

MGR INŻ. JERZY ŻURAWSKI, DOLNOŚLĄSKA AGENCJA ENERGII I ŚRODOWISKA

BUDOWNICTWO ZERO- LUB PRAWIE ZEROENERGETYCZNE W WARUNKACH POLSKICH

31

Zero-energy or nearly zero-energy construction industry in Poland

STRESZCZENIE

Budynki mają istotny wpływ na zużycie energii – zdaniem ekspertów UE pochłaniają 40% łącznego jej zużycia – dlatego regulacje europejskie zastrzegają wymagania dotyczące ich projektowania i wykonywania w celu zwiększenia ich efektywności energetycznej. W referacie przedstawiono zmiany w przepisach europejskich w tym zakresie. Zwrócono uwagę na polskie uwarunkowania klimatyczne oraz opłacalność wznoszenia w Polsce budynków zero- lub prawie zeroenergetycznych.

ABSTRACT

Buildings have a profound impact on energy consumption – in the opinion of EU experts they absorb 40% of its total consumption – therefore the European regulations toughen the requirements for the design and implementation of buildings, in order to increase their energy efficiency. The paper presents changes in the European regulations in this regard. It emphasises climatic conditions and cost-effectiveness of constructing zero-energy or nearly zero-energy buildings in Poland.

WPROWADZENIE

Najbliższe lata będą przebiegać pod znakiem poprawy efektywności energetycznej w różnych sektorach, również w budownictwie. Znane są już przyszłe plany UE w zakresie zastrzania wymagań dotyczących energooszczędności nowo projektowanych budynków. Z ogromnym przekonaniem polscy politycy informują społeczeństwo o przyszłych zamierzeniach legislacyjnych w zakresie budownictwa. Czy jednak rzeczywiście projekty przygotowane przez UE są dla Polski

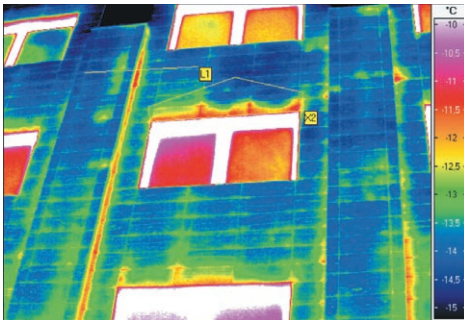
odpowiednie? Czy jesteśmy do budowy budynków zero- lub prawie zeroenergetycznych przygotowani? I czy nas będzie na to stać?

JAKOŚĆ ENERGETYCZNA BUDYNKÓW W POLSCE

Budynki w Polsce charakteryzują się niską efektywnością energetyczną, a zużycie energii do funkcjonowania budynku zgodnie z jego przeznaczeniem jest stosunkowo duże (TABELA 1). Również nowe budynki w wielu wypadkach charakteryzują się niezadawalającą jakością energetyczną. Mimo że polskie Prawo budowlane [1] wymaga, aby nowe budynki były projektowane i wykonywane w taki sposób, by zapewnić odpowiednią charakterystykę energetyczną oraz racjonalizację zużycia energii, a szczegółowe wymagania w tym względzie zapisane są w rozporządzeniu w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [2], obecnie projektowane budynki bardzo często nie spełniają wymagań minimalnych, a więc ich jakość energetyczna jest niezadawalająca.

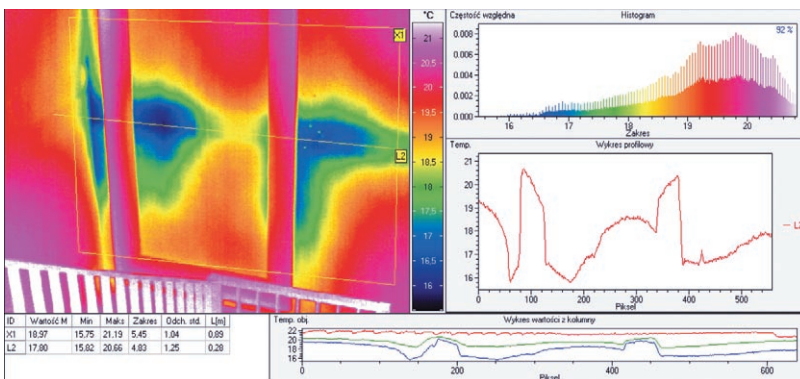
Przyczyn jest wiele. Do najważniejszych z nich należą:

- » błędy oraz niespójności prawne,
- » wadliwa interpretacja prawa budowlanego, z powodu której pomija się wpływ mostków cieplnych na jakość energetyczną przegród budowlanych (FOT. 1 i 2),



FOT. 1. Elewacja kamienna wentylowana. Na termogramie zarejestrowano obniżoną izolacyjność termiczną przegrody na skutek występowania różnych wad: projektowych, wykonawczych i systemowych;

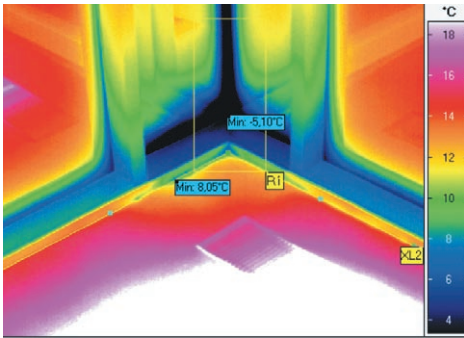
fol.: archiwum autora



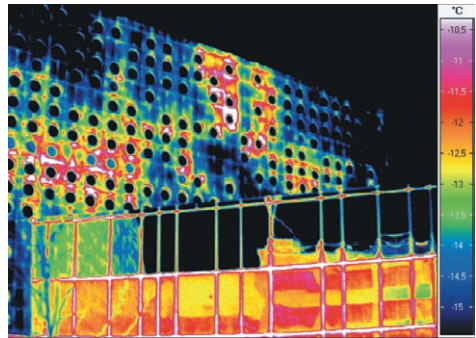
FOT. 2. Termogram przedstawiający termiczne osłabienia punktowe wywołane przez łączniki stalowe konstrukcji wsporczej elewacyjnych płyt kamiennych; widok od wewnątrz; fol.: archiwum autora

Rok budowy budynku	Liczba budynków [%]	Wskaźnik EU – zapotrzebowanie na energię użytkową [kWh/(m ² ·a)]				Sprawność η instalacji c.o. [%]		Wskaźnik EK – zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby instalacji c.o. [kWh/(m ² ·a)]		Wskaźnik EK – zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby instalacji c.o. i c.w.u. [kWh/(m ² ·a)]	Wskaźnik EK – zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² ·a)]	Wskaźnik EK – zapotrzebowanie na energię końcową [kWh/(m ² ·a)]	
		EU obliczeniowa	EU rzeczywista	Od	Do	Sprawność η instalacji c.w.u. [%]	Wskaźnik EU – zapotrzebowanie na energię użytkową na potrzeby instalacji c.w.u. [kWh/(m ² ·a)]	Wskaźnik EK obliczeniowa	Wskaźnik EK rzeczywista			Wskaźnik EK obliczeniowa	Wskaźnik EK rzeczywista
Do 1918	8,4	300–350	220	380	35	50	518	Do 894	35	36	97,22	615	Do 991
1918–1944	16,6	300–350	220	380	35	65	440	Do 760	35	45	77,78	518	Do 838
1945–1970	27,9	220–280	180	400	40	75	313	Do 696	35	47	74,47	388	Do 770
1971–1988	30,3	160–220	160	360	55	80	237	Do 533	35	50	70	307	Do 603
1989–2002	14,2	90–150	110	150	65	85	147	Do 200	35	52	67,31	214	Do 267
2002–2008	2,56	90–150	110	150	75	88	135	Do 184	35	55	63,64	199	Do 248
Po 2009	0,04	100–160	130	200	86	93	145	Do 234	35	62	56,56	160	Do 290

