

mgr inż. Jerzy B. Zembrowski\*

# Nowy wymiar energooszczędności w budownictwie

**N**owelizacja Dyrektywy EPBD 2010/31/UE z 15 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków oraz przepisy wykonawcze obowiązujące od 01.01.2014 r., rewolucjonizują dotychczasowy rynek budowlany. Najważniejsze zmiany i nowości, to:

- wprowadzenie jednego wzoru świadectwa charakterystyki energetycznej dla wszystkich rodzajów budynków;
- wykluczenie metody uproszczonej sporządzania świadectwa charakterystyki energetycznej budynku;
- wykluczenie uproszczonej metody (wg katalogu) obliczania mostków cieplnych na rzecz metody dokładnej;
- wprowadzenie na świadectwach charakterystyki energetycznej dodatkowych wskaźników energii użytkowej *EU* oraz emisji  $\text{CO}_2$  (obok *EP* i *EK*), a także klas energetycznych budynku od najlepszej *A* do najgorszej *G*;
- wprowadzenie obowiązku określenia w świadectwie charakterystyki energetycznej budynku możliwości polepszenia charakterystyki w różnych dostępnych wariantach z podaniem kosztów inwestycyjnych i oszczędności eksploatacyjnych;
- wprowadzenie traktowania świadectwa charakterystyki energetycznej budynku zawierającego nieprawdziwe informacje jako wady fizycznej budynku z możliwością wszelkich prawnych konsekwencji wynikających z tego faktu;
- wprowadzenie systemu centralnej ewidencji i kontroli jakości wykonanych świadectw charakterystyki energetycznej budynków oraz cofania uprawnień autorom błędnych świadectw;
- wprowadzenie systemu centralnej ewidencji i kontroli protokołów przeglądów technicznych kotłowni oraz instalacji grzewczo-wentylacyjnych;
- wprowadzenie obowiązku sporządzenia świadectwa charakterystyki energetycznej budynku lub mieszkania przy pierwszym użytkowaniu, sprzedaży lub najmie;
- sprecyzowanie wymagań dotyczących posiadania świadectwa charakterystyki energetycznej istniejącego budynku;
- zalecenie zamieszczania informacji o charakterystyce energetycznej mieszkania lub budynku w reklamach i ofertach deweloperów;
- zaostrzenie wymagań minimalnych dotyczących dopuszczalnych wartości współczynników przenikania ciepła *U* przegród oraz górnych wartości wskaźników zużycia energii pierwotnej *EP*, a także ich korekta i optymalizacja w odstępach czasu nie dłuższych niż co 5 lat – z uwzględnieniem lokalnych warunków klimatycznych i opłacalności ekonomicznej;
- dopuszczenie stosowania wentylacji hybrydowej;
- wprowadzenie obowiązku wykonania wszystkich przegród zewnętrznych i ich złączy oraz przejść instalacji i kanałów jako całkowicie szczelnych na przenikanie powietrza;
- zalecenie wykonywania próby szczelności przed przekazaniem do użytkowania budynków mieszkalnych, użyteczności publicznej oraz produkcyjnych w celu sprawdzenia szczelności

$n_{50} < 3 \text{ h}^{-1}$  (z wentylacją grawitacyjną lub hybrydową) oraz  $n_{50} < 1,5 \text{ h}^{-1}$  (z wentylacją mechaniczną);

- sprecyzowanie zakresu sporządzania charakterystyki energetycznej budynku i analiz opłacalności alternatywnych systemów energetycznych, które mają stanowić obowiązkowy składnik projektu budowlanego wszystkich rodzajów budynków zasilanych energią;
- ujednoczenie wzorów protokołów kontroli technicznej systemów grzewczo-wentylacyjnych i realizacji zaleceń z poprzednich kontroli oraz zaleceń podanych na świadectwach charakterystyki energetycznej;
- wprowadzenie możliwości sporządzania i weryfikacji świadectwa charakterystyki energetycznej budynku na podstawie zmierzonej ilości zużytej energii przez budynek podczas eksploatacji;
- zaostrzenie obowiązku posiadania świadectwa charakterystyki energetycznej budynków zajmowanych przez władze publiczne do powierzchni przekraczającej  $500 \text{ m}^2$ , a od lipca 2015 r. przekraczającej  $250 \text{ m}^2$  i nakazanie umieszczania ich w miejscu widocznym dla ludności;
- wprowadzenie obowiązku ubezpieczenia od odpowiedzialności cywilnej autorów świadectw charakterystyki energetycznej budynków;
- wprowadzenie obowiązku opracowania przez rząd krajowego planu zwiększenia liczby budynków o niemal zerowym zużyciu energii;
- zobowiązanie rządu do wprowadzenia zachęt finansowych i rynkowych promujących tworzenie budynków energooszczędnych.

