

**Łukasz Szalata, Kornelia  
Kwiecińska, Kamil Wiśniewski,  
Jerzy Zwoździak**

---

**Budownictwo pasywne elementem  
modelu M ekorozwoju oraz filarem  
wizerunku Wrocławia i Dolnego  
Śląska**

---

Problemy Zarządzania, Finansów i Marketingu 40, 83-98

---

2015

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach  
dozwolonego użytku.

ŁUKASZ SZALAŁATA<sup>1</sup>

KORNELIA KWIECIŃSKA<sup>2</sup>

Politechnika Wroclawska

KAMIL WIŚNIEWSKI<sup>3</sup>

Polski Instytut Budownictwa Pasywnego i Energii Odnawialnej w Gdańsku

JERZY ZWOŹDZIAK<sup>4</sup>

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Warszawie

## BUDOWNICTWO PASYWNE ELEMENTEM MODELU M EKORozwoJU ORAZ FILAREM WIZERUNKU WROCLAWIA I DOLNEGO ŚLĄSKA

### Streszczenie

Wdrażanie przez Polskę zobowiązań wynikających ze Strategii Unii Europejskiej 2020 w zakresie zwiększenia produkcji energii, ciepła i chłodu z odnawialnych źródeł energii do poziomu 15% oraz stałej poprawy komponentów środowiska stanowi wyzwanie nie tylko dla Wrocławia i województwa dolnośląskiego, ale również dla całej Polski. W artykule autorzy zaprezentowali autorski model M ekorozwoju Dolnego Śląska i Wrocławia jako miasta niskowęglowego/niskowęglowego, którego podstawowym filarem są m.in. inwestycje w odnawialne źródła energii (OZE) i zwiększenie ich udziału w skali regionu. Wykazują także możliwości i szanse związane z realizacją budownictwa pasywnego/plusenergetycznego jako jednego z kluczowych elementów modelu M. Przedstawione w artykule rozwiązania kreują ekologiczny wymiar wizerunku regionu, z uwzględnieniem zasady trwałego zrównoważonego rozwoju miasta oraz województwa w perspektywie do 2020 roku.

**Słowa kluczowe:** model M, ekorozwój, wizerunek regionu, zrównoważony rozwój, odnawialne źródła energii, budownictwo pasywne, zielone dachy

---

<sup>1</sup> lukasz.szalata@pwr.edu.pl.

<sup>2</sup> kornelia.kwiecinska@pwr.edu.pl.

<sup>3</sup> arch.kamil.wisniewski@gmail.com.

<sup>4</sup> zwozdziak@wp.pl.

## Wprowadzenie

Strategia Unii Europejskiej 2020 w zakresie zwiększenia produkcji energii, ciepła i chłodu z odnawialnych źródeł energii do poziomu 15% oraz dążenia do stałej poprawy komponentów środowiska, stanowi wyzwanie nie tylko dla Wrocławia i województwa dolnośląskiego, ale również dla całej Polski. W związku z powyższym zaprezentowano autorski model M ekorozwoju Dolnego Śląska i Wrocławia jako miasta niskowęglowego/niskoemisyjnego, którego podstawowym filarem są m.in. inwestycje w odnawialne źródła energii (OZE) i zwiększenie ich udziału w skali regionu oraz wykazują możliwości i szanse związane z realizacją budownictwa pasywnego/plusenergetycznego jako jednego z kluczowych elementów modelu M. Przez zaprezentowanie w przedmiotowym artykule możliwych do realizacji rozwiązań prośrodowiskowych w aspekcie ekonomicznym, ekologicznym i społecznym, został wskazany kierunek rozwoju w ujęciu kreowania prośrodowiskowego wizerunku regionu w obszarze miasta oraz województwa z uwzględnieniem zasady trwałego zrównoważonego rozwoju<sup>5</sup> w perspektywie do 2020 roku<sup>6</sup>. Jednymi z kluczowych składowych budowania wizerunku regionu w ramach modelu M są zagadnienia związane bezpośrednio z rozwiązaniami opartymi na szeroko rozumianej efektywności energetycznej obiektów oraz technologii zielonych dachów.

W celu przybliżenia sposobu myślenia autorów, w przedmiotowym tekście wprowadzono pojęcie miast niskowęglowych, co odnosi się do konieczności ograniczania w obrębie aglomeracji miejskich procesów spalania węgla, tradycyjnie mających na celu wytworzenie energii elektrycznej oraz produkcję ciepła. Pojęcie miast niskoemisyjnych obejmuje natomiast wiele działań, zmierzających do ograniczania emisji ubocznych produktów spalania paliw konwencjonalnych oraz poszukiwanie alternatywnych sposobów produkcji energii z odnawialnych źródeł. Oba pojęcia stanowią nowe i innowacyjne zagadnienia, które obejmują skoordynowane, wielowymiarowe działania, mające na celu zmniejszenie emisji dwutlenku węgla. Inwestycje w odnawialne źródła energii, racjonalne rozplanowanie pod względem urbanistycznym, wykorzystanie atutów krajobrazowych oraz powierzchni dachowej jako możliwie biologicznie czynnej, stałe poszukiwanie rozwiązań niskoemisyjnych również w zakresie szeroko rozumianego bu-

---

<sup>5</sup> H. Rogall, *Ekonomia zrównoważonego rozwoju – teoria i praktyka*, Wyd. Zysk i S-ka, Poznań 2010, s. 54–82.

