Nowy wymiar energooszczędności w budownictwie

Kiedy od 1 stycznia 2009 r., została wprowadzona w życie Dyrektywa EPBD 2002/91 Rady i Parlamentu Europejskiego w sprawie charakterystyki energetycznej budynków, wydawało się iż tworzenie budynków o niskim zużyciu energii będzie na tyle powszechne, że stanie się normą. Już pierwsze miesiące doświadczeń - także w Polsce, przyniosły jednak szereg rozczarowań. Wydano przepisy wykonawcze do Dyrektywy EPBD 2002/91 [1] ograniczające współczynniki przenikania ciepła *U* przegród budowlanych tracących ciepło, ograniczające roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną do celów grzewczo-wentylacyjnych i ciepłej wody użytkowej budynków mieszkalnych oraz użyteczności publicznej, a także nakazujące stosowanie odzysku ciepła z powietrza wywiewanego w wentylacji mechanicznej o wydajności nie mniejszej niż 2000 m^3/h. Wprowadzono obowiązek sporządzania charakterystyk energetycznych (jako składnik projektów budowlanych) [5] oraz obowiązek sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej wg metodologii [2] dla nowych budynków oddawanych do eksploatacji, jak też obowiązek przeprowadzania kontroli technicznej niektórych kotłów grzewczych [4].

Wymagania energooszczędności, a rzeczywistość

W krajowej praktyce projektowej nadal pokutuje utarte od lat przekonanie, że budynki należy tak projektować, aby przegrody tracące ciepło spełniały jedynie ograniczenia górnej wartości współczynników przenikania ciepła *U*. Uzyskiwane przy tym wartości zapotrzebowania energii pierwotnej *EP* są traktowane jako swoisty „dodatek” do informacji o budynku - często nawet pomijany w opisach technicznych do projektów budowlanych. Zużycie energii pierwotnej przez projektowane budynki nie jest porównywane z wymaganymi wartościami referencyjnymi wg WT2008. W rozporządzeniu [3] w zapisie §329.1. występuje alternatywa do spełnienia pomiędzy ograniczeniem wsp. przenikania ciepła do U_{max}, a ograniczeniem zużycia energii pierwotnej przez budynek do EP_{max}. Spełnienie przy projektowaniu warunku $U < U_{max}$ jest dużo prostsze, niż warunku $EP < EP_{max}$, co ze względów ekonomicznych jest zbieżne z oczekiwaniem inwestorów i powszechnie stało się jedynym kryterium ochrony cieplnej budynków. Takie podejście odpowiada także architektom, gdyż nie zmusza do szukania rozwiązań optymalnych.

Mimo, iż §11 ust.2 rozporządzenia [5] nakazuje zamieszczanie charakterystyki energetycznej obiektu budowlanego - sporządzonej zgodnie z metodologią [2], to w praktyce, architekci niemal powszechnie ograniczają się do podawania zaledwie kilku wartości współczynników przenikania ciepła *U* dla wybranych przegród - nie podając przy tym ani parametrów sprawności energetycznej instalacji grzewczo-wentylacyjnych i klimatyzacyjnych, ani bilansów mocy cieplnej. Mimo, iż to samo rozporządzenie dla budynków o powierzchni użytkowej większej niż 1000 m^2 nakazuje zamieszczanie w projekcie budowlanym pełnej analizy możliwości racjonalnego wykorzystania pod względem technicznym, ekonomicznym i środowiskowym odnawialnych źródeł energii i możliwości zastosowania skojarzonej produkcji energii elektrycznej i ciepła oraz zdecentralizowanego systemu zaopatrzenia w energię, to w praktyce takich analiz w projektach budowlano-architektonicznych się nie spotyka, bowiem urzędy zatwierdzające projekty nie wymagają spełnienia tego wymogu. Podobnie, świadectwa charakterystyki energetycznej budynków, przewidziane prawem budowlanym [4] jako paszport energetyczny budynków, mieszkań czy lokali, są powszechnie dewaluowane przez developerów, najemców, sprzedawców i inwestorów - do tego stopnia, że często są sporządzane byle jak, korespondencyjnie i bez inwentaryzacji powykonawczej budynku oraz bez uwzględnienia faktycznie zastosowanych urządzeń i instalacji grzewczo-wentylacyjnych. Dodatkową niechęcią do świadectw jest i to, iż wyliczenia w nich zamieszczone, są przysłowiową czarną magią dla zwykłego śmiertelnika, zaś rubryki z uwagami i zaleceniami dla inwestora, nagminnie nie są wypełniane. Nie było też dotąd żadnej kampanii informacyjnej ze strony rządu co do roli świadectw charakterystyki energetycznej oraz praktycznego ich wykorzystania.

W rezultacie, od początku wejścia w życie Dyrektywy EPBD, hasło „energooszczędność” stało się bardziej codziennym chwytem marketingowym wielu

producentów materiałów i instalacji budowlanych, a także wydawców katalogów domów jednorodzinnych, niż faktycznym dążeniem do rozwiązań efektywnie energetycznych. Owszem, daje się zauważyć swoistą modę tworzenia domów tzw. energooszczędnych, ale wyłącznie wśród inwestorów domów jednorodzinnych. Wśród developerów takich dążeń niestety, się nie zauważa, bowiem nawet najmniejsze dążenie do zmniejszenia zapotrzebowania na energię, zawsze podnosi koszty inwestycji. Nie zauważa się też żadnej rywalizacji na rynku mieszkań w zakresie wyróżniania dobrej charakterystyki energetycznej. Świadectwo charakterystyki energetycznej budynku nigdzie nie jest traktowane jako paszport energetyczny przy sprzedaży domu lub mieszkania, a jedynie jako zło konieczne, za które inwestor musi dodatkowo zapłacić - nie widząc w tym celu. Nie spotyka się też żadnej rywalizacji wśród architektów o projektowanie budynków o coraz lepszych charakterystykach energetycznych. Nieliczne próby tworzenia domów tzw. pasywnych, akcentują jedynie niższe zużycie energii, nie dając inwestorowi rzetelnych analiz energetyczno-ekonomicznych tych rozwiązań oceniających ich racjonalność. Wzbudzało to uzasadnioną nieufność inwestorów i rodziło liczne oceny krytyczne.

