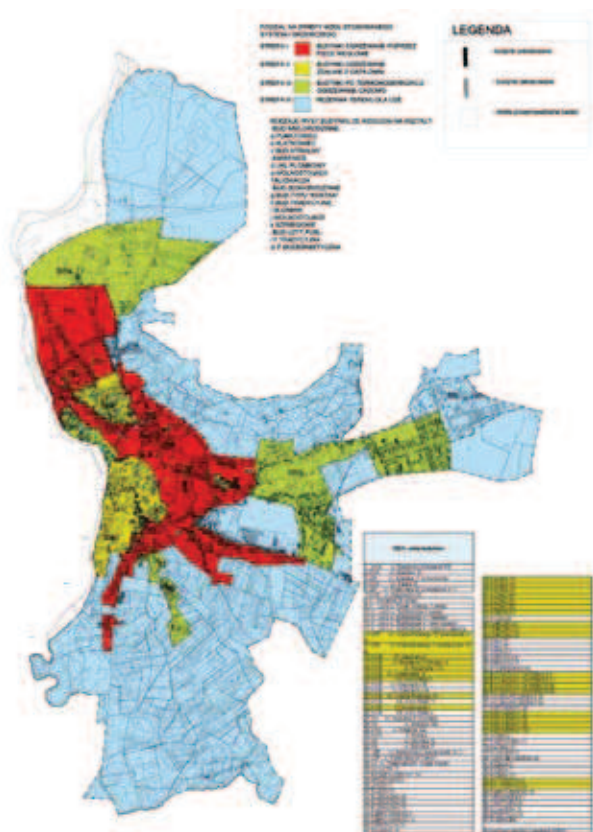
Każda analizowana strefa powinna charakteryzować się określonym typem zabudowy, dla której zostaną wytypowane budynki reprezentatywne. Budynki reprezentatywne powinny posiadać pełną dokumentację budowlaną: projekt budowlany, książkę obiektu, audyt energetyczny. Dla każdej ze stref należy określić budynki reprezentatywne. Będą one charakteryzować stan ekoenergetyczny przestrzeni, którą tworzą. Ich parametry określać będą parametry krytyczne, które podlegać będą monitorowaniu w celu stałego podnoszenia efektywności energetycznej.

#### Przykład monitorowania budynku reprezentatywnego

Przedstawiono jeden z wielu budynków użyteczności publicznej należący do tzw. czerwonej strefy zabu-

**Tabela 2.** Gubin. Podział budynków ze względu na technologię budowy

Kategoria budynków	S.1 Czerwona Ilość budynków	S.2 Żółta Ilość budynków	S.3 Zielona Ilość budynków	S.4 Niebieska Ilość budynków
Kat. 1 – Technologia tradycyjna	12 budynków	1	9	brak
Kat. 2 – Technologia mieszana	4 budynki	4	2	brak
Kat. 3 – Technologia uprzemysłowiona	brak	11	1	brak



**Rys. 2.** Gubin. Dyspozycja budynków w strefach energetycznych

dowy. Cechy charakterystyczne dla tego budynku zestawiono w tabeli 3. Niezbędne dane do dalszej parametryzacji stref zabudowy mogą być rekomendowane do wprowadzenia na poziomie informacji jawnej w ewidencji gruntów, budynków i lokali jako mapping GIS-owski. Jednym z trudniejszych parametrów energetycznych stref zabudowy jest określenie energii pierwotnej strefy, ponieważ zależy ona nie tylko od rodzaju źródła energii i systemu zasilania, ale stanu technicznego budynku oraz sposobu użytkowania budynku. Stwierdzono, że wiele budynków badanych zachowywało obowiązujące standardy wynikające z warunków technicznych obowiązujących w danym czasookresie ich powstania, jednak wymagają one stałej procedury decyzyjnej poprawy energetycznej. W tym celu zaproponowano wprowadzanie i weryfikację danych w system monitoringu GIS, w formie elektronicznej matrycy danych.