<sup>6</sup> E. Glaeser, *Motory postępu*, „Scientific American. Świat Nauki” 2011, nr 10, s. 36–37.

downictwa (w tym budownictwa niskoenergetycznego i pasywnego), to podstawowe założenia uwzględniane w czasie planowania strategii zrównoważonego rozwoju oraz wzmocnienia proekologicznego wizerunku regionu.

Działania w zakresie gospodarki niskoemisyjnej/niskowęglowej w ostatnich latach stały się istotnym elementem składowym modelu M Wrocławia i Dolnego Śląska, zawierającym założenia idei trwałego zrównoważonego rozwoju Unii Europejskiej, z uwzględnieniem poszczególnych regionów krajów członkowskich.

### **Model M ekorozwoju Wrocławia i Dolnego Śląska**

Kluczowym elementem opracowanego dynamicznego modelu M ekorozwoju Wrocławia jako miasta niskowęglowego/niskoemisyjnego jest zakres implementacji i zwiększenia produkcji energii, ciepła i chłodu z odnawialnych źródeł energii. Nawiązując do definicji zawartej w artykule 3 pkt 20 Prawa energetycznego z 4 maja 2015 roku, odnawialne źródło energii to źródło wykorzystujące w procesie przetwarzania energię wiatru, promieniowania słonecznego, aerotermalną, geotermalną, hydrotermalną, fal, prądów i pływów morskich, spadku rzek oraz energię pozyskiwaną z biomasy, biogazu pochodzącego ze składowisk odpadów, a także biogazu powstałego w procesach odprowadzania lub oczyszczania ścieków albo rozkładu składowanych szczątków roślinnych i zwierzęcych, oraz zapisów ustawy o Odnawialnych Źródłach Energii z 20 lutego 2015 roku, gdzie odnawialne źródło energii to odnawialne, niekopalne źródła energii obejmujące energię wiatru, energię promieniowania słonecznego, energię aerotermalną, energię geotermalną, energię hydrotermalną, hydroenergię, energię fal, prądów i pływów morskich, energię otrzymywaną z biomasy, biogazu, biogazu rolniczego oraz z biopłynów.

Na badanym obszarze Wrocławia, rozszerzonego o teren Dolnego Śląska, wyraźnie można zauważyć duży potencjał w zakresie rozwoju czystej energetyki, czyli zwiększenia wykorzystania i produkcji energii, ciepła i chłodu z promieniowania słonecznego, siły wiatru, energii wodnej oraz wykorzystania potencjału energetycznego rzek. Należy racjonalnie gospodarować regionalnymi instalacjami w ujęciu możliwości produkcji energii poza podstawową funkcją tych instalacji. Obecnie znaczenie dywersyfikacji źródeł energii, w tym m.in. istotne zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii w strukturze miksu energetycznego jest coraz większe. Ważność tych źródeł powiązana jest z realną redukcją emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery, ograniczeniem uzależnienia od importu surowców

energetycznych, wykorzystaniem w racjonalny sposób potencjału środowiskowego i stanowi istotny element rozwoju próśrodowiskowego w ujęciu lokalnym i regionalnym.

Bazując na powyższych założeniach, opracowano autorski model ekorozwoju Wrocławia i Dolnego Śląska, zwany modelem M. Celem modelu jest ograniczenie emisji gazów cieplarnianych do atmosfery na terenie miasta o około 6% do roku 2020, przez zwiększenie o około 6,5% produkcji energii, ciepła i chłodu z odnawialnych źródeł energii, ograniczenie niskiej emisji i znaczące zwiększenie wdrażania technologii domów niskoenergetycznych i pasywnych oraz plusenergetycznych. Kluczowy jest odpowiedni wybór działań w zakresie redukcji emisji gazów cieplarnianych przy uwzględnieniu efektywności kosztowej, czynnika społecznego, środowiskowego i wymiaru regionalnego. W proponowanym modelu wykazane zostanie, w jaki sposób przez realizację wyznaczonych celów, będzie on oddziaływać pozytywnie na miasto, w tym województwo dolnośląskie. Należy zatem wykorzystywać niskoemisyjne źródła energii, dążyć do ich dywersyfikacji i zmiany struktury wytwarzania energii elektrycznej, ciepła i chłodu. Należy wskazać źródła wytwarzania energii uwzględniając uwarunkowania gospodarcze, społeczne i przy uwzględnieniu zachowania bezpieczeństwa energetycznego, korzyści ekonomicznych i możliwości przyłączenia do sieci energetycznych. Szczególnie ważny jest rozwój energetyki odnawialnej, zapewniający wykorzystanie istniejącego potencjału przy użyciu modelu operacyjnego, wskazującego działania w zakresie m.in. OZE na najbliższe 6 lat. Kolejnym ważnym elementem jest także poprawa efektywności energetycznej budynków użyteczności publicznej oraz gospodarstw domowych. Podejmowane obecnie działania termomodernizacyjne w zakresie istniejącej infrastruktury przebiegają prawidłowo, duży potencjał rozwojowy widoczny jest też w rozwoju budownictwa pasywnego i niskoenergetycznego. Należy także w ogólnym bilansie zamierzeń uwzględniać poprawę efektywności gospodarowania surowcami i materiałami, wykorzystywać efektywnie rozwój technologii niskoemisyjnych i promować nowe kierunki konsumpcji proekologicznej energii.

Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom społecznym, w wielu silnie uprzemysłowionych regionach podjęto działania zmierzające do implementacji wielowymiarowych modeli, uwzględniających m.in. bilans energetyczny, bilans zasobów naturalnych i ludzkich, strukturę terenu czy klimat. Modele te opracowywane były przy uwzględnieniu specyficznych cech badanych obszarów. Różnorodność wprowadzonych rozwiązań wskazuje, że nie istnieje jeden sprawdzony sposób na obniżenie emisji dwutlenku węgla, a poprawienie warunków środowiskowych

jest wypadkową wszystkich działań prowadzonych na danym obszarze. Wymienione elementy są inspiracją dla modelu wrocławskiego.