Nowa jakość działań energooszczędnych

W efekcie niektórych błędów niejednoznaczności występujących w omawianych przepisach wykonawczych, jak też z powodu braku kontroli jakości sporządzanych świadectw charakterystyki energetycznej budynków, wdrożenie Dyrektywy EPBD kompletnie zawiodło! Liczne wnioski i konstruktywne uwagi krytyczne płynące z różnych krajów UE - także autora, zostały uznane za zasadne. Wyeliminowano błędy i wprowadzono wiele uszczegółowień oraz nowych wymagań. Powstała nowelizacja [6] Dyrektywy EPBD i do niej przepisy wykonawcze obowiązujące od 01.01.2014 r., które rewolucjonizują dotychczasowy rynek budowlany, bowiem 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 dodatkowych wskaźników energii użytkowej *EU* oraz emisji CO_2 (obok *EP* i *EK*), a także klas energetycznych budynku od najlepszej *A* do najgorszej *G* na świadectwach charakterystyki energetycznej,
- 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 kotłów i instalacji grzewczo-wentylacyjnych,
- wprowadzenie obowiązku sporządzenia świadectwa charakterystyki energetycznej budynku lub mieszkania przy pierwszym użytkowaniu, sprzedaży lub najmie,
- sprecyzowanie wymagań posiadania świadectwa charakterystyki energetycznej budynku istniejącego,
- zalecenie zamieszczania informacji o charakterystyce energetycznej mieszkania lub budynku w reklamach i ofertach developerów,
- zaostrzenie wymagań minimalnych odnośnie dopuszczalnych wartości współczynników przenikania ciepła *U* przegród tracących ciepło 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 wszelkich 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 $n_{50} < 3\ h^{-1}$ (z wentylacją grawitacyjną lub hybrydową) oraz $n_{50} < 1{,}5\ h^{-1}$ (z wentylacją mechaniczną),
- sprecyzowanie zakresu sporządzania charakterystyki energetycznej budynku i analiz opłacalności alternatywnych systemów energetycznych, które mają stanowić obowiązkowy składnik projektu budowlanego dla wszystkich rodzajów budynków zasilanych energią - nie tylko mieszkaniowych, ale też przemysłowych, komunalnych, magazynowych i gospodarczych,
- ujednolicenie 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 w oparciu o zmierzoną ilość zużytej energii przez budynek podczas jego eksploatacji,
- zaostrzenie obowiązku posiadania świadectwa charakterystyki energetycznej budynków zajmowanych przez władze publiczne do powierzchni przekraczającej 500 m^2, a od lipca 2015 r. przekraczającej 250 m^2 i nakazanie umieszczania ich w miejscu widocznym dla ludności,
- wprowadzenie obowiązku ubezpieczenia od odpowiedzialności cywilnej autorów za szkody wyrządzone w związku ze sporządzaniem świadectw charakterystyki energetycznej budynków,
- wprowadzenie dla rządu obowiązku opracowania krajowego planu zwiększenia ilości budynków o niemal zerowym zużyciu energii,
- wprowadzenie dla rządu obowiązku stosowania zachęt finansowych i rynkowych promujących tworzenie budynków energooszczędnych.

Podstawowym celem nowelizacji Dyrektywy jest niewątpliwie troska o istniejące jeszcze w Ziemi, ale ograniczone zasoby kopalnianych paliw naturalnych (gaz ziemny, ropa naftowa, węgiel), tj. maksymalne zmniejszenie ich zużycia, a także maksymalne zmniejszenie emisji CO_2. Cel ten wynika z faktu, iż ok. 40% łącznego zużycia energii w UE pochłaniają budynki i konieczne jest doprowadzenie do zmniejszenia zużycia paliw naturalnych i jednoczesne zwiększenie wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych. Aby cel ten zrealizować, konieczne jest podjęcie działań bardziej radykalnych niż dotąd. Stąd wprowadza się mechanizm kontroli rzetelności projektowania, jakości świadectw charakterystyki energetycznej oraz rzetelności przeglądów kontrolnych budynków i ich instalacji energetycznych. Dla zwiększenia wykorzystania odnawialnych źródeł energii, wprowadzono „karne" mnożniki nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej $w > 1$ dla energii opartej na paliwach naturalnych oraz „promocyjne" $w < 1$ dla źródeł odnawialnych. Wynoszą one:

- dla oleju opałowego, gazu ziemnego i płynnego, węgla kamiennego i brunatnego w kotłowniach lokalnych w = 1,1
- dla oleju opałowego, gazu ziemnego i płynnego w ciepłowniach w = 1,2
- dla węgla kamiennego w ciepłowniach w = 1,3
- dla energii elektrycznej w = 3,0
- dla systemów fotowoltaicznych w = 0,7
- dla biomasy w = 0,2
- dla energii słonecznej w = 0,0.

Nowa jakość projektów budowlanych

Wymagane uszczegółowienie charakterystyki energetycznej do każdego projektu budowlanego oraz analizy ekonomiczne różnych wariantów zasilenia w energię, polepszą nie tylko jakość projektów budowlano-architektonicznych, ale też pozwolą inwestorom świadomie wybierać do zastosowania 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 mocno 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 zasilenia w energię danego budynku, ale też możliwe do zastosowania odnawialne źródła energii. Mają być wykazane koszty inwestycyjne, uzyskane efekty energetyczne, koszty eksploatacyjne, jak też czas zwrotu ponoszonych nakładów.