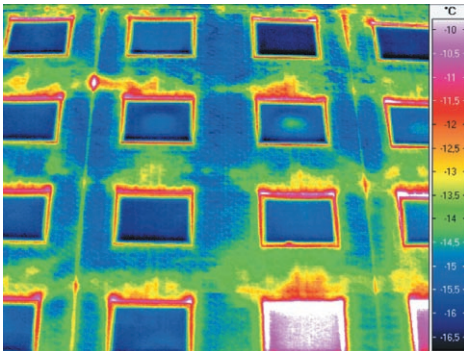
TABELA 1. Szacunkowa ocena energochłonności polskich zasobów mieszkaniowych



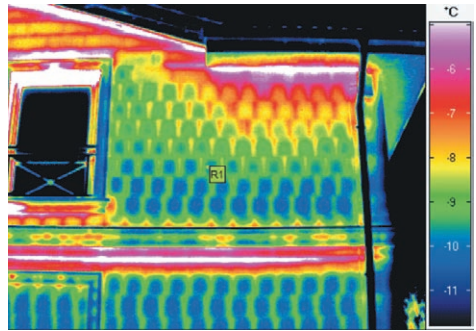
FOT. 3. Termogram przedstawiający obniżoną izolacyjność termiczną przegrody przezroczystej narożnej (widok od wewnątrz). Zarejestrowana podczas pomiarów termowizyjnych temperatura minimalna na wewnętrznej powierzchni przegrody przezroczystej (w polu R1) wyniosła $-5,1^{\circ}\text{C}$, przy temperaturze zewnętrznej $-10,2^{\circ}\text{C}$;
 fot.: archiwum autora



FOT. 4. Termogram przedstawiający obniżoną izolacyjność termiczną przegrody na skutek występowania błędów systemowych, projektowych i wykonawczych;
 fot.: archiwum autora



FOT. 5. Termogram przedstawiający obniżoną izolacyjność termiczną przegrody trójwarstwowej na skutek błędów wykonawczych; fot.: archiwum autora



FOT. 6. Termogram przedstawiający obniżoną izolacyjność termiczną przegrody na skutek wad systemowych ściany jednowarstwowej z międzypustakową przestrzenią powietrzną. Szacunkowa wartość współczynnika przenikania ciepła U wynosi $0,7-0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, deklarowana przez producenta systemu wartość $U = 0,31 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;
 fot.: archiwum autora

- » błędy projektowe, spowodowane brakiem niezbędnej wiedzy u projektantów (FOT. 3),
- » błędy wykonawcze, spowodowane brakiem niezbędnej wiedzy u wykonawców oraz nadzoru inwestorskiego (FOT. 4, 5, 6),
- » deklarowanie nieprawdziwych parametrów materiałów i urządzeń,
- » wady systemowe, których nie potrafią właściwie ocenić osoby odpowiadające za realizację procesu inwestycyjnego,
- » pośpiech w realizacji inwestycji.

W efekcie nowe budynki (przedstawione na FOT. 1–6) zostały oddane do użytkowania w latach 2006–2010) charakteryzują się obniżoną o 10%, a nawet 20% jakością energetyczną w stosunku do obowiązujących wymagań prawnych. Czasami, kiedy błędy i wady się nakładają, nowe budynki charakteryzują się zwiększoną o nawet 50% energochłonnością. Taka sytuacja

nie powinna mieć miejsca. Polski rząd powinien podjąć odpowiednie działania, inaczej budynki dziś wznoszone będą w krótkim czasie wymagały termomodernizacji.

REGULACJE EUROPEJSKIE A POPRAWA EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ W BUDOWNICTWIE

Polityka europejska ukierunkowana jest na działania na rzecz ochrony klimatu m.in. przez zwiększenie efektywności energetycznej w budownictwie. W związku z tym w maju 2010 r. wprowadzono nowelizację dyrektywy 2002/91/WE [3] – 2010/31/UE [4]. Zarówno przyjęta w 2010 r. nowa dyrektywa [4], jak i jej poprzedniczka [3] zawierają wymóg określania charakterystyki energetycznej budynków.