Model M ma swój wymiar zarówno matematyczny, jak i praktyczny. Zaproponowana w modelu M<sup>7</sup> struktura uwzględnia następujący algorytm:

$$M = \sum T (E + ZE + P + K + \epsilon), \text{ gdzie:}$$

M – model ekorozwoju Wrocławia i Dolnego Śląska;

T – czas – uwzględnia funkcję czasu w okresie 2014–2020, z podziałem na lata przy założeniu, że do 2015 roku będzie postępować ograniczony stały wzrost produkcji energii i ciepła z OZE, natomiast w latach 2016–2018 zauważalny będzie istotny wzrost produkcji energii i ciepła, a lata 2019–2020 staną się wyznacznikiem osiągnięcia celu strategicznego 15%;

E – bilans produkcji energii w badanym obszarze, uwzględniający sumę produkcji energii elektrycznej i ciepła z konwencjonalnych oraz niekonwencjonalnych źródeł energii;

ZE – zapotrzebowanie na energię elektryczną i ciepłą, określone dla badanego obszaru z uwzględnieniem gospodarstw domowych, budynków użyteczności publicznej i produkcji przemysłowej;

P – populacja rozumiana jako liczba mieszkańców badanego obszaru;

K – charakterystyka klimatu z uwzględnieniem albedo ziemi badanego obszaru, warunków klimatycznych i sposobu zagospodarowania i użytkowania terenu oraz przemian fizykochemicznych w atmosferze;

$\epsilon$  – inżynieria finansowa uwzględniająca kompleksowo koszty inwestycyjne i stopień subwencji i narzędzi wsparcia przy produkcji energii i ciepła z poszczególnych źródeł, takich jak instalacje biogazowe, elektrownie wiatrowe, elektrownie wodne, współspalanie biomasy i paliw kopalnych, farmy słoneczne i instalacje solarne paneli PVT i PV oraz budownictwo energooszczędne.

Sprawdzeniem powyższych założeń będzie wprowadzenie modelu weryfikującego z analizą danych wielokryterialnych, który będzie mógł zostać zaimplementowany dla innych danych początkowych. Przedstawiony algorytm powinien stać się integralną częścią planowania strategii każdego miasta i regionu jako filar wzmocnienia jego wizerunku w realizacji rozwiązań prośrodowiskowych w aspekcie ekonomicznym, ekologicznym i społecznym. Dane początkowe (wejściowe) do modelu M są następnie poddawane analizie wielowymiarowej przy

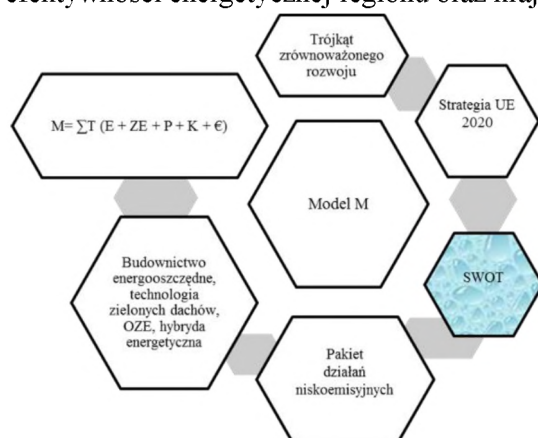
---

<sup>7</sup> L. Szalata, K. Kwiecińska, J. Zwoździak, *Model ekorozwoju Wrocławia i Dolnego Śląska w aspekcie odnawialnych źródeł energii i elementów budownictwa energooszczędnego*, w: *Kierunki rozwoju budownictwa energooszczędnego i wykorzystania odnawialnych źródeł energii na terenie Dolnego Śląska*, red. A. Bać, J. Kasperski, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2013, s. 283–292.

uwzględnieniu wniosków z przeprowadzonej w ramach badań nad modelem analizy SWOT<sup>8</sup> oraz metody delfickiej dla przedmiotowego zagadnienia i stanowią podstawę do określenia drogi postępowania dla poszczególnych źródeł produkcji energii i ciepła tak, aby w funkcji czasu do roku 2020 osiągnąć cel strategiczny 15% produkcji energii, ciepła i chłodu z OZE, m.in. przez wzrost produkcji na obszarze Wrocławia i województwa dolnośląskiego energii wodnej i wiatru o 1,5%, energii słonecznej o 1,75%, energii z biomasy i biogazu o 1,25% i geotermii o 0,5%.

Struktura działań w ramach zaproponowanego modelu M i jego szkielet (rys. 1) w swoich założeniach będą oparte na filozofii wdrażania systemu energetycznego dla Wrocławia i Dolnego Śląska w następujących płaszczyznach, jako składowych budowania proekologicznego wizerunku regionu:

- poprawa efektywności energetycznej oraz racjonalne zużycie energii,
- promocja nowych i odnawialnych źródeł energii oraz budowanie synergii dla regionu w ujęciu środowiskowym i systemowym energetycznie,
- wspomaganie inicjatyw energetycznych w transporcie, zróżnicowania paliw oraz promocji paliw pochodzących ze źródeł odnawialnych, jak również efektywności energetycznej w transporcie,
- finansowych mechanizmów wsparcia i promocji odnawialnych źródeł energii i efektywności energetycznej regionu oraz kraju.