Podstawowym celem nowelizacji Dyrektywy jest troska o istniejące w Ziemi, ale ograniczone zasoby kopalnianych paliw naturalnych (gaz ziemny, ropa naftowa, węgiel). Aby zwiększyć wykorzystanie odnawialnych źródeł energii, wprowadzono „karne” mnożniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej  $w > 1$  w przypadku energii z paliw naturalnych oraz „promocyjne”  $w < 1$  w przypadku źródeł odnawialnych.

## Nowa jakość projektów budowlanych

Wymagane uszczegółowienie charakterystyki energetycznej w przypadku każdego projektu budowlanego oraz analizy ekonomiczne różnych wariantów zasilania w energię polepszą nie tylko jakość projektów budowlano-architektonicznych, ale też pozwolą inwestorom świadomie wybierać rozwiązania najbardziej efektywne energetycznie i uzasadnione ekonomicznie. Niewątpliwie jest to najbardziej wartościowa zmiana bezpośrednio wpływająca na proces tworzenia budynków o racjonalnie niskim zużyciu energii. Zmiana ta zrewolucjonizuje proces projektowania budynków. Charakterystyka energetyczna, to nie będzie już kilka wartości współczynników przenikania ciepła *U* przegród, lecz mocno rozbudowany zestaw analiz energetycznych i ekonomicznych. Uwzględnione mają być nie tylko wszystkie możliwe rodzaje zasilania w energię danego budynku, ale też możliwe do zastosowania odnawialne źródła energii. Powinny też

\* Biuro Doradztwa Budowlanego BDB, Białystok

być wykazane koszty inwestycyjne, uzyskane efekty energetyczne, koszty eksploatacyjne, jak też czas zwrotu ponoszonych nakładów.

### Nowy „branzysta” w projektowaniu

Jak wynika z badań przeprowadzanych przez International Building Performance Simulation Association ([www.ibpsa.org](http://www.ibpsa.org)), wykonanie pełnej charakterystyki energetycznej budynku, niezależnie od jego wielkości, wymaga prac analitycznych na kilku poziomach: od poprawnego zakodowania danych, przez symulacje energetyczne, analizy ekonomiczne i cieplno-wilgotnościowe, po należytą interpretację uzyskanych wyników symulacji. Finalne wyniki analiz i zestawienia muszą mieć czytelną formę dla projektanta sporządzającego projekt budowlano-architektoniczny i inwestora. Tak szeroki zakres czynności wymaga od opracowującego charakterystykę energetyczną biegłej znajomości fizyki budowli i zagadnień ekonomicznych oraz najnowszych programów symulacyjnych, systemów i instalacji ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji oraz odnawialnych źródeł energii. Jak wynika z programu studiów na wydziałach architektury, żaden architekt w Polsce nie jest w stanie podolać nowym wymaganiom i będzie zmuszony do korzystania z usług specjalistów fizyki budowli. Na pewno wydłuży to czas opracowywania projektu, gdyż najpierw należy przygotować wstępny projekt budowlany, a po otrzymaniu wyników analiz zastosować w nim konkretne rozwiązania materiałowe i systemy grzewczo-wentylacyjne. Następnie projekt musi wrócić do opracowującego analizy i symulacje, aby sporządził dołączoną do projektu ostateczną charakterystykę energetyczną budynku. Oczywiście, wzrosną ceny za usługi projektowe, gdyż komplet analiz energetyczno-ekonomicznych i cieplno-wilgotnościowych w przypadku średniej wielkości domu jednorodzinnego, to wydatek ok. 4 tys. zł netto, zaś budynków wielorodzinnych, komunalnych czy przemysłowych – odpowiednio więcej. Na tej podstawie oraz za [1] można prognozować, że koszty usług projektowych wzrosną o ok. 1% kosztorysowej wartości obiektu.

### Nowa jakość świadectw charakterystyki energetycznej

Wprowadzenie jednego wzoru świadectw charakterystyki energetycznej dla wszystkich rodzajów budynków oraz klas energetycznych poprawi czytelność zapisów występujących w świadectwach. Pozwoli także na bardziej zrozumiałą interpretację energochłonności budynków i poszczególnych mieszkań. Przyczyni się to do stopniowania jakości projektów, bowiem nie tylko architektura budynku będzie wizytówką autora, ale przede wszystkim klasa energetyczna zaprojektowanego domu. Zmieni się rynek i polityka deweloperów. Będą oni zmuszeni do zamieszczania w materiałach reklamowych i informatorach oprócz cen, także wskaźników energetycznych oferowanych mieszkań czy domów. Kupujący, już w stadium wyboru, będzie wiedział o czekających go kosztach eksploatacyjnych danej inwestycji. Pojawi się rynek mieszkań i domów naprawdę energooszczędnych.