Przyczyną znowelizowania dyrektywy były obserwowane istotne zmiany na rynku energii, dotyczące kurczących się zasobów paliw oraz uzależnienia członków UE od zewnętrznych dostawców energii. Dodatkowo czynnikiem zachęcającym do wznoszenia budynków energooszczędnych jest wzrost cen energii, który w Polsce w kontekście przydziałów emisyjnych nabiera szczególnego znaczenia. Trzeba tu także wymienić zmiany klimatyczne, których jednak wymowa ostatnio nieco osłabła.

W decyzji Parlamentu Europejskiego i Rady nr 406/2009/WE z 2009 r. [5] zawarto zobowiązanie państw członkowskich do podjęcia wysiłków na rzecz zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych, w czym działania zmierzające do poprawy efektywności energetycznej w sektorze budowlanym będą miały istotne znaczenie. Dodatkowo dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych [6] stwarza warunki do wspierania działań mających na celu wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych. Zgodnie z jej zapisami udział OZE w łącznym zużyciu energii w krajach UE ma do 2020 r. wynosić 20%.

ZAOSTRZANIE WYMAGAŃ A WARUNKI POLSKIE

Zgodnie z dyrektywą 2010/31/UE [4] od stycznia 2019 r. budynki użyteczności publicznej będą musiały być projektowane i wykonywane jako zeroenergetyczne, wszystkie zaś nowo wznoszone budynki – od stycznia 2021 r.

W dyrektywie zamieszczono definicję budynku o niemal zerowym zużyciu energii, zgodnie z którą jest to obiekt o bardzo wysokiej charakterystyce energetycznej. Niemal zerowa lub bardzo niska ilość wymaganej energii powinna pochodzić w bardzo wysokim stopniu z energii ze źródeł odnawialnych, w tym wytwarzanej na miejscu lub w pobliżu budynku. Kraje członkowskie UE mają opracować własne definicje budynków o niemal zerowym zużyciu energii, odzwierciedlające ich krajowe, regionalne lub lokalne warunki klimatyczne. Jakość energetyczna powinna obejmować liczbowy wskaźnik zużycia energii pierwotnej wyrażony w kWh/(m²·rok).

Tak wysokie wymagania dotyczące charakterystyki energetycznej przyszłych budynków budzą wątpliwości wielu ekspertów. Najczęściej wiążą się one ze zwiększonymi kosztami budowy budynków zeroenergetycznych oraz ich opłacalnością. W związku z tym pojawia się pytanie: czy nasze społeczeństwo może pozwolić sobie na znacznie wyższe koszty wznoszenia nowych budynków?

Zdaniem zwolenników budowy domów o pasywnej charakterystyce energetycznej koszty ich wznoszenia są wyższe o kilka procent (3–7%). Doświadczenia z realizacji budynków pasywnych nie potwierdzają jednak tego – dziś koszty takiej budowy są wyższe o ponad 30%. Przy wdrażaniu idei budynków zeroenergetycznych należy liczyć się z tym, że ze względu na konieczność stosowania technologii wykorzystujących odnawialne źródła energii będą to inwestycje znacznie droższe. Nie zrekompensuje tego przewidywane przez polityków stopniowe, ze względu na rozwój, obniżanie cen poszczególnych elementów budynku mających wpływ na jakość energetyczną. Ze względu na bardzo duży udział energii potrzebnej do produkcji materiałów termoizolacyjnych zdaniem autora nie nastąpi obniżenie kosztów ocieplenia, lecz jego wzrost.

Na szczęście w sytuacji, gdy zachodzą wątpliwości dotyczące opłacalności wznoszenia budynków zeroenergetycznych, dyrektywa 2010/31/UE [4] przewiduje inną procedurę postępowania, która stanowi: państwa członkowskie mogą podjąć decyzję o niestosowaniu tych wymagań w konkretnych i usprawiedliwionych przypadkach, jeżeli wynik analizy kosztów i korzyści ekonomicznego cyklu życia danego budynku jest negatywny.