Rys. 1. Schemat graficzny innowacyjnego dynamicznego modelu M ekorozwoju Dolnego Śląska i Wrocławia jako miasta/regionu niskoemisyjnego w zakresie m.in. implementacji odnawialnych źródeł energii

Źródło: opracowanie własne.

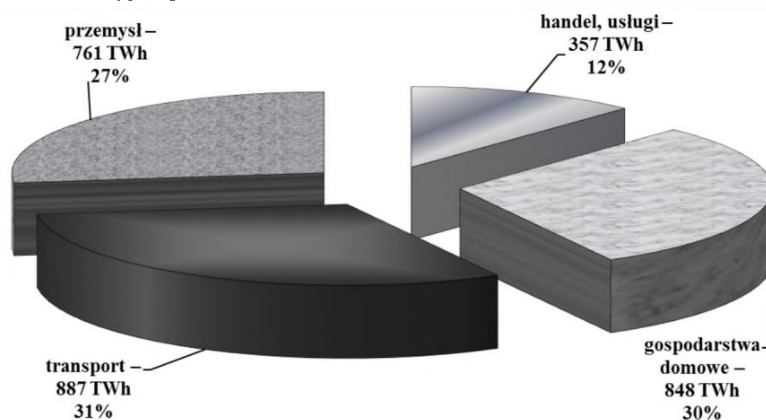
<sup>8</sup> J. Zwoździak, L. Szalata, *Analiza SWOT jako podstawowe narzędzie w zarządzaniu środowiskiem*, „Rocznik Ochrona Środowiska” 2011, t. 13, s. 1104–1114.

Konsekwencją proponowanych działań przyjętych w ramach autorskiego modelu M ekorozwoju Wrocławia i Dolnego Śląska są działania operacyjne, które w funkcji czasu będą polegać na:

- zwiększeniu produkcji energii z OZE w tym produkcja biopaliw,
- koncentracji badań nad czystymi technologiami węglowymi,
- wzrostu wydajności i bezpieczeństwa dolnośląskich sieci energetycznych,
- promowania efektywności energetycznej i racjonalnego zużycia energii,
- rozpowszechniania wiedzy w zakresie OZE i zwiększanie świadomości ekologicznej mieszkańców Dolnego Śląska,
- budowania ekologicznego wizerunku i marki regionu m.in. przez wdrożenie powyższych działań.

### Budownictwo pasywne standardem miasta przyszłości

Jednym z kluczowych i niezbędnych elementów do osiągnięcia założeń modelu miasta M jest realizacja nowych i modernizacja istniejących obiektów do najwyższego, ekonomicznie uzasadnionego standardu, jakim bez wątpienia jest standard budownictwa pasywnego oraz lepszy, tzn. pasywny zeroenergetyczny oraz pasywny dodatkowoenergetyczny, które od wielu lat są z sukcesem realizowane w wielu państwach Europy. Rysunek 2 stanowi przejrzysty dowód dla tezy, że standard energetyczny szeroko rozumianego budownictwa ma niezwykle istotny wpływ i warunkuje skuteczną i zakończoną sukcesem realizację celów miasta niskoemisyjnego.



Rys. 2. Zużycie energii w poszczególnych sektorach

Źródło: opracowanie na podstawie *Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Sektoren*, Umweltbundesamt, Stand 02/2012AG – Energiebilanzen e.V., *Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990–2009*, Stand 03/2011.



Od wielu lat w państwach Europy Zachodniej (przede wszystkim w Niemczech i Austrii) trwają badania i analizy dotyczące tematyki potencjału oszczędności energii i poszukiwania rozwiązań pozwalających na jej skuteczne zredukowanie w różnych sektorach, co ma swoje niezwykle pozytywne i bezpośrednie przełożenie m.in. w zadaniach zmierzających do zmniejszenia emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery. Jest to możliwe przez szeroko rozumianą ideę efektywności energetycznej, która leży u podstaw budownictwa pasywnego. Traktowanie niewykorzystaną energię za najtańszą jest niezwykle prostą koncepcją oraz zbieżną i idealnie wpisującą się w cele jednego z kilku założeń wyżej określonego modelu miasta niskoemisyjnego.

Jeśli oprzeć analizy na badaniach przeprowadzonych przez stowarzyszenie Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V.<sup>9</sup> (rys. 2), to w 2009 roku w sektorze gospodarstw domowych, handlu oraz usług zużycie energii wyniosło sumarycznie 42% jej łącznego zapotrzebowania w Niemczech. Sam sektor gospodarstw domowych stanowi 30% tej wartości, a 12% przypadł na handel oraz usługi. Szacuje się, że sektor gospodarstw domowych w Polsce ma zapotrzebowanie na poziomie co najmniej 40% z całości zużywanej w naszym państwie energii. W obu przypadkach (w Niemczech oraz Polsce) należy mieć na względzie, że jej znaczna część – ponad 75%, była niezbędna wyłącznie do ogrzewania pomieszczeń. Pozostała wartość (25% z całego zapotrzebowania tego sektora) znalazła swoje przeznaczenie do chłodzenia, przygotowania ciepłej wody użytkowej, oświetlenia i dla urządzeń gospodarstw domowych.