Analizy takie, będą wymagały rzetelnego rozpoznania możliwości zaopatrzenia budynku w energię, aktualnych i prognozowanych cen energii, jak też wykonania wielu symulacji energetycznych dla alternatywnych możliwych rozwiązań. Konieczne będzie uwzględnienie lokalnych warunków klimatycznych, cen materiałów i wyposażenia, cen robocizny i serwisowania. Konieczne będą szerokie analizy cieplno-wilgotnościowe sprawdzające poszczególne przegrody tracące ciepło i mostki cieplne, by wykluczyć w nich i na ich powierzchniach kondensację pary wodnej oraz jej kumulację w kolejnych latach eksploatacji. Analizy te muszą być przeprowadzone dla warunków atmosferycznych rzeczywiście występujących w danej lokalizacji budynku - uwzględniających rzeczywisty rozkład temperatur i wilgotności powietrza, natężenia promieniowania słonecznego, opadów deszczu oraz siły i kierunku wiatrów - zarejestrowanych w najbliższej stacji meteorologicznej.

Nowy „branżysta” w projektowaniu

Jak wynika z badań przeprowadzanych przez *International Building Performance Simulation Association* 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 systemów, ekonomiczne i cieplno-wilgotnościowe, po należytą interpretację uzyskanych wyników symulacji. Finalne wyniki analiz i zestawienia, muszą mieć czytelną formę zarówno dla projektanta sporządzającego projekt budowlano-architektoniczny, jak i inwestora. Tak szeroki zakres czynności, wymaga od opracowującego charakterystykę energetyczną biegłej znajomości fizyki budowli i zagadnień ekonomicznych oraz znajomości 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 podołać nowym wymaganiom i będzie zmuszony do korzystania z usług specjalistów fizyki budowli. Na pewno, wydłuży to czas opracowywania projektu, bowiem trzeba będzie najpierw przygotować wstępny projekt budowlany, a po otrzymaniu wyników analiz, zastosować w nim konkretne rozwiązania materiałowe i systemy grzewczo-wentylacyjne. Potem, taki projekt musi wrócić do opracowującego analizy i symulacje, by sporządził ostateczną charakterystykę energetyczną budynku - dołączaną do projektu.

Naturalnie, wzrosną ceny za usługi projektowe. Na tym tle, komicznie wygląda sformułowanie zawarte na stronie 54 uzasadnienia rozporządzenia [7], iż nie ma ono wpływu na budżet państwa, jednostki samorządu terytorialnego, rynek pracy i konkurencyjność przedsiębiorstw, a jedynie wpłynie na podmioty sporządzające świadectwa i projektantów - poprzez zmianę zakresu ich czynności. Wzrost cen za usługi projektowe będzie istotny dla inwestora, bowiem komplet analiz energetyczno-ekonomicznych i cieplno-wilgotnościowych dla domu jednorodzinnego, to wydatek ok. 4 tys. zł netto dla średniej wielkości domu, zaś dla budynków wielorodzinnych, komunalnych czy przemysłowych - odpowiednio więcej. Na tej podstawie oraz za [9], 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 wprowadzenie klas energetycznych, polepszy 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 developerów. Będą oni zmuszeni do zamieszczania w materiałach reklamowych i informatorach oprócz cen, także wskaźników energetycznych oferowanych mieszkań czy domów. Kupujący, jeszcze w stadium wyboru i decyzji, będzie wiedział o

czekających go kosztach eksploatacyjnych danej inwestycji. Pojawi się dynamiczny 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 rynku nieuczciwych lub nie przygotowanych zawodowo.

Niezwykle ważne dla inwestora będą zapisy w rubryce *„zalecenia dotyczące opłacalnej ekonomicznie poprawy charakterystyki energetycznej”*. Audytor ponosi pełną odpowiedzialność za jej wypełnienie, gdyż ma ona stanowić dla inwestora podstawową informację o zakresie, celu, efektach i kosztach dalszego inwestowania w zmniejszanie energochłonności budynku czy mieszkania. Dla wypełnienia tej rubryki, audytor będzie musiał przeprowadzić szereg wspomnianych wyżej analiz i symulacji, by odpowiedzialnie zalecić dalsze działania na rzecz zwiększenia efektywności energetycznej lub ... nie zalecać. Za wypełnienie tej rubryki będzie odpowiadać finansowo. Dlatego, 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. Wyraźnie wzrośnie jakość świadectw, ale też i ich cena. Nie ma nawet co marzyć, by nowe świadectwo charakterystyki energetycznej najmniejszego nawet domu jednorodzinnego kosztowało mniej niż 2 tys. zł netto.

Nowa jakość wykonawstwa

Wprowadzenie obowiązku wykonania całkowicie szczelnych na przenikanie powietrza przegród zewnętrznych, ich złączy oraz przejść instalacji i kanałów, jak też zalecenie wykonywania próby szczelności budynku przed oddaniem do użytkowania, podniesie ich jakość. Wzrosną też ceny usług budowlanych, gdyż każde przebicie ściany zewnętrznej stolarką okienno-drzwiową czy też każdy styk paroizolacji ze ścianami, oknami czy kominami na poddaszu, będzie musiał być szczelny na przenikanie powietrza. Jeśli próby będą negatywne, roboty będą musiały być wykonane ponownie lub poprawione.

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 roszczeń 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^2 (za dwa lata, ponad 250 m^2), wymagać będzie sporządzenia świadectwa charakterystyki energetycznej i umieszczenia go w miejscu widocznym dla odwiedzających. Władza publiczna będzie musiała dawać pozytywny przykład dla ludności do naśladowania w działaniach na rzecz oszczędności w zużywaniu energii przez ich budynki. Będzie też musiała ponosić spore koszty na modernizację, termorenowację i remonty oraz na sporządzenie świadectw, a wcześniej audytów uzasadniających te działania. Konieczne też będzie stałe organizowanie i wprowadzanie zachęt finansowych oraz rynkowych promujących powszechne tworzenie budynków energooszczędnych w każdej gminie.

