



Kilka uwag o projektowaniu zrównoważonym

Jerzy Żurawski

Eksploracja budynków odpowiada za zużycie ponad 40% całkowitej światowej konsumpcji energii. Dlatego poszukuje się systemowych rozwiązań mających za cel wielokryterialną optymalizację procesu budowlanego, uwzględniającą wszystkie jego etapy, czyli: projektowanie, wznoszenie, eksploatację i rozbiórkę.

Najważniejszym etapem procesu inwestycyjnego jest etap projektowania, podczas którego podejmowane są decyzje mające wpływ na cykl „życia budynku”. Na tym etapie podejmowane są decyzje o oddziaływaniu budynku lub budowli na otaczające nas środowisko, na nasze samopoczucie (psychologia architektury) oraz na zużycie energii i surowców naturalnych związanych z wyborem materiałów budowlanych, technologii ich wznoszenia, trwałości, a także możliwości rozbiórki i ponownego wykorzystania.

W ostatnich latach wprowadza się pojęcie „zrównoważonego projektowania”, które wymaga uwzględnienia zasad „zrównoważonego rozwoju”. Definicja rozwoju zrównoważonego mówi o spełnianiu teraźniejszych potrzeb bez narażania na szwank możliwości

spełniania potrzeb przez przyszłe pokolenia. Można wyróżnić w tym zakresie trzy grupy oddziałujące wzajemnie na siebie:

- podmiot, jakim jest człowiek, oraz wynikające z tego kwestie społeczne,
- środowisko naturalne,
- aspekty ekonomiczne związane z rozwojem.

Decyzje podejmowane w ramach „projektowania zrównoważonego” muszą być wynikiem analizy wielu kryteriów, tzw. analizy wielokryterialnej wpływu budynku na człowieka oraz środowisko na etapie wznoszenia, eksploatacji oraz rozbiórki, a także racjonalizacji wybranych rozwiązań.

Projektowanie budynków staje się powoli bardzo skomplikowanym procesem, podczas którego podejmowane są różnego rodzaju de-

cyzje mające spełnić wymagania funkcjonalne oraz estetyczne inwestora, zapewnić zgodność z lokalnym planem zagospodarowania przestrzennego, zapewnić dostawę mediów do budynku oraz spełnić wymagania określone w Prawie budowlanym [1]. Przypomnijmy, że ustawa PB nakłada na projektanta obowiązek spełniania tzw. wymagań podstawowych określonych w art. 5, gdzie obok bezpieczeństwa konstrukcji, pożarowego i użytkowania, należy zapewnić (w całym przewidywanym okresie eksploatacji):

- odpowiednie warunki higieniczne i zdrowotne oraz ochronę środowiska,
- ochronę przed hałasem i drganiami,
- odpowiednią charakterystykę energetyczną budynku oraz racjonalizację użytkowania energii.

Konieczność racjonalizacji zużycia energii przywołana została również w rozporządzeniu określającym warunki techniczne jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [2], w którym par. 328 brzmi: *Budynek i jego instalacje grzewcze, wentylacyjne, klimatyzacyjne, ciepłej wody użytkowej oraz w budynkach użyteczności publicznej oświetlenia należy projektować i wykonywać w taki sposób, aby zużycie energii na potrzeby użytkowania budynku zgodnie z jego przeznaczeniem można było utrzymać na racjonalnie niskim poziomie.*

Autorzy prawa nie zdefiniowali, co należy rozumieć pod hasłem racjonalizacja zużycia energii. W WT2008 [2] określono jedynie, że spełnienie wymogu racjonalizacji zużycia energii jest spełnione jeżeli obiekt charakteryzuje się odpowiednią izolacyjnością termiczną przegród, instalacji c.o. i c.w.u. oraz wielkością przegród przeszklonych lub spełnieniem warunku na graniczną wartość EP.

Zapis ten wydaje się jednak sprzeczny z definicją racjonalności. Racjonalizm to filozoficzny kierunek w teorii poznania przyznający rozumowi miejsce naczelne, uważający go za źródło poznania wyższe i niezależne od doświadczeń

zmysłowych. Racjonalny to rozumny, oparty na zasadach poprawnego myślenia i skutecznego działania. Racjonalizacja zaś oznacza zastosowanie w jakiejś dziedzinie nowych środków, mających na celu ulepszenie dotychczas stosowanych, usprawnienie (uproszczenie, obniżka kosztów) organizacji, produkcji, zastąpienie nadnaturalnego wyjaśnienia racjonalnym.