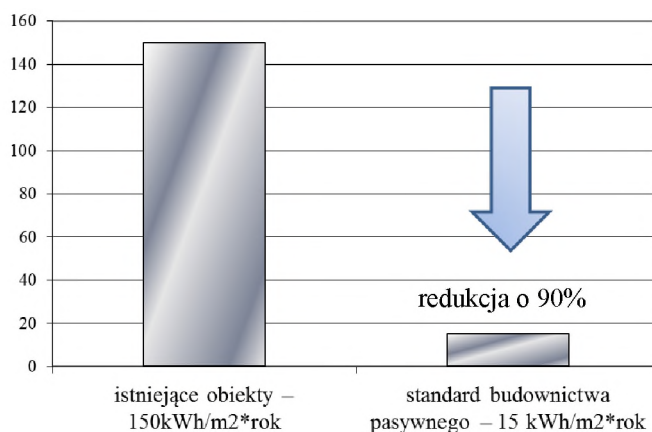
W strefie handlu i usług, w analizowanym okresie, ogrzewanie pomieszczeń pochłonęło około 50% całej zużytej energii. Zakłada się, że procentowy udział zapotrzebowania z całej energii wykorzystywanej przez sektor przemysłu (27%) na cele grzewcze był i jest znikomy. Łączny udział zapotrzebowania wyłącznie na cele grzewcze pomieszczeń w Niemczech w sektorze budowlanym, biorąc pod uwagę również sektor przemysłu w 2009 roku, wyniósł około 30%, a w Polsce około 40%. Bezsprzecznie największy potencjał oszczędności tkwi w sektorze gospodarstw domowych, handlu oraz usługach. Jak pokazują przedstawione, szacunkowe dane należy ten wniosek zaadaptować jako wytyczną do dalszego działania także w Polsce, gdzie przepisy regulujące oczekiwany standard energetyczny nowych obiektów oraz tych modernizowanych, są jedne z najgorszych w Unii Europejskiej. Przekłada się to jednoznacznie na jeszcze mniej korzystne

---

<sup>9</sup> *Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Sektoren*, Umweltbundesamt, Stand 02/2012AG – Energiebilanzen e.V., *Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990–2009*, Stand 03/2011.

dla nas wyniki, co tym samym zwiększa potencjał zmian na lepsze przez realizację obiektów nowych i modernizację istniejących w standardzie pasywnym oraz lepszym, jako podstawowego elementu modelu M ekorozwoju Wrocławia i Dolnego Śląska, a jednocześnie konsekwentnego dążenia do silniejszego oddziaływania na poprawę wizerunku regionu.

Aby zrozumieć istotę i znaczenie budownictwa pasywnego w mieście o profilu niskoemisyjnym, należy dostrzec w tych budynkach najnowsze osiągnięcia budownictwa energooszczędnego. To obiekty o najwyższym komforcie cieplnym, jakości powietrza i ekstremalnie niskim zapotrzebowaniu na energię ciepłą wynoszącym maksimum  $15 \text{ kWh/m}^2/\text{rok}$ , czyli mniej niż 1,5 litra oleju opałowego lub  $1,5 \text{ m}^3$  gazu ziemnego na  $\text{m}^2/\text{rok}$ , lub 5 kWh prądu w połączeniu z pompą ciepła. To pozwala na realizację ogromnych oszczędności zużywanej energii o wartości od 80 do ponad 90%, przy jednoczesnym ograniczeniu emisji  $\text{CO}_2$  również o 90% (rys. 3).



Rys. 3. Porównanie zapotrzebowania na energię grzewczą poszczególnych standardów (kWh/m<sup>2</sup>\*rok)

Źródło: opracowanie na podstawie W. Feist, G. Schlagowski, *Podstawy budownictwa pasywnego*, Polski Instytut Budownictwa Pasywnego, Gdańsk 2009, s. 9–72.

Budynki pasywne jako element modelu miasta M są najtańszym rozwiązaniem, jeżeli przeanalizuje się miesięczne koszty spłaty inwestycji, koszty eksploatacyjne i koszty utrzymania budynku jako jedno obciążenie miesięczne. To budynki na cztery pory roku, w których komfortowy mikroklimat może być utrzymywany bez oddzielnego aktywnego systemu ogrzewania, czy też chłodzenia – klimatyzacji<sup>10</sup>. Obiekt, dzięki pasywnemu wykorzystaniu energii m.in. z zysków

<sup>10</sup> W. Feist, G. Schlagowski, *Podstawy budownictwa pasywnego*, Polski Instytut Budownictwa Pasywnego, Gdańsk 2009, s. 9–72.

wewnętrznych oraz energii słonecznej przenikającej do budynku, sam się ogrzewa i chłodzi – stąd nazwa „pasywny”. W budynkach pasywnych w strefie klimatu umiarkowanego, wstępnym warunkiem uzyskania takiego stanu jest zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania wynoszące mniej niż 15 kWh/(m<sup>2</sup>a), które nie zostało osiągnięte kosztem wzrostu zużycia energii dla innych celów, np. elektryczności. W przypadku europejskiego budynku pasywnego, wskaźnik zapotrzebowania energii pierwotnej dla sumy wszystkich celów bytowych (ogrzewanie, przygotowywanie c.w.u., energia elektryczna w gospodarstwie domowym) nie może przekraczać 120 kWh/(m<sup>2</sup>a).

Traktując to jako punkt wyjścia, dodatkowe zapotrzebowanie energetyczne może być pokryte całkowicie przy wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii, co również leży u podstaw modelu miasta M. Oznacza to, że całkowite zużycie energii w takim obiekcie jest mniejsze od zużycia energii w przypadku przeciętnego, nowo budowanego domu dla potrzeb bytowych: przygotowywanie c.w.u. i zapewnienie energii elektrycznej dla gospodarstwa domowego. Całkowita energia końcowa zużywana przez te obiekty jest mniejsza od 1/4 energii zużywanej przez przeciętny nowo wznoszony dom, który jest zgodny ze stosownymi krajowymi aktami normatywnymi.