Zmiany w wymaganiach technicznych

Warunki techniczne zawarte w rozporządzeniu [8] 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 eksploatacyjnej przez dopasowanie pracy wentylatorów do aktualnych potrzeb. Zwiększy to niestety koszty inwestycyjne instalacji.

Istniejący dotąd obowiązek stosowania odzysku ciepła z powietrza wywiewanego w instalacjach wentylacji mechanicznej lub klimatyzacji utrzymano, ale mocno zmniejszono graniczną wydajność wentylacji z 2000 m^3/h do 500 m^3/h - co obejmie też większe domy jednorodzinne i rezydencje. Ograniczy to zużycie energii przez te budynki, ale podniesie koszt inwestycyjny oraz serwisowania i obsługi.

W miejsce alternatywnego obowiązku nie przekraczania górnych wartości współczynników przenikania ciepła *U* przegród i wartości wskaźnika rocznego zapotrzebowania budynku na nieodnawialną energię pierwotną *EP*, wprowadza się obowiązek jednoczesnego spełnienia obu tych warunków - przy dodatkowym warunku ograniczenia powierzchni przeszklonych.

Dopuszczalne wartości współczynników przenikania ciepła U_C ścian, dachów, stropodachów i podłóg i fundamentów stykających się z gruntem uwzględniających także poprawki zwiększające, zostały istotnie zmniejszone. Będą wprowadzane etapami w latach 2014, 2017 i 2021 (w 2019 dla budynków publicznych). Przykładowo, górna wartość wsp. przenikania ciepła ścian zewnętrznych U_C w pomieszczeniach mieszkalnych 0,30 W/m^2K, zostaje zmniejszona do wartości odpowiednio: 0,25/0,23/0,20 zaś dachów z wartości 0,25 W/m^2K na 0,20/0,18/0,15. Podobnie, górna wartość wsp. *U* okien i drzwi balkonowych z wartości 1,8 W/m^2K 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 wsp. przenikania ciepła *U* przegród szklanych i przezroczystych, przy której występuje ograniczenie dopuszczalnej powierzchni przeszklenia, została zmniejszona z 1,5 W/m^2K do wartości 0,9 W/m^2K. Oznacza to silne 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 okienno-drzwiowej we wszystkich rodzajach i wysokościach budynków.

Górna wartość wskaźnika *EP* zostaje silnie zmniejszona dla wszystkich rodzajów budynków - etapami w latach 2014, 2017 i 2021 (2019 dla budynków publicznych). Przykładowo, dla budynków jednorodzinnych na potrzeby ogrzewania, wentylacji oraz c.w.u. wskaźnik *EP* wynosi odpowiednio: 120/95/70 kWh/m^2rok, dla wielorodzinnych odpowiednio: 105/85/65 kWh/m^2rok, zaś dla budynków użyteczności publicznej innych niż opieki zdrowotnej odpowiednio: 65/60/45 kWh/m^2rok.

Energooszczędność, a optymalizacja rozwiązań

W ostatnich latach, mamy do czynienia z nadużywaniem pojęcia „energooszczędność" a także „dom o prawie zerowym zużyciu energii". Nowelizacja [6] jednoznacznie stawia słuszny i cenny cel, jakim jest jak największe zmniejszenie bezpowrotnie zużywanej nieodnawialnej energii pierwotnej zgromadzonej w paliwach kopalnych Ziemi oraz emisji CO_2. Wszystkie budynki zużywające energię mają mieć możliwie najmniejszy wskaźnik zużycia energii pierwotnej *EP* z maksymalnym wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii (OZE). Jednakże, to nie wskaźnik *EP* przekłada się bezpośrednio na wielkość kosztów eksploatacyjnych, a wskaźnik zużycia energii końcowej *EK*. Wskaźnik *EK* pomnożony przez powierzchnię ogrzewaną budynku określa ilość energii zużywanej rocznie. Pomiędzy tymi wskaźnikami nie zachodzi prosta relacja proporcjonalności. Jednakże, każde z nich ma związek z nadal zaniedbywanym pojęciem „optymalizacja rozwiązań".

Rozpatrzmy projekt losowo wybranego domu jednorodzinnego przeznaczonego dla 5-osobowej rodziny - zlokalizowanego pod Łodzią. Powierzchnia ogrzewana: parteru 69 m^2, poddasza 72 m^2. Kubatura ogrzewana 480 m^3. Projekt został opracowany jesienią roku 2013, a budowa rozpocznie się wiosną 2014 r. Według metodologii [7] obliczono charakterystyki energetyczne domu w kilku wybranych wariantach zasilenia w energię:

wariant 1 z wentylacją grawitacyjną i kotłem gazowym - wg wymagań [3],

wariant 2 jak wariant 1, lecz po optymalizacji współczynników przenikania ciepła *U* przegród (ścian, dachu, podłogi, fundamentu, stolarki okienno-drzwiowej),

wariant 3 jak wariant 2, ale po zamianie wentylacji grawitacyjnej na mechaniczną,