Centralny rejestr świadectw charakterystyki energetycznej oraz protokołów przeglądów technicznych budynków i ich wyrywkowa centralna kontrola wyeliminuje z rynku niesolidnych, a żądnych łatwego zarobku audytorów oferujących tanie wykonanie świadectwa przez internet. Nowe wymagania zmuszają autorów do szczegółowej inwentaryzacji budynków i wyposażenia. Zapowiedź kontroli jakości także protokołów z kontroli technicznych oraz groźba utraty uprawnień podniesie jakość tych usług i wyeliminuje z ryn-

ku nieuczciwych lub nieprzygotowanych zawodowo. Niezwykle ważne dla inwestora będą zapisy w rubryce *zalecenia dotyczące opłacalnej ekonomicznie poprawy charakterystyki energetycznej*. Audytor ponosi pełną odpowiedzialność za jej wypełnienie, gdyż dla inwestora ma ona stanowić podstawową informację o zakresie, celu, efektach i kosztach dalszego inwestowania w zmniejszenie energochłonności budynku czy mieszkania. W celu wypełnienia tej rubryki audytor zmuszony będzie przeprowadzić wiele analiz i symulacji, aby odpowiedzialnie zalecić dalsze działania na rzecz zwiększenia efektywności energetycznej lub... nie zalecać. W związku z tym, że audytor będzie odpowiadać finansowo za wypełnienie tej rubryki, wprowadza się obowiązek ubezpieczenia audytorów od odpowiedzialności cywilnej. Świadectwa zawierające nieprawdziwe informacje będą też traktowane jako wada fizyczna budynku – ze wszystkimi skutkami prawnymi z tego płynącymi – łącznie z unieważnieniem zawartej umowy kupna-sprzedaży mieszkania czy domu.

### Nowa jakość wykonawstwa

Wprowadzenie obowiązku wykonania całkowicie szczelnych na przenikanie powietrza przegród zewnętrznych, ich złączy oraz przejść instalacji i kanałów oraz zalecenie wykonywania próby szczelności budynku przed oddaniem do użytkowania podniesie ich jakość. Wzrosną też ceny usług budowlanych, gdyż każde przebicie ściany zewnętrznej stolarką okienną-drzwiową czy styk paroizolacji ze ścianami, oknami lub kominami na poddaszu będzie musiał być szczelny na przenikanie powietrza. Jeśli próby wypadną negatywnie, roboty będzie trzeba wykonać ponownie lub dokonać poprawek.

Zmieni się też proces wykonawstwa robót mających wpływ na charakterystykę energetyczną budynku. Zawarte w projekcie budowlanym rozwiązania materiałowe i technologiczne będą musiały być jednoznacznie określone, a potem zastosowane przez wykonawców. W przeciwnym razie, za zamienniki czy odstępstwa od projektu odpowiedzialność spocznie na generalnym wykonawcy. Wynika to z faktu, iż wartości zawarte w świadectwie charakterystyki energetycznej po zbudowaniu budynku muszą odpowiadać wartościom zawartym w charakterystyce energetycznej w projekcie budowlanym – pod rygorem możliwości rozszczeń inwestora, jeśli stwierdzi istotne odstępstwa wskaźników na świadectwie względem zawartych w projekcie budowlanym.

### Dodatkowa odpowiedzialność władz publicznych

Każdy budynek zajmowany przez władze publiczne, mający powierzchnię ponad 500 m<sup>2</sup> (za dwa lata, ponad 250 m<sup>2</sup>), wymagać będzie sporządzenia świadectwa charakterystyki energetycznej i umieszczenia go w miejscu widocznym dla odwiedzających. Władza publiczna będzie musiała dawać pozytywny przykład w działaniach na rzecz oszczędności w zużywaniu energii przez jej budynki. Będzie też musiała ponosić spore koszty związane z modernizacją, termorenowacją i remontami oraz ze sporządzeniem świadectw, a wcześniej audytów uzasadniających te działania. Konieczne też będzie stałe organizowanie i wprowadzanie zachęt finansowych oraz rynkowych promujących tworzenie budynków energooszczędnych w każdej gminie.

### Zmiany w wymaganiach technicznych

Warunki techniczne zawarte w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. (Dz. U. nr 75, poz. 690, z 2003 r. ze zmianami z 05.07.2013 r. obowiązującymi od

01.01.2014 r.) dopuszczają stosowanie nowego typu wentylacji: hybrydowej, polegającej na modyfikacji wentylacji grawitacyjnej przez częściowe i okresowe jej wspomaganie mechaniczne. W każdym rodzaju wentylacji wymuszonej wprowadza się obowiązek stosowania wyłącznie wentylatorów o regulowanej wydajności, co pozwoli zmniejszyć koszty eksploatacyjne przez dopasowanie pracy wentylatorów do aktualnych potrzeb. Zwiększy to niestety koszty inwestycyjne instalacji. Istniejący dotychczas obowiązek stosowania odzysku ciepła z powietrza wywiewanego w instalacjach wentylacji mechanicznej lub klimatyzacji utrzymano, ale znacznie zmniejszono graniczną wydajność wentylacji (z 2000 m<sup>3</sup>/h do 500 m<sup>3</sup>/h), co obejmie też większe domy jednorodzinne i rezydencje.