Budynek pasywny wiąże się także z innymi wartościami i wytycznymi. Należy mieć świadomość, że oprócz spełnienia ściśle określonych wytycznych podczas procesu projektowego i wykonawczego, które kwalifikują dany projekt do budownictwa pasywnego, jest to przede wszystkim pewien sposób najpierw myślenia, następnie projektowania, wykonawstwa i wymaga, podobnie jak realizacja założeń miasta niskoemisyjnego, interdyscyplinarnego podejścia. Po pierwsze projektuje się i buduje z myślą o przyszłych użytkownikach, stąd budynek musi być zdrowy, komfortowy i trwały. Zastosowane w nim rozwiązania gwarantują m.in. stały komfort cieplny przez cały rok użytkowania budynku, dostarczanie odpowiedniej ilości czystego powietrza, zapobiegając nagromadzeniu się CO<sub>2</sub> w pomieszczeniach. Odpowiednio ukształtowana bryła i rozwiązane detale eliminują lub w znacznym stopniu ograniczają występowanie, powszechnych w obecnie obowiązujących standardach projektowania i wykonawstwie, mostków termicznych. Stosuje się nieprzerwaną i wysokoefektywną termoizolację wszystkich przegród budynku: ścian, dachu oraz płyty na gruncie. Gwarantuje to przede wszystkim stały rozkład temperatur w pomieszczeniach oraz optymalną temperaturę na powierzchni przegrody. Pozwala to na wyeliminowanie prawdopodobieństwa powstawania szkód budowlanych w postaci grzybów i pleśni, co

czyni ten rodzaj budynków spełniającymi kryteria jakości powietrza wewnętrznego.

Po drugie, są to obiekty mające funkcjonować przez wiele lata, a co jest z tym powiązane, należy być świadomym kosztów ich utrzymania przez cały okres ich eksploatacji, bez względu na to, czy jest to projekt domu jednorodzinnego czy obiektu użyteczności publicznej, a także bez względu na obecny status finansowy osoby, który ma często zmienny charakter. Ceny nośników energii osiągają kolejne szczyty i jest to trend, który, jak pokazują szacunkowe kalkulacje, nie ulegnie zmianie. Budynki pasywne są zupełnym zaprzeczeniem i przeciwstawieniem się systemom ogrzewania, opartym na pozyskiwaniu energii cieplnej ze spalania nieodnawialnych paliw. Dzięki zastosowanym prostym rozwiązaniom podpartym wiedzą z zakresu fizyki budowli, pozwalają na około dziesięciokrotne zmniejszenie energii na ogrzewanie budynku i wartość ta kształtuje się na poziomie wspomnianych już maksymalnie 15 kWh/(m<sup>2</sup>rok).

Budownictwo pasywne to wreszcie, w znaczeniu tkanki miejskiej, podstawa ekonomicznych rozwiązań dla każdego współczesnego miasta, czyli najwyższy możliwy komfort użytkowania przy jednoczesnych niskich kosztach eksploatacji danego obiektu. Jakość i trwałość zastosowanych materiałów oraz ich wpływ na użytkowników i środowisko powoli stają się obiektem zainteresowania każdego świadomego użytkownika. Realizacja założeń budownictwa pasywnego w skali Wrocławia jako podstawowego elementu modelu M pozwoli nie tylko na uzyskanie istotnych wartości środowiskowych w postaci redukcji niskiej emisji, a tym samym polepszenia jakości powietrza, ale przyniesie również wymierne korzyści wynikające ze wstąpienia do elity miast europejskich, w których ten sposób najpierw myślenia, następnie projektowania i wykonawstwa jest już standardem. Nie bez znaczenia dla miasta powinny być szacunkowe wyliczenia, które pokazują, że inwestycja w budownictwo pasywne 1 mln zł umożliwia zapewnienie od 12 do 16 miejsc pracy, przy realizacji nowych obiektów, modernizacji istniejących czy produkcji komponentów.

W miastach Europy Zachodniej standard energetyczny jest definiowany przez klasę energetyczną, a także wartość emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery danej nieruchomości i już wpływa na jej cenę. Oznacza to jednoznacznie, że budynki pasywne z uwagi na swoją charakterystykę i wymienione wielokrotnie zalety, stają się obiektami pożądanymi i tym samym droższymi, a ich lokalizacja w tkance miejskiej przestaje mieć decydujące znaczenie. Należy pamiętać, że okres do 2020 roku w Europie ma charakter przejściowy, a od 2020 roku budownictwo pasywne stanie się obowiązkiem. Każdy powinien mieć na względzie powolny

spadek wartości wszystkich inwestycji, bez wpływu na kubaturę, które od tego standardu w jakiś sposób odbiegają.

### **Powierzchniowe systemy zielonych dachów uzupełnieniem architektury miejskiej**

Dachy zajmują około jednej piątej powierzchni miasta i są coraz częściej wykorzystywane jako powierzchnia użytkowa, a także w celu uzupełnienia braku powierzchni biologicznie czynnych na poziomie gruntu. Zielone dachy stanowią szczególnie typ stropodachu, który oprócz swych podstawowych funkcji, pełni również rolę podłoża pod uprawę roślin. Wyposażanie starych budynków w energooszczędne elementy, instalacja zielonych dachów i zbiorników na ciepłą wodę ogrzewanych kolektorami słonecznymi, to niektóre z rozwiązań popieranych m.in. przez C40 (Large Cities Climate Leadership Group) – grupę zrzeszającą 59 metropolii zaangażowanych w walkę ze zmianami klimatycznymi<sup>11</sup>. Instalacja zielonych dachów na budynkach to aktualnie jedno z najszerzej dostępnych rozwiązań wielu problemów urbanizacji. Zazielenianie dachów w silnie zurbanizowanych obszarach przynosi bardzo wiele korzyści dla środowiska naturalnego i mieszkańców miast. Biorąc pod uwagę różnorodność pozytywnych aspektów tej technologii, można mówić o korzyściach natury ekologicznej, ekonomicznej i społecznej.