KLIMAT W POLSCE A BUDOWNICTWO ZEROENERGETYCZNE

Terytorium Polski można podzielić na 5 stref klimatycznych (RYS. 1), w których znajduje się 61 stacji meteorologicznych. W odniesieniu do każdej stacji określone zostały dane klimatyczne, tj.: nasłonecznienie, średnie miesięczne temperatury zewnętrzne oraz wilgotność.

Jakość klimatu można opisać za pomocą wskaźnika Sd_n – ilość stopniodni grzewczych (TABELA 2 i 3). Obliczeń stopniodni można dokonać zgodnie ze wzorem:

$$Sd = \sum_{m=1}^{L_g} [t_{wo} - t_e(m)] L_d(m) \quad [\text{dzień} \cdot \text{K}/\text{rok}] \quad (1),$$

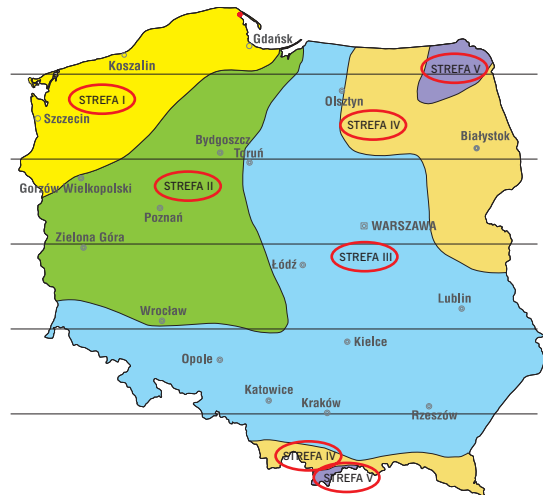
gdzie:

t_{wo} – obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego, określona zgodnie z polską normą dotyczącą temperatur ogrzewanych pomieszczeń w budynkach [°C],

$t_e(m)$ – średnia wieloletnia temperatura miesiąca m , a w wypadku stropów nad nieogrzewanymi piwnicami lub pod nieogrzewanymi poddaszami – temperatura wynikająca z obliczeń bilansu cieplnego budynku [°C],

$L_d(m)$ – liczba dni ogrzewania w miesiącu m , przyjęta zgodnie z danymi klimatycznymi i charakterystyką budynku w odniesieniu do danej lokalizacji,

L_g – liczba miesięcy ogrzewania w sezonie grzewczym.



RYS. 1. Mapa stref klimatycznych Polski;

rys.: archiwum autora

Miesiąc	Średnia wieloletnia temperatura miesiąca t_e [°C]	Temperatura powietrza wewnętrznego t_w [°C]	Liczba dni ogrzewania L_d [dni]	Ilość stopniogrzejczych S_{d_h} [stopniogrzejczych]
Styczeń	-1,3	20	31	660,7
Luty	-1,4	20	28	599,9
Marzec	2,9	20	31	529,8
Kwiecień	7,1	20	30	387,6
Maj	12,4	20	10,1	76,8
Czerwiec	15,6	20	0	0
Lipiec	17	20	0	0
Sierpień	16,6	20	0	0
Wrzesień	12,8	20	7,1	50,9
Październik	8,1	20	31	370,4
Listopad	2,9	20	30	512,6
Grudzień	-0,2	20	31	627,4
Σ	7,71	-	229,2	3816,2