W miejsce alternatywnego obowiązku nieprzekraczania górnych wartości współczynników przenikania ciepła  $U$  przegród i wskaźnika rocznego zapotrzebowania budynku na nieodnawialną energię pierwotną  $EP$ , wprowadza się obowiązek **jednocześnie** spełnienia obu tych warunków, przy dodatkowym warunku ograniczenia powierzchni przeszklonych. Dopuszczalne wartości współczynników przenikania ciepła  $U_c$  ścian, dachów, stropodachów, podłóg i fundamentów stykających się z gruntem uwzględniających także poprawki zwiększające, zostały znacznie zmniejszone. Będą wprowadzane etapami w latach 2014, 2017 i 2021 (w 2019 r. dla budynków publicznych). Przykładowo, górna wartość  $U_c$  ścian zewnętrznych w pomieszczeniach mieszkalnych zostaje zmniejszona z 0,30 W/m<sup>2</sup>K do wartości odpowiednio: 0,25/0,23/0,20, zaś dachów z wartości 0,25 W/m<sup>2</sup>K do 0,20/0,18/0,15. Podobnie, górna wartość  $U$  okien i drzwi balkonowych z wartości 1,8 W/m<sup>2</sup>K zostaje zmniejszona odpowiednio do 1,3/1,1/0,9, natomiast okien dachowych do 1,5/1,3/1,1. Ograniczenia te dotyczą wszystkich rodzajów budynków. Górna wartość  $U$  przegród szklanych i przezroczystych, przy której występuje ograniczenie dopuszczalnej powierzchni przeszklenia, została zmniejszona z 1,5 W/m<sup>2</sup>K do 0,9 W/m<sup>2</sup>K. Oznacza to znaczne zmniejszenie przeszkleń fasad w budynkach. Wszystkie te ograniczenia istotnie zmniejszą straty ciepła budynków, ale też podniosą koszty inwestycyjne.

Obowiązek sprawdzenia zaprojektowanych rozwiązań materiałowych eliminujących powierzchniową kondensację pary wodnej oraz jej kumulację wewnątrz przegród będzie teraz obejmować wszystkie (bez wyjątku) przegrody i mostki ciepła. Dotyczyć będzie nie tylko budynków mieszkalnych, użyteczności publicznej i produkcyjnych, ale także magazynowych i gospodarczych. Zwiększa się też szczelność stolarki okiennieo-drzwiowej we wszystkich rodzajach i wysokościach budynków.

Górna wartość wskaźnika  $EP$  zostaje zmniejszona dla wszystkich rodzajów budynków – etapami w latach 2014, 2017 i 2021 (w 2019 r. budynków publicznych). W przypadku budynków jednorodzinnych na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz c.w.u. wskaźnik  $EP$  wynosi odpowiednio – 120/95/70 kWh/m<sup>2</sup>r., wielorodzinnych odpowiednio: 105/85/65 kWh/m<sup>2</sup>r., zaś budynków użyteczności publicznej innych niż opieki zdrowotnej odpowiednio – 65/60/45 kWh/m<sup>2</sup>r.

## Energooszczędność a optymalizacja rozwiązań

Zgodnie z nowelizacją Dyrektywy EPBD wszystkie budynki zużywające energię mają mieć możliwie najmniejszy wskaźnik zużycia energii pierwotnej  $EP$  z maksymalnym wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii (OZE). Jednak to nie wskaźnik  $EP$  przekłada się bezpośrednio na wielkość kosztów eksploatacyj-

nych, a wskaźnik zużycia energii końcowej  $EK$ , który pomnożony przez powierzchnię ogrzewaną budynku określa ilość energii zużywanej rocznie.

Rozpatrzmy projekt losowo wybranego domu jednorodzinnego przeznaczonego dla 5-osobowej rodziny, zlokalizowanego pod Łodzią. Powierzchnia ogrzewana: parteru 69 m<sup>2</sup>, poddasza 72 m<sup>2</sup>. Kubatura ogrzewana 480 m<sup>3</sup>. Projekt został opracowany jesienią 2013 r., a budowa rozpocznie się wiosną 2014 r. Zgodnie z metodologią zawartą w projekcie z 08.07.2013 r. rozporządzenia MTBiGM 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 obliczono charakterystyki energetyczne domu w kilku wybranych wariantach zasilenia w energię:

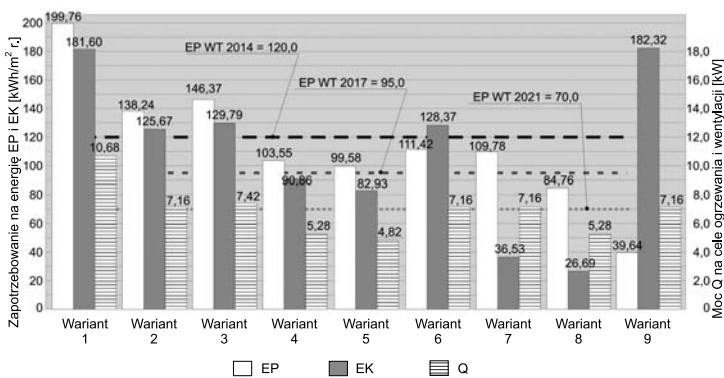
- **wariant 1** z wentylacją grawitacyjną i kotłem gazowym;
- **wariant 2** jak wariant 1, lecz po optymalizacji współczynników przenikania ciepła  $U$  przegród (ścian, dachu, podłogi, fundamentu, stolarki okiennieo-drzwiowej);
- **wariant 3** jak wariant 2, ale po zamianie wentylacji grawitacyjnej na mechaniczną;
- **wariant 4** jak wariant 3, ale z rekuperacją wywiewanego ciepła wentylacyjnego;
- **wariant 5** jak wariant 4, lecz z gruntowym wymiennikiem ciepła GWC;
- **wariant 6** jak wariant 2, lecz z instalacją solarną dla potrzeb c.w.u.;
- **wariant 7** jak wariant 2, lecz po zamianie kotła gazowego na pompę ciepła solanka-woda;
- **wariant 8** jak wariant 4, lecz po zamianie kotła gazowego na pompę ciepła solanka-woda;
- **wariant 9** jak wariant 2, lecz po zamianie kotła gazowego na opalany pelletami lub drewnem.

Rysunek 1 przedstawia obliczone wskaźniki zapotrzebowania energii pierwotnej  $EP$  oraz końcowej  $EK$ , a także wymaganą moc źródła ciepła  $Q$ . Spełnienie przez projektanta wymagań określonych przez dotychczas obowiązujące warunki techniczne (wariant 1), jest rozwiązaniem nie do przyjęcia, gdyż wartość wskaźnika  $EP = 199,76$  kWh/m<sup>2</sup>r. znacznie przekracza dopuszczony wymaganiami Rozporządzenia Ministra Infrastruktury obowiązującymi od 01.01.2014 r. wskaźnik  $EP$  WT2014 = 120 kWh/m<sup>2</sup>r.

Przeprowadzona wg [1] optymalizacja (wariant 2) – ustalająca ekonomicznie uzasadnione wartości współczynników przenikania ciepła  $U$ , daje wartości:  $U_{ścian} = 0,128$  W/m<sup>2</sup>K,  $U_{dachu} = 0,129$  W/m<sup>2</sup>K,  $U_{podłogi} = 0,173$  W/m<sup>2</sup>K,  $U_{okna} = 1,1$  W/m<sup>2</sup>K,  $U_{drzwi} = 1,7$  W/m<sup>2</sup>K. Są one znacznie niższe niż określone wymaganiami warunków technicznych znowelizowanych w 2013 r. Uzyskana wartość  $EP = 138,24$  kWh/m<sup>2</sup>r. jest jednak nadal wyższa niż  $EP$  wg WT2014. Dom w wariantcie 2 nie spełnia wymagań znowelizowanych WT.

Modyfikacja przez wprowadzenie rekuperacji ciepła zawartego w powietrzu wywiewanym o średniej sprawności eksploatacyjnej 70% (wariant 4) pozwala uzyskać wskaźnik  $EP = 103,55$  kWh/m<sup>2</sup>r., który jest niższy niż dopuszczalny wg WT2014. Jest on jednak większy niż wymagany będzie od roku 2017 r., tj. 95,0 kWh/m<sup>2</sup>r.

Jeśli w wariantcie 2 zamieni się kocioł gazowy na pompę ciepła pracującą w układzie solanka-woda o średniej sprawności COP = 3,5 dla c. o. oraz COP = 3,0 dla c. w. u. (wariant 7), uzyskuje się zmniejszenie wskaźnika  $EP$  o 20,6%. Spełni on wymagania WT2014, natomiast wymagań WT2017 niestety nie. Jesz-



Rys. 1. Zestawienie wyników analiz energetycznych wg różnych wariantów zasilania w energię