Zielone dachy wykazują naturalną zdolność do kumulacji pyłów i toksycznych związków chemicznych z powietrza, asymilują także najważniejszy gaz cieplarniany – dwutlenek węgla, który jest związkiem niezbędnym dla życia roślin. Zielone dachy zatrzymują wodę opadową i odprowadzają ją z powrotem do naturalnego obiegu przez ewapotranspirację, czyli parowanie z powierzchni gruntu i roślin. Wody opadowe zatrzymywane w profilu dachu są częściowo wykorzystywane przez rośliny, w niewielkim stopniu odprowadzane do kanalizacji przez warstwę drenującą, a znaczny ich procent odparowuje, zwiększając w ten sposób wilgotność powietrza i regenerując atmosferę. Procent wód zatrzymywanych na zielonym dachu zależy od rodzaju profilu i typu zastosowanej roślinności, jednak nawet dachy o niskiej warstwie glebowej zatrzymują około 50–60% deszczu w skali roku, spowalniając równocześnie odpływ pozostałej części opadu. Retencja wód opadowych pozwala uniknąć kosztów ich odprowadzania, zapewnia również ograniczenie odpływu deszczówki do kanalizacji, co przeciwdziała jej

---

<sup>11</sup> C. Rosenzweig, *Klimat lokalny, klimat globalny*, „Scientific American. Świat Nauki” 2011, nr 10, s. 60–63.

okresowym przeciążeniom w trakcie intensywnych opadów. Dzięki instalacji zielonego dachu, budynek zyskuje dodatkową izolację termiczną – dach jest ocieplany zimą i chłodzony latem, co pozwala na ograniczenie kosztów ogrzewania i klimatyzacji budynku. Istotną zaletą pokrywania dachów zielenią jest też ochrona konstrukcji dachu przed uszkodzeniami zewnętrznymi, takimi jak zerwanie przez wiatr i zniszczenia wywołane promieniowaniem słonecznym. Promieniowanie UV i czynniki atmosferyczne działają bardzo niekorzystnie na materiały bitumiczne (ich właściwości techniczne i żywotność) a także na elementy z tworzyw sztucznych. Odizolowanie tych materiałów przez warstwę substratu glebowego i roślin, zwiększa ich trwałość nawet trzykrotnie. Ponadto instalacja zielonego dachu zmniejsza ryzyko zapalenia się budynku oraz spowalnia proces rozprzestrzeniania się ognia. Dach kryty smołą może się nagrzewać nawet do 90°C, podczas gdy dach pokryty zielenią nie osiąga temperatur wyższych niż 35°C. Zarówno zwiększanie wilgotności powietrza przez zielone dachy, jak i zapobieganie nagrzewaniu się powierzchni budynków, pozwoliłyby na zauważalną redukcję efektu miejskiej wyspy ciepła w przypadku stosowania tej technologii na szeroką skalę. Pozytywnym aspektem zazieleniania dachów jest również tłumienie hałasu ulicznego, szczególnie w przypadku ogrodów zakładanych na garażach podziemnych czy niskich budynkach, a także tych położonych w sąsiedztwie autostrad, lotnisk czy torów kolejowych.

W niektórych państwach członkowskich UE (m.in. w Niemczech) będzie wkrótce obowiązywało prawo nakazujące instalowanie zielonych dachów na wszystkich nowych budynkach, niezależnie od tego, czy projekt zakłada również montaż paneli fotowoltaicznych na dachu. Technologia zielonych dachów zapewnia tyle korzyści dla ochrony środowiska miejskiego, że została włączona w system certyfikacji LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), który został stworzony w 1998 roku przez niezależną amerykańską organizację Green Building Council propagującą ideę eko-budownictwa. Organizacja ta zrzesza m.in. uczelnie wyższe, szkoły i jednostki rządowe zainteresowane podejmowaniem działań w kierunku promowania i tworzenia „zielonych budynków”.

Zapotrzebowanie na zielone dachy rośnie, podyktowane jest to zarówno względami ekologicznymi i ekonomicznymi, jak również tym, że koszty instalacji zielonych dachów stale maleją – technologia jest coraz bardziej dostępna i zyskuje szersze grono miłośników. Zielone dachy mogą również zostać założone na wielu dachach istniejących budynków. Projekty większości nowo powstających osiedli mieszkalnych, biurowców czy wieżowców na terenie Wrocławia

wia zakładają instalację zielonego dachu, co umożliwi uniknięcie placenia podatku od wód deszczowych. Przykładem takich inwestycji są m.in. osiedla mieszkaniowe i biurowce firm deweloperskich, takich jak Temar, Besta, Dom Development, Gant, Lokum, Mój Dom, wieżowiec Sky Tower, wielofunkcyjny budynek Ovo Apartments Hilton, czy nowy Szpital Wojewódzki Województwa Dolnośląskiego. Tylko od początku 2013 roku, na terenie Wrocławia powstało ponad 5 ha zielonych dachów i liczba ta stale rośnie.