Zasada racjonalnego gospodarowania to sposób postępowania podmiotów, które uświadamiając sobie cel swojej działalności oraz ograniczoną (rzadką) ilość środków służących jego realizacji, dążą do uzyskania maksymalnych efektów przy określonych, założonych nakładach (zasada największej wydajności) albo do minimalizacji nakładów ponoszonych dla osiągnięcia założonego efektu (zasada oszczędności) [4].

Warunkami racjonalności gospodarowania są:

- umiejętność określenia i uporządkowania według ważności celów, które mają być zrealizowane,
- posiadanie wiedzy na temat sposobów ich realizacji,
- znajomość i uwzględnianie zewnętrznych i wewnętrznych warunków ograniczających jego działania.

Wskaźnik NPV (Net Present Value)

Wskaźnik NPV określa wartość bieżącą netto i pozwala określić korzyści z realizacji inwestycji w badanym okresie. Ogólny wzór na obliczenie wartości NPV jest następujący:

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

w którym:

I_0 – nakład inwestycyjny,
 n – zakładana liczba lat korzystania z efektów inwestycji,
 ΔE_0 – korzyść z realizacji inwestycji w cenach roku realizacji,
 r – stopa dyskontowa,
 s – stopa wzrostu kosztu ogrzewania ponad stopę spadku wartości pieniądza w czasie.

Stopa dyskontowa uwzględnia spadek wartości pieniądza w czasie i sprowadza oszczędności w przyszłych latach do wartości pieniądza w roku bazowym.

TABELA 1 CHARAKTERYSTYKA POČĄTKOWEGO SKUMULOWANEGO ZUŻYCIA ENERGII WE WSTĘPNYCH ETAPACH CYKLU ŻYCIA TECHNICZNEGO OBIEKTU [3]

Składniki zużycia energii	Konstrukcja z drewna		Konstrukcja stalowa		Konstrukcja betonowa	
	GJ	%	GJ	%	GJ	%
Pozyskanie surowców	406	12	686	8	450	8
Wytwarzanie materiałów	2884	82	7759	90	4723	83
Wznoszenie budynku	225	7	206	2	522	9
Suma	3525	100	8650	100	5695	100
Względem drewna	1,00	-	1,87	-	1,23	-
Wskaźnik zużycia energii [GJ/m ²]	0,76	-	2,45	-	1,62	-

TABELA 2 WYNIKI OPTYMALIZACJI WSPÓŁCZYNNIKA PRZENIKANIA CIEPŁA U, OBLICZENIA WYKONANO ZA POMOCĄ WSKAŹNIKA NPV DLA RÓŻNYCH TYPÓW OGRZEWANIA (RÓŻNYCH KOSZTÓW CIEPŁA) W OKRESIE L=10 LAT I L=30 LAT KORZYSTANIA Z EFEKTÓW ZWIĘKSZONEJ IZOLACJI CIEPLNEJ PRZEGRÓD BUDOWLANYCH

Typ kotłowni:	kotłownia gazowa		kotłownia na pelets		kotłownia na olej op.		Wartość U_{max}^* określona w warunkach technicznych [2]
Sprawność instalacji c.o.	$\eta_{c.o.} = 85,8\%$		$\eta_{c.o.} = 72,9\%$		$\eta_{c.o.} = 73,7\%$		
Okres L	10 lat	30 lat	10 lat	30 lat	10 lat	30 lat	
Cena ciepła C_p	50 zł/GJ		35 zł/GJ		78,8 zł/GJ		
Optymalna wartość współczynnika przenikania ciepła U w oparciu o NPV w okresie L dla:	U		U		U		
	[W/m²K]		[W/m²K]		[W/m²K]		[W/m²K]
ściany zewnętrzne	0,229	0,135	0,292	0,167	0,174	0,103	0,3
dach	0,316	0,176	0,375	0,214	0,226	0,13	0,25
podłoga na gruncie	0,179	0,106	0,22	0,131	0,136	0,08	0,45
okna	1,9	0,95	2	1,1	0,95	0,8	1,8-1,7

* Wartość U_{max} nie uwzględnia wpływu mostków termicznych

» Jako narzędzie w racjonalnym gospodarowaniu wykorzystuje się rachunek ekonomiczny, a także optymalizację. Rachunek ekonomiczny oznacza konfrontowanie osiąganych wyników z ponoszonymi na nie nakładami, wyrażonymi w jednostkach pieniężnych, co umożliwia ich porównywalność, będąc podstawą procesu podejmowania decyzji, stanowiąc o kryteriach i uwarunkowaniach ich realizacji.