wariant 4 jak wariant 3, ale z rekuperacją wywiewanego ciepła wentylacyjnego,

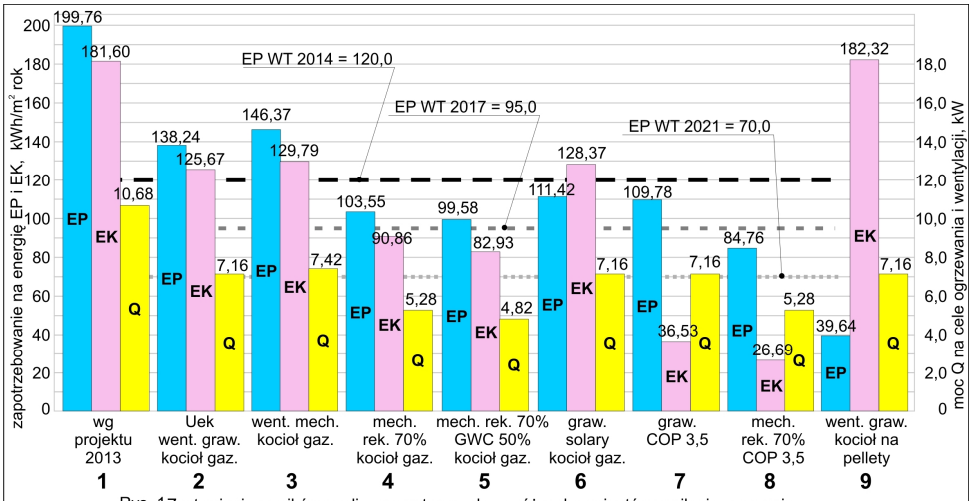
wariant 5 jak wariant 4, lecz z gruntowym wymiennikiem ciepła GWC,

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,

Rysunek 1 przedstawia obliczone wskaźniki zapotrzebowania energii pierwotnej *EP* oraz końcowej *EK*, a także wymaganą moc źródła ciepła *Q*. Spełnienie przez projektanta dotychczas obowiązujących wymagań [3] (wariant 1), jest rozwiązaniem nie do przyjęcia, bowiem wartość wskaźnika EP = 199,76 kWh/m^{2}rok znacznie przekracza dopuszczony wymaganiami [8] wskaźnik EP WT2014 = 120 kWh/m^{2}rok. Przekroczone są też współczynniki przenikania ciepła *U* przegród w stosunku do nowych wymagań. Wskaźnik EK = 181,60 kWh/m^{2}rok świadczy o wysokich kosztach eksploatacji domu w tym wariancie.



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

Przeprowadzona wg [9] optymalizacja (wariant 2) - ustalająca ekonomicznie uzasadnione wartości współczynników przenikania ciepła *U*, daje wartości: $U_{ścian}$ = 0,128 W/m^{2}K, U_{dachu} = 0,129 W/m^{2}K, $U_{podłogi}$ = 0,173 W/m^{2}K, U_{okna} = 1,1 W/m^{2}K, U_{drzwi} = 1,7 W/m^{2}K. Wartości te są znacznie niższe niż określone wymaganiami [8]. Wskaźniki *EP* oraz *EK* obniżyły się o 30,8 %. Uzyskana wartość EP = 138,24 kWh/m^{2}rok jest jednak nadal wyższa niż EP WT2014. Dom w wariancie 2 nie spełnia wymagań [8].

Zamiana wentylacji grawitacyjnej na mechaniczną (wariant 3), spowodowała zwiększenie wskaźnika EP o 5,9 % oraz EK o 3,3 %. Powodem jest większe niż przy wentylacji grawitacyjnej zapotrzebowanie ciepła na dodatkowy strumień powietrza wywołany infiltracją przez przegrody i wyporem cieplnym w kanałach wentylacji mechanicznej, a także dodatkowy pobór energii elektrycznej przez wentylator nawiewny i wywiewny.

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

Jeśli wariant 4 wzbogaci się o gruntowy wymiennik ciepła (GWC) pracujący ze średnią roczną sprawnością 50 % (wariant 5), uzyska się zmniejszenie wskaźnika EP o 3,8 % oraz wskaźnika EK o 8,7 %. Wartość EP nadal nie spełnia wymagań WT2017.

Jeśli wariant 2 z wentylacją grawitacyjną i kotłem gazowym, wzbogaci się o instalację solarną na potrzeby c.w.u. (wariant 6), to uzyskuje się istotny spadek o 19,4 % wskaźnika EP do wartości 111,42 kWh/m^{2}rok. Wynika to ze zmniejszenia się współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej z 1,1 (dla gazu) do 0,0 (dla instalacji solarnej). Zostaje spełnione wymaganie WT2014, ale jeszcze nie jest spełnione wymaganie WT2017. Mimo obniżenia wartości wskaźnika EP, wskaźnik EK wzrasta o 2,1 %. Jest to spowodowane dodatkowym zużyciem energii elektrycznej na pracę pompy ładującej zasobnik c.w.u. i sterowanie oraz niższą sprawnością instalacji solarnej (42 %) niż instalacji kotłowej (47 %). Zatem, mimo osiągnięcia zadowalającej charakterystyki EP, nieco zwiększy się koszt eksploatacyjny.

Jeśli w wariancie 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 istotne zmniejszenie wskaźnika EP o 20,6 % - spełniającego wymagania WT2014, choć nadal nie spełniającego wymagań WT2017. Na uwagę zasługuje duży spadek zużycia energii końcowej EK aż o 70,9 %. Tak niski wskaźnik EK = 36,53 kWh/m^{2}rok, uzyskuje się z uwagi na wysokie współczynniki sprawności energetycznej zastosowanej pompy ciepła.

Jeszcze lepsze efekty energetyczne uzyskuje się zamieniając w wariancie 4 (z wentylacją mechaniczną i rekuperacją) kocioł gazowy na pompę ciepła (wariant 8) taką samą jak w wariancie 7. Wskaźnik energii pierwotnej maleje o 18,1 % do wartości EP = 84,76 kWh/m^{2}rok i spełnia wymagania WT2014 i WT2017, ale jeszcze nie spełnia wymagań przyszłościowych WT2021. W wariancie 8 uzyskuje się rewelacyjnie niski wskaźnik zużycia energii końcowej EK = 26,69 kWh/m^{2}rok.

Jeśli w wariancie 2 z wentylacją grawitacyjną zamieni się tylko kocioł gazowy na kocioł opalany pelletami lub drewnem, to uzyskuje się bardzo niski i korzystny wskaźnik EP = 39,64 kWh/m^{2}rok, który z dużym zapasem spełnia nawet przyszłościowe wymagania WT2021. Taki wynik uzyskuje się na skutek mnożnika redukcyjnego wynoszącego zaledwie 0,2 dla biomasy będącej energią odnawialną. Wobec niskiej sprawności energetycznej kotła, wzrasta jednakże wskaźnik EK.