#### Analiza i przetwarzanie danych

Przetwarzanie danych wejściowych dla budynków reprezentatywnych związane jest z koniecznością określenia wskaźników potencjału efektywności energetycznej – Wee, dla budynków i ich zespołów, dla przyjętych parametrów wejściowych tzw. krytycznych. Do wyznaczenia wskaźników przyjmuje się budynki, których parametry uzyskano przez deklaracje



**Rys. 3.** Gubin. Budynek reprezentatywny typu R-6, użyteczności publicznej

ankietowe i audyty energetyczne zgodnie z Ustawą<sup>4</sup>. Efektywność energetyczna stref zabudowy ma wpływ na sytuację przestrzenną w aspekcie szerszym mianowicie społecznym i ekonomicznym. Poniżej przedstawiono przykład parametryzacji przestrzeni zabudowanej w jednej ze stref energetycznych miasta Gubin. Charakterystyczna zabudowa, w której dominuje określony pod względem energetycznym typ budynków reprezentatywnych, została sparametryzowana pod względem określenia wskaźników potencjału efektywności energetycznej jako wskaźników urbanistyczno-energetycznych. Parametry pozwalające określić powyższe wskaźniki przedstawiono w tabeli 4.

#### Bilansowanie i prezentacja graficzna (mapping wskaźników Wee)

Zwieńczeniem prowadzonych działań proceduralnych oceny efektywności energetycznej przestrzeni miejskiej jest bilans energetyczny wszystkich stref zabudowy włącznie z całkowitą emisją CO<sub>2</sub> dla miasta. Na podstawie przeprowadzonego testu modelowego dla miasta Gubin obliczono parametry krytyczne wszystkich jednostek przestrzennych w mieście. Bilans parametrów krytycznych w powiązaniu z powierzchniami aktywnymi przedstawiono w formie graficznej na planie miasta.

Prezentacja podstawowych wyników jest nie wystarczająca dla prowadzenia polityki zwiększania efektywności energetycznej zasobów miejskich. W tym celu zaproponowano wprowadzenie porównawczych wskaźników efektywności energetycznej w powiązaniu z wcześniej uzyskanymi parametrami krytycznymi stref zabudowy.

<sup>4</sup> Audyty energetyczne, zgodnie z Ustawą o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych, Dz. U. nr 152, poz. 1121 z 18.12.1998 r. wraz z późniejszymi zmianami,



**Tabela 3.** Gubin. Pakiet podstawowych danych budynku reprezentatywnego dla energetycznej oceny strefowej zabudowy.

**Dane ogólne**

Rok bud.	Źródło ciepła	Technologia wykon.	Rok termomodernizacji	Zarządca	Typ budynku/zabudowy	Ilość klatek schod.
1975–80	Węgiel/lok. kott.	Mieszana – Kat. 2	bez	MZUK	UZP/wolnostoj.	3

Ilość kondygnacji nad/podziem	Pow. zab. [m <sup>2</sup> ]	Pow. użyt. ogrzewana [m <sup>2</sup> ]	Kubatura [m <sup>3</sup> ]	Kubatura ogrzewana [m <sup>3</sup> ]	Całk. powierz. przegród zewn. Af [m <sup>2</sup> ]	Wskaźnik A/V	Liczba lokali [szt.]	Liczba użytkowników [szt.]
2n/1p	1260,93	3444,00	12416,00	11050,24	4345,60	0,39	39,00	200,00

**Dane dotyczące kosztów eksploatacyjnych**

Koszt zużycia gazu Qg [zł/mies.]	Koszt zużycia gazu/osobę Qg/os. [zł/mies./os.]	Koszt zużycia węgla Qw [zł/rok]	Koszt zużycia węgla/os. Qw/os. [zł/rok/os.]	Koszt energii elekt. Qel [zł/mies.]	Koszt zużycia energii elektr./osobę Qel/os. [zł/mies./os.]	Zużycie wody zimnej [m <sup>3</sup> /rok]
60000,0	300,0	3009,0	15,0	105,0	60000,0	300,0