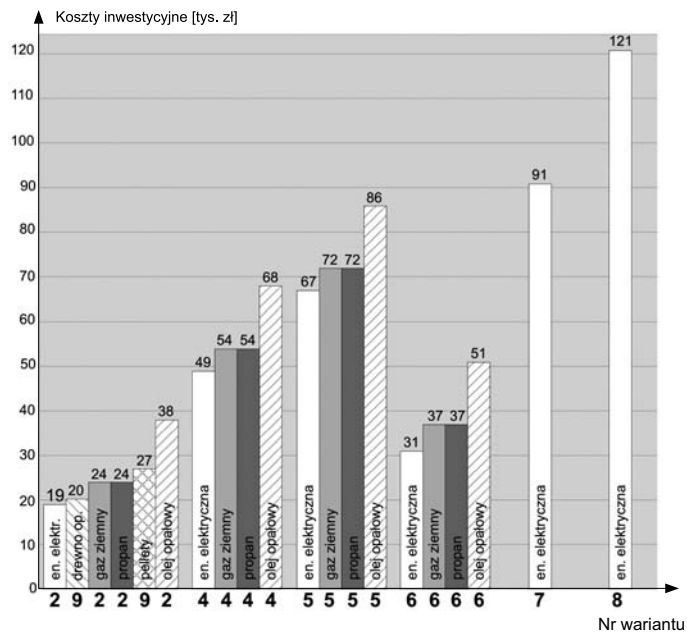
cze lepsze efekty energetyczne uzyskuje się, zamieniając w wariantcie 4 (z wentylacją mechaniczną i rekuperacją) kocioł gazowy na pompę ciepła (wariant 8) taką samą jak w wariantcie 7. Wskaźnik energii pierwotnej spełnia wymagania WT2014 oraz WT2017, ale jeszcze nie spełnia wymagań, które będą obowiązywać od 2021 r.

Jeśli w wariantcie 2 z wentylacją grawitacyjną zamieni się tylko kocioł gazowy na kocioł opalany pelletami lub drewnem, to uzyskuje się wskaźnik EP = 39,64 kWh/m²r., który z dużym zapasem spełnia nawet przyszłościowe wymagania WT2021 (wariant 9).

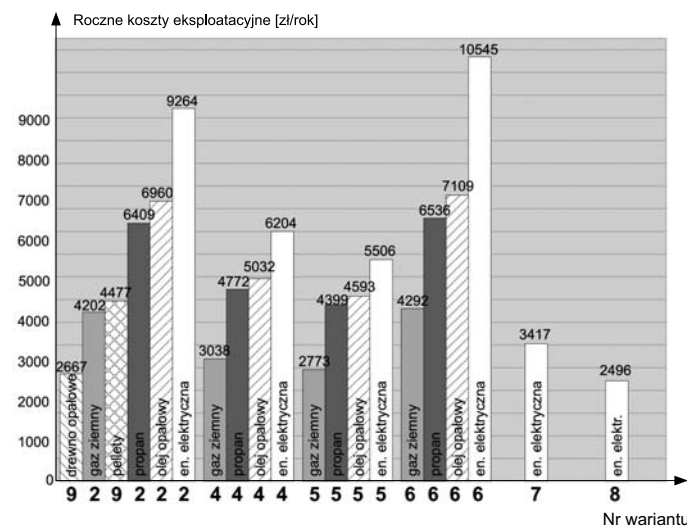
Rysunek 1 pokazuje, że pojęcie *dom energooszczędny* ma różne znaczenia. Stosując tradycyjne nieodnawialne źródła energii, bez wspomaganie się w dużym stopniu energią pochodzącą z OZE, nie spełnimy wymagań obowiązujących po 2017 r. Po 2021 r. zastosowanie będą miały wyłącznie OZE – co jest zgodne z założeniami Dyrektywy EPBD. Jak wynika z przedstawionych wariantów, z punktu widzenia EPBD, energooszczędne są te, które pozwalają uzyskać najniższe wartości wskaźnika nieodnawialnej energii pierwotnej EP, czyli w przypadku analizowanego domu jest to niewątpliwie wariant 9. Jednak, z punktu widzenia inwestora czy użytkownika, energooszczędnymi wariantami są te, które pozwalają uzyskać najniższe zużycie energii końcowej – czyli wariant 7 i 8. Czy będą one opłacalne? Rysunek 2 przedstawia zestawienie kosztów inwestycyjnych omawianych wariantów zasilania w energię. Na rysunku 3 zestawiono roczne koszty eksploatacyjne.

Z uwagi na wygodę eksploatacji oraz dostępność gazu ziemnego w danej lokalizacji domu, inwestor skłania się ku wariantowi 2 z kotłem gazowym. Będzie on podstawą analizy porównawczej, z której płyną następujące wnioski:

- wariant 2 z wentylacją grawitacyjną, ale kotłem na gaz płynny ma te same koszty inwestycyjne, ale o 2207 zł wyższe roczne koszty eksploatacji i jest nieopłacalny;
- wariant 2 z wentylacją grawitacyjną, ale kotłem na olej opałowy ma o 14 tys. zł wyższy koszt inwestycyjny oraz o 2758 zł wyższy roczny koszt eksploatacji i jest nieopłacalny;
- wariant 2 z wentylacją grawitacyjną, ale ogrzewaniem elektrycznym ma o 5450 zł niższy koszt inwestycyjny, ale też o 5062 zł wyższy roczny koszt eksploatacji i jest nieopłacalny;
- wariant 4 z wentylacją mechaniczną, rekuperacją i kotłem na gaz ziemny ma o 30 tys. zł wyższy koszt inwestycyjny, ale o 1164 zł niższy roczny koszt eksploatacji. Czas zwrotu nakładów wyniesie 26 lat, co czyni wariant nieopłacalnym;
- wariant 4 z wentylacją mechaniczną, rekuperacją i kotłem na gaz płynny ma także o 30 tys. zł wyższy koszt inwestycyjny