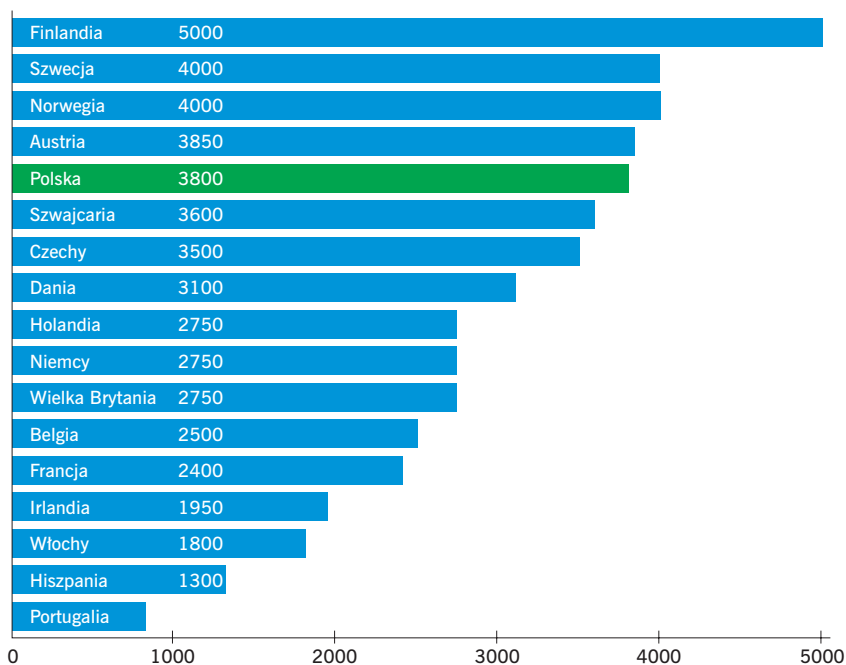
TABELA 2. Sezon i stopniogrzejczych w Polsce

S_{d_h}	Strefa				
	I	II	III	IV	V
Średnia wartość	3238 stopniogrzejczych	3681 stopniogrzejczych	3879 stopniogrzejczych	4076 stopniogrzejczych	5032 stopniogrzejczych
Średnio w Polsce	3816 stopniogrzejczych				

TABELA 3. Wartości stopniogrzejczych w różnych strefach klimatycznych oraz średnia wartość w Polsce

Na podstawie porównania ilości stopniogrzejczych można stwierdzić, że klimat w Polsce należy do chłodniejszych w porównaniu z innymi krajami UE (RYS. 2). Jest to istotne, ponieważ warunki klimatyczne mają wpływ na zużycie energii.

Porównanie klimatu różnych krajów UE nasuwa więc interesujące spostrzeżenia. Proponowane polskim inwestorom energooszczędne idee wznoszenia budynków mogą ze względu na różnice klimatyczne wymagać daleko idących modyfikacji. Przy czym zmiany te przed ich wprowadzeniem powinny być poddane szczegółowym analizom wielokryterialnym. Dotyczy to szczególnie budynków o radykalnie niskim zapotrzebowaniu na ciepło, w odniesieniu do których proponowane szczegółowe wymagania będą miały istotny wpływ również na sposób eksploatacji oraz obsługi. Zagadnienia te są niezwykle ważne ze względu na trwałość i bezpieczeństwo użytkowania obiektu. Podsumowując, przy założeniu długiego cyklu życia budynku błędy związane z bezkrytycznym wprowadzaniem nowych zastrzonych wymagań mogą nie przynieść oczekiwanych rezultatów.



RYŚ. 2. Klimat Polski na tle innych krajów UE na podstawie wskaźnika Sd*; rys.: archiwum autora

* Stopniodzień oznacza, że budynek ogrzewa się przez 1 dzień tak, aby podnieść w nim temperaturę wewnętrzną o 1°C

ANALIZA OPŁACALNOŚCI

Ponieważ stosowanie alternatywnych systemów dostaw energii nie jest działaniem powszechnym, w przypadku nowych budynków i niezależnie od ich wielkości należy je rozważyć zgodnie z zasadą uprzedniego zapewnienia ograniczenia potrzeb energii na ogrzewanie i chłodzenie do poziomów optymalnych pod względem kosztów. Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii wymaga zatem wcześniejszego przeprowadzenia analizy opłacalności.