**Dane dotyczące zużycia energii**

Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło Ep [KWh/m <sup>2</sup> /rok]	Roczne zapotrzebowanie na energię końcową QK = QK,H + QK,W + QK,L [KWh/rok]	Roczne zapotrzeb. na oświetlenie QK,L [KWh/rok]	Zużycie energii cieplnej Qc [Qco,cw] [GJ/rok]	Zużycie węgla [tony/rok]	Wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło Ev [KWh/m <sup>2</sup> /rok]
328,24	694500,00	36108,0	2500,0	100,0	36,43

Zaproponowano podział wskaźników efektywności energetycznej w dwóch grupach. Grupa I dotyczy wskaźników dla terenu zabudowanego i Grupa II dotyczy wskaźników efektywności energetycznej dla budynków. Wskaźniki zostały opracowane na podstawie monitoringu danych wyjściowych tzn. parametrów krytycznych. Należą do nich następujące wskaźniki efektywności energetycznej Wee:

**I Grupa – teren WLe**

Wskaźniki efektywności energetycznej terenu zabudowanego i środowiska – rekomendacja do polityki środowiskowej, przestrzennej, energetycznej.

– **WLez** – [GJ/m<sup>2</sup>] wskaźnik efektywności zabudowy: zużycia energii na powierzchnię zabudowy,

– **WLebc** – [GJ/m<sup>2</sup>] wskaźnik efektywności powierzchni biologicznie czynnej: wykorzystania energii przez powierzchnie biologicznie czynną.

**II Grupa – budynek i zespoły budynków WBe**

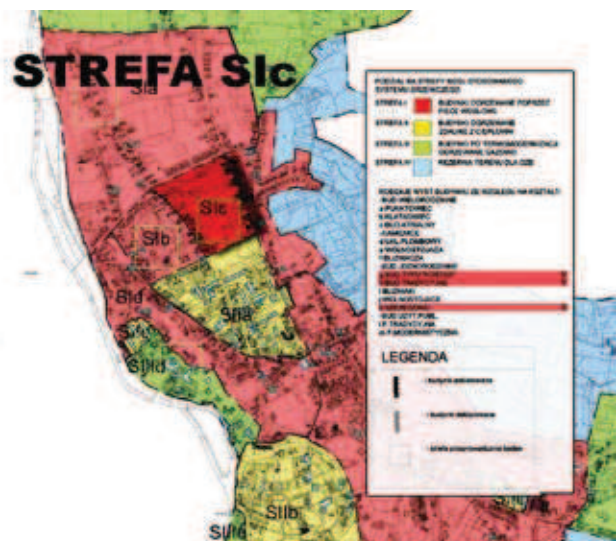
Wskaźniki efektywności energetycznej budynków tworzących i przyporządkowanych do stref energetycznych zabudowy – rekomendacja do polityki środowiskowej, przestrzennej, energetycznej, ekonomicznej i mieszkaniowej. Należą do nich tzw. wskaźniki miękkie **WBM** niezależne od struktury i twarde **WBT** zależne od struktury budynku:

– **WBMou** [m<sup>2</sup>/os.] wskaźnik efektywności wykorzystania powierzchni ogrzewanej budynku: ilość osób do powierzchni użytkowej ogrzewanej,

– **WBTze** [GJ bez termo /GJ z termo] wskaźnik efektywności zysku energetycznego budynku: zużycie energii przed i po termomodernizacji. Jest to wskaźnik bezwymiarowy efektu końcowego osiągniętego w wyniku podjętych działań termomodernizacyjnych

- **WBmeu** – [GJ/os.], wskaźnik efektywności potencjału wykorzystania energii przez użytkowników budynku,
- **WBmul** – [U/L], wskaźnik efektywności wykorzystania lokali: czyli liczba użytkowników przypadająca na liczbę lokali ogrzewanych w budynku,
- **WBtek/p** – [GJ/rok], wskaźnik efektywności zużycia energii końcowej/pierwotnej: bezpośrednie zużycie energii przez strukturę budynku, zależne od sprawności i rodzaju systemu grzewczego oraz przesyłu energii.