Rys. 2. Koszty inwestycyjne na cele grzewczo-wentylacyjne i c.w.u. przy różnych źródłach zasilania domu w energię



Rys. 3. Roczne koszty eksploatacji na cele grzewczo-wentylacyjne i c.w.u. w przypadku poszczególnych wariantów

oraz o 570 zł wyższy roczny koszt eksploatacji i jest nieopłacalny;

- wariant 4 z wentylacją mechaniczną, rekuperacją i kotłem na olej opałowy ma o 44 tys. zł wyższy koszt inwestycyjny oraz o 830 zł wyższy roczny koszt eksploatacji i jest nieopłacalny;
- wariant 4 z wentylacją mechaniczną, rekuperacją i ogrzewaniem elektrycznym ma o 25 tys. zł wyższy koszt inwestycyjny oraz o 2002 zł wyższy roczny koszt eksploatacji i jest nieopłacalny;
- wariant 5 z wentylacją mechaniczną, rekuperacją, GWC i kotłem na gaz ziemny ma o 48 tys. zł wyższy koszt inwestycyjny, ale o 1429 zł niższy roczny koszt eksploatacji. Czas zwrotu nakładów wyniesie 34 lata, co czyni wariant nieopłacalnym;
- wariant 5 z wentylacją mechaniczną, rekuperacją, GWC i kotłem na gaz płynny ma o 48 tys. zł wyższy koszt inwestycyjny oraz o 197 zł wyższy roczny koszt eksploatacji i jest nieopłacalny;

■ wariant 5 z wentylacją mechaniczną, rekuperacją, GWC i kotłem na olej opałowy ma o 62 tys. zł wyższy koszt inwestycyjny oraz o 391 zł wyższy roczny koszt eksploatacji i jest nieopłacalny;

■ wariant 5 z wentylacją mechaniczną, rekuperacją, GWC i ogrzewaniem elektrycznym ma o 43 tys. zł wyższy koszt inwestycyjny oraz o 1304 zł wyższy roczny koszt eksploatacji i jest nieopłacalny;

■ wariant 6 z wentylacją grawitacyjną, kotłem na gaz ziemny i instalacją solarną ma o 13 tys. zł wyższy koszt inwestycyjny oraz tylko o 90 zł wyższy roczny koszt eksploatacji i jest nieopłacalny;

■ wariant 6 z wentylacją grawitacyjną, kotłem na gaz płynny i instalacją solarną ma o 13 tys. zł wyższy koszt inwestycyjny oraz o 2334 zł wyższy roczny koszt eksploatacji i jest nieopłacalny;

■ wariant 6 z wentylacją grawitacyjną, kotłem na olej opałowy i instalacją solarną ma o 27 tys. zł wyższy koszt inwestycyjny oraz o 2907 zł wyższy roczny koszt eksploatacji i jest nieopłacalny;

■ wariant 6 z wentylacją grawitacyjną, ogrzewaniem elektrycznym i instalacją solarną ma o 7 tys. zł wyższy koszt inwestycyjny oraz o 6343 zł wyższy roczny koszt eksploatacji i jest nieopłacalny;

■ wariant 7 z wentylacją grawitacyjną i pompą ciepła solanka-woda COP 3,5 ma o 67 tys. zł wyższy koszt inwestycyjny, ale o 785 zł niższy roczny koszt eksploatacji. Czas zwrotu nakładów wyniesie 85 lat, co czyni wariant nieopłacalnym;

■ wariant 8 z wentylacją mechaniczną, rekuperacją i pompą ciepła solanka-woda COP 3,5 ma o 97 tys. zł wyższy koszt inwestycyjny, ale o 1706 zł niższy roczny koszt eksploatacji. Czas zwrotu nakładów wyniesie 57 lat, co czyni wariant nieopłacalnym;

■ wariant 9 z wentylacją grawitacyjną i kotłem na pellety ma o 3 tys. zł wyższy koszt inwestycyjny oraz o 275 zł wyższy roczny koszt eksploatacji i jest nieopłacalny.

■ **wariant 9 z wentylacją grawitacyjną i kotłem z gazowującym drewno** ma o 4 tys. zł niższy koszt inwestycyjny oraz o 1535 zł niższy roczny koszt eksploatacji i **jest najbardziej opłacalny**. Wariant ten jest nie wszędzie możliwy do zastosowania z uwagi na dość uciążliwą eksploatację związaną z koniecznością magazynowania opału w ciągu roku w ilości  $9 \div 13 \text{ m}^3$  drewna opałowego (zależnie od klasy i jakości drewna) lub ok. 6 t pellet, a także niedogodność związaną z okresowym ładowaniem opału do kotła, jego odpopielaniem oraz czyszczeniem kanałów spalinowych.