„Poziom optymalny pod względem kosztów” oznacza poziom charakterystyki energetycznej skutkujący najniższym kosztem w trakcie szacunkowego ekonomicznego cyklu życia budynku, przy czym:

- » najniższy koszt określany jest z uwzględnieniem związanych z energią kosztów inwestycyjnych, kosztów utrzymania i eksploatacji oraz – w stosownych przypadkach – kosztów usunięcia;
- » szacunkowy ekonomiczny cykl życia określany jest przez każde państwo członkowskie. Odnosi się do pozostałego szacunkowego ekonomicznego cyklu życia budynku, jeżeli wymagania charakterystyki energetycznej określono w odniesieniu do budynku jako całości, lub do szacunkowego ekonomicznego cyklu życia elementu budynku, jeżeli wymagania charakterystyki energetycznej określono odnośnie elementów budynku. Ze względu na różną trwałość elementów budynku wydaje się za właściwsze określanie trwałości poszczególnych elementów i wykonywanie analiz na podstawie tak ustalonych wartości (TABELA 4 i 5).

Rodzaj ściany	Trwałość [lata]		Zalecana wartość ekspozycji i niezbędna do obliczeń NPV
Ściana z elewacyjną cegłą klinkierową, technologie tradycyjne (ściany wielowarstwowe)	35	70	40
Ściana z elewacyjną cegłą klinkierową, nowe technologie cienkowarstwowe	17	22	20
Ściana z elewacją z tynku cienkowarstwowego (system ETICS)	25	30	25
Ściana jednowarstwowa z tynkiem cienkowarstwowym	25	30	25
Ściana warstwowa z tynkiem tradycyjnym	20	25	20
Budownictwo szkieletowe drewniane	20	30	25

TABELA 4. Trwałość elewacji w zależności od zastosowanej technologii wznoszenia (zależna od jakości zastosowanego materiału pod warunkiem dokonywania konserwacji i remontów)

Rodzaj stolarki	Trwałość [lata]		Zalecana wartość ekspozycji i niezbędna do obliczeń NPV
Z PVC	18	22	20
Drewniana	20	25	20
Z aluminium	30	50	30
Metalowa	40	70	40
Hybrydowa – drewno-aluminium	30	50	40

TABELA 5. Trwałość stolarki budowlanej (zależna od jakości zastosowanego materiału pod warunkiem dokonywania konserwacji i remontów)

Poziom optymalny pod względem kosztów znajduje się w granicach poziomów charakterystyki energetycznej, jeżeli analiza kosztów i korzyści przeprowadzona w odniesieniu do szacunkowego ekonomicznego cyklu życia daje pozytywny wynik, np. oczekiwaną stopę zwrotu poniesionych nakładów SPBT lub oczekiwaną wartość korzystania z efektów NPV:

$$NPV = -I_0 + \sum_{i=1}^n \Delta E_0 \frac{(1+s)^i}{(1+r)^i} \quad (2),$$

gdzie:

I_0 – nakłady początkowe,

ΔE_0 – roczne korzyści,

r – koszty pieniądza (stopa dyskonta lub inflacja),

s – wzrost cen nośników energii ponad inflację,

i – czas ekspozycji

lub zadowalającą bezwymiarową wartość K obliczoną jako stosunek T – trwałości do czasu zwrotu poniesionych nakładów – SPBT:

$$K = \frac{T}{SPBT} \quad (3).$$

Jeżeli wartość $K > 2$, a nawet $K > 2,5$, można przyjąć, że analizowane rozwiązanie jest korzystne technicznie i ekonomicznie.

Wśród nowych propozycji UE znajduje się metoda mająca na celu określanie parametrów optymalnych, która na pewno w niedługim czasie będzie powszechnie stosowana:

$$C_g(\tau) = C_1 + \sum_j \left[\sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) \times R_d(i)) - V_{f,\tau}(j) \right] \quad (4),$$

gdzie:

τ – czas, dla którego wykonywana będzie analiza ekonomiczna,

$C_g(\tau)$ – całkowity koszt w okresie τ ,

C_1 – koszty inwestycyjne,

$C_{a,i}(j)$ – całkowite koszty w roku i dla elementu j ,

$V_{f,\tau}(j)$ – wartość dla końca okresu kalkulacyjnego elementu j -tego (zdyskontowana do okresu początkowego),

$R_d(i)$ – współczynnik dyskontujący w odniesieniu do roku obliczany według wzoru:

$$R_d(p) = \left(\frac{1}{1 + r/100} \right)^p \quad (5),$$

gdzie:

p – liczba lat, w odniesieniu do których wykonywane są analizy,

r – stopa dyskonta.