Z rysunku 1 widać, że słowo „dom energooszczędny" ma w istocie różne znaczenia. Stosując klasyczne nieodnawialne źródła energii, niestety nie spełnimy wymagań WT po roku 2017 - bez wspomagania się w jak największym stopniu energią pochodzącą z OZE. Po roku 2021, zastosowanie będą miały wyłącznie OZE - co jest zgodne z założeniami Dyrektywy EPBD. Jak wynika z przedstawionych wariantów, z punktu widzenia EPBD, energooszczędnymi są te, które pozwalają uzyskać najniższe wartości wskaźnika nieodnawialnej energii pierwotnej *EP* - czyli dla tego domu jest to niewątpliwie wariant 9. Jednakże, z punktu widzenia inwestora czy użytkownika, energooszczędnymi są te, które pozwalają uzyskać najniższe zużycie energii końcowej - czyli wariant 7 i 8. Czy będą one opłacalne? O tym powiedzą wyniki optymalizujących analiz ekonomicznych.

Optymalizacja - z definicji - oznacza uzyskanie rozwiązania, które wymaga możliwie najniższych kosztów inwestycyjnych i jednocześnie zapewnia możliwie najniższe koszty eksploatacyjne podczas okresu życia budynku. Rysunek 2 przedstawia zestawienie kosztów inwestycyjnych omawianych wariantów zasilenia w energię. Najniższe koszty występują w wariancie 2 przy zasileniu domu tylko w energię elektryczną (co tłumaczy dużą popularność takich zastosowań w praktyce) oraz przy opalaniu kotła drewnem opałowym. Najdroższe są rozwiązania oparte o pompę ciepła solanka-woda - zarówno przy wentylacji grawitacyjnej (wariant 7), jak i mechanicznej z rekuperacją (wariant 8). Koszt wariantu 8 jest 6 razy większy niż najtańszego. Wysoki jest też koszt wariantu 5 wykorzystującego wentylację mechaniczną z rekuperacją i GWC.

Rysunek 3 przedstawia zestawienie rocznych kosztów eksploatacyjnych poszczególnych wariantów zasilenia w energię. Koszty te w zależności od źródła ciepła wynoszą:

- dla gazu ziemnego - od 2773 do 4292 zł
- dla gazu płynnego - od 3899 do 6036 zł
- dla oleju opałowego - od 4593 do 7109 zł
- dla pompy ciepła - od 2496 do 3417 zł
- dla ogrzewania elektrycznego - od 5506 do 10545 zł.

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:

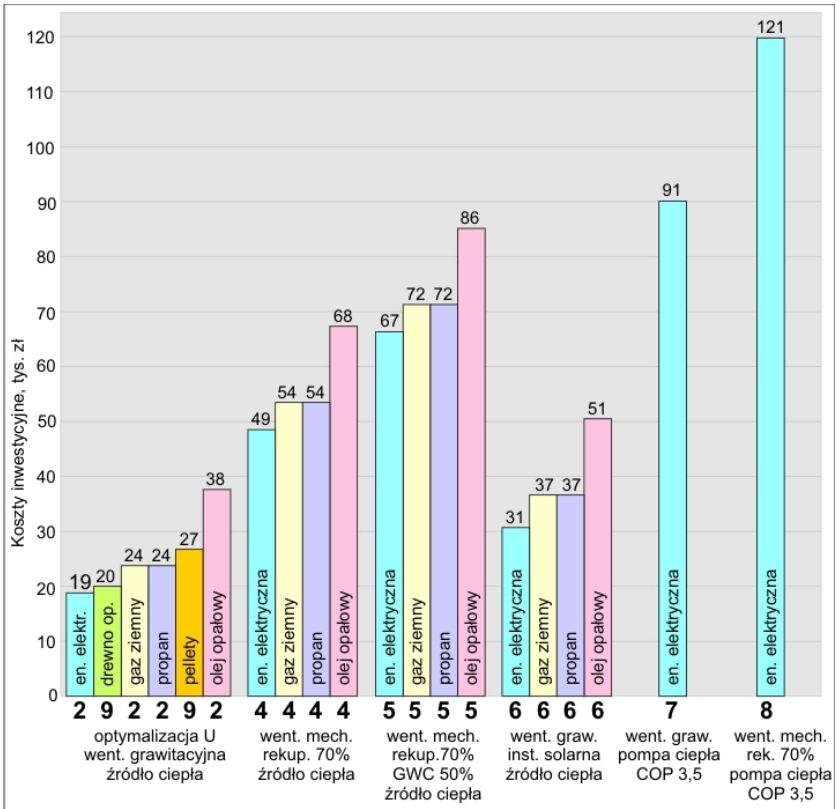
a). Wariant 2 z wentylacją grawitacyjną, ale kotłem na gaz płynny - ma te same koszty inwestycyjne, ale wyższe o 2207 zł roczne koszty eksploatacji i jest nieopłacalny.

b). Wariant 2 z wentylacją grawitacyjną, ale kotłem na olej opałowy - ma o 14 tys. zł wyższy koszt inwestycyjny oraz wyższy o 2758 zł roczny koszt eksploatacji i jest nieopłacalny.

c). Wariant 2 z wentylacją grawitacyjną, ale ogrzewaniem elektrycznym - ma niższy o 5450 zł koszt inwestycyjny, ale też wyższy o 5062 zł roczny koszt eksploatacji i jest nieopłacalny.

d). Wariant 4 z wentylacją mechaniczną, rekuperacją i kotłem na gaz ziemny - ma o 30 tys. zł wyższy koszt inwestycyjny, ale niższy o 1164 zł roczny koszt eksploatacji. Czas zwrotu nakładów wyniesie 26 lat, co czyni wariant nieopłacalnym.

e). Wariant 4 z wentylacją mechaniczną, rekuperacją i kotłem na gaz płynny - ma także o 30 tys. zł wyższy koszt inwestycyjny oraz wyższy o 570 zł roczny koszt eksploatacji i jest nieopłacalny.