Z analizy wynika, że wariant 2 z wentylacją grawitacyjną i kotłem na gaz ziemny, opłacalny ekonomicznie do zastosowania i preferowany przez inwestora (z uwagi na wygodę eksploatacji), niestety nie uzyska zezwolenia na eksploatację z uwagi na przekroczenie dopuszczalnego wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię *EP* (rysunek 1). Najbliższe spełnienia nowych wymagań rozwiązania, to warianty 4, 5, 6 i 7, ale są one niestety nieopłacalne ekonomicznie, gdyż wymagają zwiększenia kosztów inwestycyjnych podczas budowy o  $13 \div 67$  tys. zł oraz poniesienia w czasie życia domu (np. 30 lat) zwiększonych kosztów eksploatacyjnych o  $15 \div 90$  tys. zł. Trzeba będzie więc ponieść dodatkowe koszty stanowiące  $10 \div 40\%$  kosztów całej inwestycji, aby spełnić wymagania WT2014.

Dramatycznej przedstawia się konieczność spełnienia już za 3 lata wymagań WT2017, gdyż w tym przypadku wybrać można tylko wariant 8. Jednak dodatkowy koszt inwestycyjny

wyniesie 97 tys. zł, zaś czas zwrotu tych nakładów wynoszący 57 lat czyni go irracjonalnym. Doskonale wskazują to wyniki optymalizacji wg metodologii podanej w normie PN-EN 15459: 2008 *Charakterystyka energetyczna budynków. Ekonomiczna ocena instalacji energetycznych w budynkach*, gdzie wartość globalna domu w okresie jego życia uwzględnia dodatkowe obciążenia finansowe dla użytkownika i inwestora (koszty serwisowania, napraw, wymiany elementów instalacji po okresie zużycia) oraz realne stopy procentowe i stopy dyskontowe. Wymagania WT2021 spełni wyłącznie wariant 9, ale konieczne będą duże zmiany w projekcie oraz nawet inna lokalizacja domu z wykorzystaniem energii wiatru czy słonecznej lub biomasy i znacznie większy dodatkowy nakład inwestycyjny i eksploatacyjny.

Przedstawiony przykładowy, choć niepełny, rachunek optymalizacyjny inwestycji wskazuje na celowość sporządzania analiz energetycznych i ekonomicznych podczas sporządzania projektu budowlanego, co słusznie zostało wprowadzone w wymaganiach Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (ze zmianami z 06.11.2008 r.) odnośnie do opracowania przez projektanta pełnej charakterystyki energetycznej. Tylko na jej podstawie inwestor będzie mógł dokonać świadomego wyboru rozwiązań energetycznych swojej inwestycji. Wyniki analiz energetyczno-ekonomicznych będą ściśle dopasowane do danej inwestycji. Fakt ten każe wątpić w sensowność ogólnie ustawionych przez ministerstwo jednakowych dla wszystkich przypadków wymagań charakterystyki energetycznej, podanych w znowelizowanych w 2013 r. warunkach technicznych. Jedynym rozsądnym rozwiązaniem jest pilna modyfikacja tych wytycznych, wskazująca na konieczność stosowania rozwiązań o możliwie najniższym zużyciu energii pierwotnej przez budynek, ale uzasadnionych rachunkiem optymalizacyjnym każdego przypadku oddzielnie wg PN-EN 15459: 2008. Takie podejście jest zgodne z nowelizacją Dyrektywy EPBD.

Pozostawienie arbitralnie ustalonych i sztywnych wymagań jest możliwe, ale pod warunkiem pokrycia przez państwo dopłaty bezpośredniej dla inwestora w wysokości równej nadwyżce kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych wymuszanych wymaganiami rozwiązania nad sumą kosztów z optymalizacji dla danej inwestycji. Możliwe, że ministerstwo ma taki zamiar, gdyż we wstępie do nowelizacji Dyrektywy EPBD w punkcie 20 przewiduje się, aby każde państwo członkowskie stworzyło środki, których celem jest *zachęcanie do inwestycji lub innych działań zwiększających efektywność energetyczną nowych i istniejących budynków*. Przewiduje się też, że *środki takie mogłyby obejmować darmową lub dotowaną poradę i pomoc techniczną, bezpośrednie dotacje, dotowane programy kredytowe lub nisko oprocentowane kredyty...* Jeśli jednak takich środków rząd nie wygospodaruje i nie przygotowuje do wdrożenia w najbliższych 2 – 3 latach, to inwestorów czeka wzrost kosztów budowy o  $10 \div 30\%$ , a w kolejnych latach nawet o 40%.

## Literatura

- [1] Pogorzelski J. A., Rudczyk-Malijewska E., Optymalna izolacyjność cieplna przegród zewnętrznych, *Materiały Budowlane* nr 1/2004.  
 [2] PN-EN 15459: 2008 *Charakterystyka energetyczna budynków. Ekonomiczna ocena instalacji energetycznych w budynkach*.