### **Podsumowanie**

W artykule przedstawiono założenia do autorskiego modelu M ekorozwoju Wrocławia oraz Dolnego Śląska przy uwzględnieniu budowania proekologicznego wizerunku regionu. W ramach prac wykorzystano wcześniejsze studia koncepcyjne, w efekcie których wskazano realny sposób postępowania mający na celu zwiększenie produkcji ilości energii, ciepła i chłodu z OZE do 2020 roku przy uwzględnieniu istotnych efektów środowiskowych, jakie przyniesie wdrożenie na szerszą skalę rozwiązań budownictwa pasywnego w korelacji z technologią zielonych dachów. Zaproponowane działania skorelowano z pakietem rozwiązań niskoemisyjnych dla Wrocławia i Dolnego Śląska, a efektem będzie poprawa jakości powietrza atmosferycznego przez redukcję emisji zanieczyszczeń do powietrza. Konsekwencją tego toku postępowania będzie docelowa poprawa jakości standardu życia mieszkańców aglomeracji miejskiej, co stanowi kluczowe wyzwanie zarządzających miastem w perspektywie kolejnych lat, a tym samym wpisuje się w kreowanie zielonego wizerunku regionu, co można odnieść do wymiernych ekonomicznych efektów. Wdrażanie zaproponowanych rozwiązań należy monitorować pod względem oczekiwanego efektu ekologicznego i ekonomicznego, a w konsekwencji wpływu na kondycję i zdrowotność mieszkańców.

W trakcie procesu tworzenia zrównoważonego, dynamicznego i silnego gospodarczo miasta, jakim jest Wrocław, należy podkreślić kluczowe znaczenie urbanistów i architektów krajobrazu, których zadaniem jest planowanie, budowanie i dbanie o miejskie struktury. Istotne jest wdrożenie wizji Wrocławia jako miasta przyszłości oraz obszaru całego województwa dolnośląskiego na podstawie metodologii autorskiego modelu M.

Reasumując, aby założenia ekologicznego modelu M ekorozwoju Wrocławia jako miasta niskoemisyjnego, mogły być efektywnie promowane oraz implementowane, należy:

- spełnić wymogi zagospodarowania przestrzennego w kategorii równowagi środowiskowej,
- usprawnić funkcjonowanie ładu instytucjonalnego mającego na celu osiągnięcie równowagi środowiska miejskiego,
- kontynuować przyjętą politykę rozwoju miasta, mającą na celu wdrożenie działań zgodnie z przyjętą przez Unię Europejską Strategią redukcji emisji CO<sub>2</sub>, w skali aglomeracji wrocławskiej,
- uwzględnić efekt ekologiczny i ekonomiczny planowanych przedsięwzięć,
- promować kierunki przyjętych działań oraz przyszłych inwestycji prośrodowiskowych mających na celu kreowanie pozytywnego wizerunku miasta i regionu,
- wykorzystywać istniejący potencjał wrocławskiej aglomeracji, w celu ograniczenia emisji gazów cieplarnianych,
- realizować założenia miasta zielonego i budownictwa zero- lub niskoenergetycznego poprzez zwiększenie produkcji energii i ciepła z OZE.

## Bibliografia

- Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Sektoren*, Umweltbundesamt, Stand 02/2012AG – Energiebilanzen e.V., *Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990–2009*, Stand 03/2011.
- Feist W., Schlagowski G., *Podstawy budownictwa pasywnego*, Polski Instytut Budownictwa Pasywnego, Gdańsk 2009.
- Glaeser E., *Motory postępu*, „Scientific American. Świat Nauki” 2011, nr 10.
- Rogall H., *Ekonomia zrównoważonego rozwoju – teoria i praktyka*, Wyd. Zysk i S-ka, Poznań 2010.
- Rosenzweig C., *Klimat lokalny, klimat globalny*, „Scientific American. Świat Nauki” 2011, nr 10.
- Szałata Ł., Kwiecińska K., Zwoździak J., *Model ekorozwoju Wrocławia i Dolnego Śląska w aspekcie odnawialnych źródeł energii i elementów budownictwa energooszczędnego*, w: *Kierunki rozwoju budownictwa energooszczędnego i wykorzystania odnawialnych źródeł energii na terenie Dolnego Śląska*, red. A. Bać, J. Kasperski, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2013.
- Zwoździak J., Szałata Ł., *Analiza SWOT jako podstawowe narzędzie w zarządzaniu środowiskiem*, „Rocznik Ochrona Środowiska” 2011, t. 13.



## **PASSIVE HOUSE BUILDING AS AN ELEMENT OF THE M ECO-DEVELOPMENT MODEL AND THE PILLAR OF IMAGE OF WROCLAW AND LOWER SILESIA**

### **Summary**

The European Union Strategy 2020 requirements on increasing production of electricity, heat and cooling from renewable energy sources by 15%, as well as constant environment quality improvement are a big challenge, both for the City of Wrocław and the Lower Silesia Region and for the whole Country. The authors present The City of Wrocław and Lower Silesia Region Sustainable Development "M" Model, which is a new concept including harmonized actions, aimed to reduce carbon dioxide emissions and increase investments in renewable energy sources (RES) and energy efficient / energy plus construction. Developing a multi-dimensional, dynamic Sustainable Development "M" Model is a complex process, characterized by an individual approach. Solutions presented in this paper, create an ecological image of the region, taking into account the principles of sustainable development of the city and regional challenges in the perspective of 2020.

**Keywords:** M Model, the regional brand, sustainable development, renewable energy sources, passive building, green roofs

*Translated by Kornelia Kwiecińska and Lukasz Szalata*