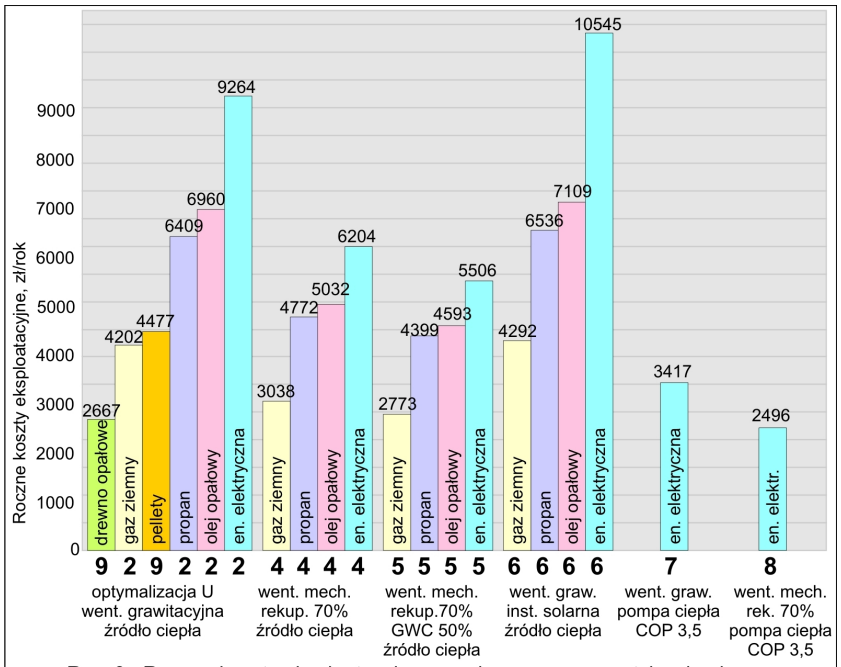


Rys. 2 Koszty inwestycyjne na cele grzewczo-wentylacyjne i c.w.u. przy różnych źródłach zasilenia domu w energię.

f). Wariant 4 z wentylacją mechaniczną, rekuperacją i kotłem na olej opałowy - ma wyższy o 44 tys. zł koszt inwestycyjny oraz wyższy o 830 zł roczny koszt eksploatacji i jest nieopłacalny.

g). Wariant 4 z wentylacją mechaniczną, rekuperacją i ogrzewaniem elektrycznym - ma o 25 tys. zł wyższy koszt inwestycyjny oraz wyższy o 2002 zł roczny koszt eksploatacji i jest nieopłacalny.

h). Wariant 5 z wentylacją mechaniczną, rekuperacją, GWC i kotłem na gaz ziemny - ma wyższy o 48 tys. zł koszt inwestycyjny, ale niższy o 1429 zł roczny koszt eksploatacji. Czas zwrotu nakładów wyniesie 34 lata, co czyni wariant nieopłacalnym.



Rys. 3 Roczne koszty eksploatacyjne na cele grzewczo-wentylacyjne i c.w.u.

i). Wariant 5 z wentylacją mechaniczną, rekuperacją, GWC i kotłem na gaz płynny - ma wyższy o 48 tys. zł koszt inwestycyjny oraz wyższy o 197 zł roczny koszt eksploatacji i jest nieopłacalny.

j). Wariant 5 z wentylacją mechaniczną, rekuperacją, GWC i kotłem na olej opałowy - ma wyższy o 62 tys. zł koszt inwestycyjny oraz wyższy o 391 zł roczny koszt eksploatacji i jest nieopłacalny.

k). Wariant 5 z wentylacją mechaniczną, rekuperacją, GWC i ogrzewaniem elektrycznym - ma wyższy o 43 tys. zł koszt inwestycyjny oraz wyższy o 1304 zł roczny koszt eksploatacji i jest nieopłacalny.

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

m). Wariant 6 z wentylacją grawitacyjną, kotłem na gaz płynny i instalacją solarną - ma wyższy o 13 tys. zł koszt inwestycyjny oraz wyższy o 2334 zł roczny koszt eksploatacji i jest nieopłacalny.

n). Wariant 6 z wentylacją grawitacyjną, kotłem na olej opałowy i instalacją solarną - ma wyższy o 27 tys. zł koszt inwestycyjny oraz wyższy o 2907 zł roczny koszt eksploatacji i jest nieopłacalny.

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

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

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

r). Wariant 9 z wentylacją grawitacyjną i kotłem na pellety - ma wyższy o 3 tys. zł koszt inwestycyjny oraz wyższy o 275 zł roczny koszt eksploatacji i jest nieopłacalny.

s). Wariant 9 z wentylacją grawitacyjną i kotłem zgazowującym drewno - ma niższy o 4 tys. zł koszt inwestycyjny oraz niższy o 1535 zł 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 do 13 m^3 drewna opałowego (zależnie od klasy i jakości drewna) lub ok. 6 ton pellet, a także niedogodności związanej z okresowym ładowaniem opału do kotła, jego odpopielaniem oraz czyszczeniem kanałów spalinowych.