Proponowane wskaźniki efektywności energetycznej dla Grupy I i II reprezentują stan zużycia energii i emisji CO<sub>2</sub> dla budynków i stref zabudowy.



**Rys. 4.** Gubin. Parametryzacja strefy S1c wg przyjętych typologii budynków





**Tabela 4.** Gubin. Przykład określenia parametrów krytycznych stref zabudowy – strefa S1c

CHARAKTERYSTYCZNE PARAMETRY STREFOWE – STREFA S1c	DANE LICZBOWE*
Powierzchnia strefy:	126225,0 m <sup>2</sup>
Pow. zabudowy w strefie:	1672,0 m <sup>2</sup>
Pow. biologicznie czynna:	124583,0 m <sup>2</sup>
Gęstość zaludnienia na os./m <sup>2</sup> :	0,0006 os./m <sup>2</sup>
Pow. ogrzewana w strefie:	1577,0m <sup>2</sup>
Zapotrzebowanie na energię końcową Qk/rok na m <sup>2</sup> pow. ogrzewanej 1,42GJ/m <sup>2</sup> /rok x 277,8:	394,48 kWh/m <sup>2</sup> /rok
Zapotrzebowanie na energię końcową Qk/rok strefy:	621 994,2 kWh/rok (2239,0 GJ/rok)
koszt energii Qk na rok w strefie:	55 800,0 zł/rok
Emisja CO <sub>2</sub> /rok strefy: Wskaźnik emisji CO <sub>2</sub> /Pow. strefy[kg/m <sup>2</sup> /rok]	134,3 Mg/rok 1,06 kg/m <sup>2</sup> /rok

\*Opracowano na podstawie audytów energetycznych oraz danych ewidencyjnych dla miasta Gubin

### 3. Wnioski

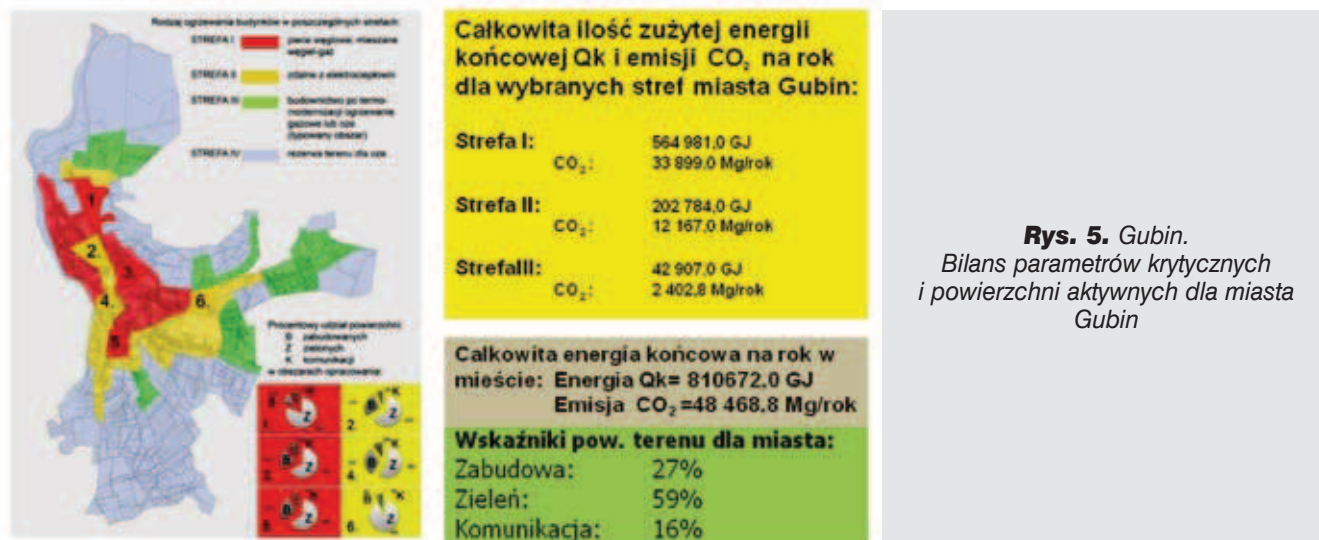
Procedura wskaźnikowa pozwala przeanalizować potencjał własnych zasobów w zakresie zużycia energii oraz wypracowywać ścieżki poprawy energetycznej własnych zasobów. Proste monitorowanie potencjału efektywności energetycznej przez metodę wskaźnikową umożliwia wprowadzenie procedury elektronicznego monitoringu i otwiera ogólną dostępność do informacji publicznej związanej ze stanem energetycznym własnych zasobów miasta. Upowszechnienie metody w internecie jako interaktywnej zwiększy zaangażowanie społeczne i konkurencyjność działań podnoszących efektywność energetyczną budynków i terenów w mieście. Zaproponowano metodę, która wpisuje się w wymogi ustawy Prawo energetyczne, ustawy o efektywności energetycznej z 2011 roku będącej odpowiedzią na Dyrektywę EPBD 2002/91/WE ze zmianą w 2010