BRAK PRZYGOTOWANEJ KADRY

Na zakończenie należy wspomnieć o trudnościach podstawowych w rozwoju budownictwa zero- lub prawie zeroenergetycznego, polegających na braku przygotowanej kadry. Wznoszenie budynków charakteryzujących się bardzo niskim zużyciem energii wymaga więc systemowych działań edukacyjnych na każdym szczeblu. Do wyszkolenia architektów, inżynierów, techników oraz majstrów konieczne są zaś zmiany również w prawie budowlanym, stworzenie odpowiedniego klimatu oraz wieloletnich działań promocyjno-edukacyjnych. W połączeniu z koniecznością zdobycia odpowiedniej praktyki oznacza to, że pod tym względem do wznoszenia budynków zeroenergetycznych jesteśmy zupełnie nieprzygotowani. Potwierdzają to liczne przypadki występowania różnego rodzaju wad: systemowych i technologicznych, zaniedbań projektowych, a także nieświadomości, a nawet niewiedzy kadry inżynierskiej.

PODSUMOWANIE

Jakość energetyczna budynków w Polsce, również tych nowo wznoszonych, jest niezadowolająca. Stan ten niewątpliwie wymaga zmiany. Implementowane jednak do polskiego prawa radykalnie zaostrożone wymagania europejskie w zakresie efektywności energetycznej budynków muszą być

dostosowane do polskich warunków klimatycznych oraz możliwości ekonomicznych polskiego społeczeństwa. Wznoszenie budynków zero- lub prawie zeroenergetycznych musi być zaś poprzedzone analizą opłacalności rozwiązań. Wydaje się niemal pewne, że budowanie obiektów racjonalnych jest pożądane społecznie, ekonomicznie, energetycznie i ekologicznie.

Rozwój budownictwa o niskim zapotrzebowaniu na energię wymaga zmian w prawie budowlanym, a także w systemie edukacyjnym kadr inżynierskich oraz kształceniu zawodowym. Należy tu podkreślić, że konieczne jest jak najszybsze przywrócenie należytego w procesie inwestycyjnym miejsca technikom i majstrom budowlanym dzięki odpowiednim uprawnieniom budowlanym. Niezbędne jest też przywrócenie zawodowej certyfikacji efektywności energetycznej.

LITERATURA

1. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (DzU z 1994 nr 89, poz. 414, ze zm.).
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU z 2002 nr 75, poz. 690, ze zm.).
3. Dyrektywa 2002/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (DzUz L 1 z 4.1.2003 r., s. 65–71).
4. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (DzUz L 153 z 18.6.2010, s. 13–35).
5. Decyzja Parlamentu Europejskiego i Rady nr 406/2009/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie wysiłków podjętych przez państwa członkowskie, zmierzających do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych w celu realizacji do roku 2020 zobowiązań Wspólnoty dotyczących redukcji emisji gazów cieplarnianych (DzUz L 140 z 5.6.2009 r., s. 136–148).
6. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE (DzUz L 140 z 5.6.2009 r., s. 16–62).

JERZY ŻURAWSKI ukończył Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej, specjalność: konstrukcje. Jest współzałożycielem Dolnośląskiej Agencji Energii i Środowiska zajmującej się zagadnieniami związanymi z szeroko pojętą energooszczędnością budynków. Współtworzy programy komputerowe wspomagające obliczenia cieplne budynków. Jest organizatorem szkoleń, konferencji, konsultuje i wykonuje projekty domów energooszczędnych. Związany jest z uczelniami technicznymi jako wykładowca zagadnień dotyczących fizyki ciepłej budowl.