Z analizy widać, że opłacalny ekonomicznie do zastosowania i preferowany przez inwestora (z uwagi na wygodę eksploatacji) - wariant 2 z wentylacją grawitacyjną i kotłem na gaz ziemny, niestety nie uzyska zezwolenia na eksploatację z uwagi na przekroczenie dopuszczalnego wskaźnika zapotrzebowania na nieodnawialną energię *EP* (rys. 1). Najbliższymi spełniającymi nowe wymagania [8] rozwiązaniami, są warianty 4, 5, 6 i 7, ale są one niestety nieopłacalne ekonomicznie, gdyż wymagają zwiększenia kosztów inwestycyjnych podczas budowy o 13 do 67 tys. zł oraz poniesienia w czasie życia domu (np. 30 lat) zwiększonych kosztów eksploatacyjnych o 15 do 90 tys. zł. Trzeba będzie więc ponieść koszty dodatkowe 30 do 160 tys. zł (stanowiące 10 do 40 % kosztów całej inwestycji), by spełnić te przecież niewysokie wymagania WT2014.

Znacznie dramatyczniej przedstawia się konieczność spełnienia już za 3 lata wymagań WT2017, gdyż te spełni tylko wariant 8. Jednakże, 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 [10], 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. Ponadto, przyszłe wymagania WT2021 można będzie spełnić wyłącznie wariantem 9, ale będzie to wymagać znacznej zmiany w projekcie oraz nawet innej lokalizacji domu z wykorzystaniem energii wiatru czy słonecznej lub biomasy i znacznie większych dodatkowych nakładów inwestycyjnych i eksploatacyjnych.

Przedstawiony przykładowy - choć nie pełny - rachunek optymalizacyjny inwestycji w dom jednorodzinny pod Łodzią, wskazuje na celowość sporządzania analiz energetycznych i ekonomicznych podczas sporządzania projektu budowlanego, co słusznie zostało wprowadzone w wymaganiach [5] odnośnie opracowania przez projektanta pełnej charakterystyki energetycznej. Tylko na jej podstawie, inwestor będzie mógł dokonać świadomego wyboru rozwiązań energetycznych swojej inwestycji.

Oczywiście, dla przypadku o innej architekturze budynku, innej kubaturze, innym przeznaczeniu oraz innej strefie klimatycznej, wyniki analiz energetyczno-ekonomicznych będą inne i ściśle dopasowane do danej inwestycji. Fakt ten, każe wątpić w sensowność odgórnie ustawionych przez ministerstwo jednakowych dla wszystkich przypadków wymagań charakterystyki energetycznej - podanych w wytycznych [8]. 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 normy [10]. Takie podejście jest całkowicie zgodne z nowelizacją Dyrektywy EPBD [6], w której występuje zapis, iż budynki powinny być tworzone i poddawane renowacji w oparciu o *„charakterystyki energetyczne zawierające poziom optymalny pod względem kosztów - skutkujący najniższym kosztem w trakcie szacunkowego ekonomicznego cyklu życia budynku, przy czym najniższy koszt jest określany z uwzględnieniem związanych z energią kosztów inwestycyjnych, kosztów utrzymania i eksploatacji (w tym kosztów energii i oszczędności, kategorii odnośnego budynku, zysków z wytworzonej energii) oraz kosztów usunięcia”*. Ponadto, mamy podkreślenie, iż *„Poziom optymalny pod względem kosztów leży w granicach poziomów charakterystyki energetycznej, jeżeli analiza kosztów i korzyści - przeprowadzona dla szacunkowego ekonomicznego cyklu życia daje pozytywny wynik”*. Nic dodać, nic ująć.

Pozostawienie arbitralnie ustalonych i sztywnych wymagań [8] jest możliwe, ale pod warunkiem pokrycia przez państwo dopłaty bezpośredniej dla inwestora w wysokości równej nadwyżce kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych wymuszanego wymaganiami [8] rozwiązania nad sumą tych kosztów rozwiązania wynikającego z optymalizacji kosztów dla danej inwestycji. Możliwe, że ministerstwo ma taki zamiar, bowiem we wstępie nowelizacji Dyrektywy [6] 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 niskooprocentowane kredyty ...”*.

Jeśli takich środków zawczasu rząd nie wygospodaruje i nie przygotuje do pilnego ich wdrożenia, inwestorów czeka wzrost kosztów budowy w najbliższych 2-3 latach o 10 - 30%, a w kolejnych wzrost nawet o 40 %. Może to grozić kompletnym załamaniem gospodarki i bankowości oraz silnymi i trudnymi do przewidzenia konsekwencjami społecznymi.

mgr inż. Jerzy B. Zembrowski
Biuro Doradztwa Budowlanego BDB
www.bdb.com.pl

Bibliografia:

[1] Dyrektywa 2002/91/EC Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z dnia 16.12.2002 r. dotycząca jakości energetycznej budynków.

[2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. „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".

[3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. „W sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz. U. Nr 75, poz. 690, z 2003 r. Nr 33, poz. 270 oraz z 2004 r. Nr 109, poz. 1156) z późniejszymi zmianami z dn. 06.11.2008 r.

[4] Prawo budowlane - Ustawa z dn. 07.07.1994 r. (Dz.U. 1994 nr 89 poz.414, zmiany Dz.U. 2007 nr 191 poz. 1373).

[5] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. Nr 120, poz. 1133 ze zmianami z dn. 06.11.2008 r.).

[6] Dyrektywa 2010/31/UE Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z dnia 19.05.2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków.

[7] Projekt z dnia 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.

[8] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. „W sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz. U. Nr 75, poz. 690, z 2003 r. Nr 33, poz. 270 oraz z 2004 r. Nr 109, poz. 1156) ze zmianami z dn. 06.11.2008 r., 12.03.2009 r., 10.12.2010 r. oraz z dn. 05.07.2013 r. obowiązującymi od 01.01.2014 r.

[9] J. A. Pogorzelski, E. Rudczyk-Malijewska „Optymalna izolacyjność cieplna przegród zewnętrznych". Materiały Budowlane 1/2004. SIGMA-NOT. Warszawa 2004 r.

[10] PN-EN 15459:2008 Charakterystyka energetyczna budynków. Ekonomiczna ocena instalacji energetycznych w budynkach.

■