roku jako tzw. Recast Dyrektywy EPBD (2010/31/EU). Metoda wskaźnikowa parametrów energetycznych stref zabudowy przedstawia charakterystykę warunków środowiska zabudowy, jego stan techniczny i obciążenie środowiska emisją CO<sub>2</sub>. W ten sposób możliwe jest określenie granic ryzyka inwestycyjnego oraz skuteczności i trwałości podejmowanych działań. Poprzez analizę wskaźnikową możliwe jest stałe doskonalenie i wprowadzanie lepszych procedur i technik do własnych zasobów.

Do rekomendacji działań należy wskazać zmianę ustawy o planowaniu przestrzennym, która powinna uwzględniać procedury wynikające z prawa energetycznego. Wiąże się to z koniecznością monitorowania przestrzeni miejskiej np. poprzez wskaźniki efektywności energetycznej. Skuteczność działań jest możliwa tylko i wyłącznie gdy zadania własne Gminy będą realizowane poprzez aktualizację ciągłą Planów Miejscowych wynikającą z monitoringu wskaźników ekoenergetycznych jako wskaźników urbanistycznych będących załącznikiem planów miejscowych lub studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy w powiązaniu z Systemem Informacji Geograficznej GIS.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Sobierajewicz P., Modelowanie przestrzeni miejskiej w aspekcie oszczędności energii dla wybranych miast. Przegląd Budowlany 3/2011, s. 84–88
- [2] Sobierajewicz P., Renowacja przestrzeni śródmiejskiej. Przegląd Budowlany 4/2011, s. 37–42
- [3] Sobierajewicz P., Analiza modelowania eko-energetycznej przestrzeni miejskiej na przykładzie miasta Gubin. Przegląd Budowlany 5/2011, s. 37–42
- [4] Sobierajewicz P., Architektura w tworzeniu przestrzeni zdrowej egzystencji. Architektura i technika a zdrowie : VII międzynarodowe sympozjum. Gliwice, Polska, 2010 – Gliwice: Politechnika Śląska, Wydział Architektury, 2010, s. 155–172
- [5] Grzegorz M., Leszek L., Systemy Informacji Geograficznej. Zarządzanie danymi przestrzennymi w GIS, SIP, SIT, LIS, wydawnictwo Helion, Gliwice 2005



**Rys. 5.** Gubin. Bilans parametrów krytycznych i powierzchni aktywnych dla miasta Gubin