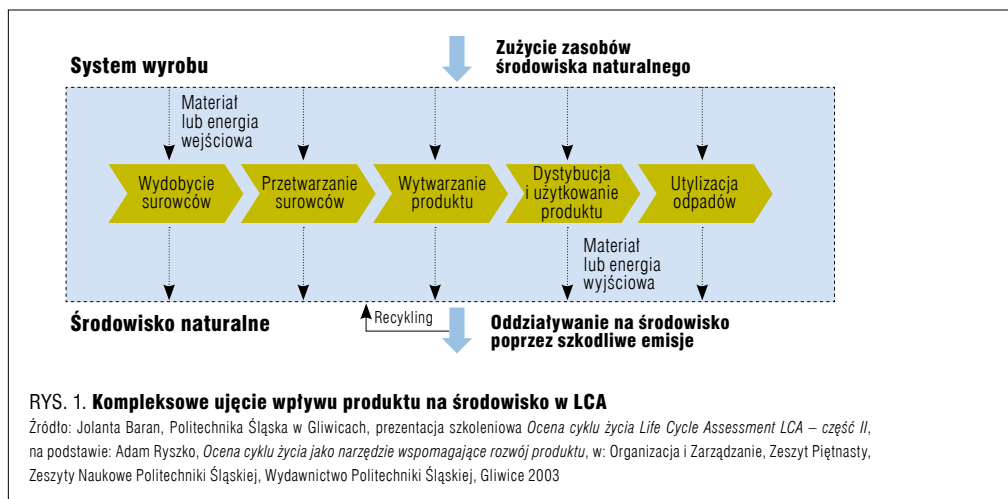
Optymalizacja z kolei, to wyznaczenie spośród dopuszczalnych rozwiązań danego problemu rozwiązania najlepszego ze względu na przyjęte kryterium (wskaźnik) jakości (np. koszt, zysk, niezawodność). Przyjrzyjmy się zatem tabeli 2, w której przedstawiono wyniki racjonalizacji wyboru izolacji termicznej przegród budowlanych w zależności od okresu korzystania z efektów zwiększonej izolacji termicznej dla $L=10$ lat i $L=30$ lat oraz przy różnych cenach ciepła: z gazu 50 zł/GJ, z biomasy (pelets) 35 zł/GJ oraz z oleju opałowego 78,8 zł/GJ. Wartości określono na podstawie wskaźnika NPV (patrz ramka obok) przy uwzględnieniu stałej stopy dyskonta 6% rocznie oraz wzrostu cen nośników energii ponad inflację 4% rocznie.

Na podstawie przeprowadzonej (wymaganej prawem) racjonalizacji zużycia energii przez określenie racjonalnej-optymalnej izolacji termicznej przegród wynika, że przyjęte w warunkach technicznych [2] wartości U_{max} jako spełniające wymagania prawne nie spełniają (!) podstawowego założenia określonego w Prawie budowlanym [1], tj. racjonalizacji zużycia energii. Należy przy tym zwrócić uwagę, że podane w tabeli wartości graniczne $U_{max} \geq U_0$ nie uwzględniają wpływu mostków termicznych, a po ich uwzględnieniu wartości graniczne, zwłaszcza dla ścian i dachów, będą wynosić $U=U_0+\Delta U$. Przypomnijmy: ΔU dla dachów może wynosić 0,05 do 0,15 W/m²K, dla ścian 0,05 do 0,5 W/m²K (a przy błędnym rozwiązaniu detali architektonicznych nawet do 0,8 W/m²K).

Ocena całego cyklu życia produktów

Projektowanie według zasad zrównoważonego rozwoju może wykorzystać opracowywane już wskaźniki *Life Cycle Assessment* (LCA). LCA jest jedną z technik zarządzania środowiskiem służącą analizie cyklu życia produktu, mającą na celu określenie, a nawet ocenę, potencjalnych zagrożeń środowiska przy stosowaniu danego produktu. Istotą tej metody jest nastawienie nie tylko na podsumowanie danego procesu technologicznego, ale także oszacowanie i ocenę konsekwencji całego procesu dla środowiska naturalnego.

Określenie LCA jest procesem oceny efektów, jaki dany wyrób wywiera na środowisko



podczas całego swojego „życia” – począwszy od pozyskania surowców, przez produkcję, użytkowanie, aż do likwidacji (patrz rys. 1). Ocena wpływu na środowisko może być prowadzona zarówno dla wyrobu, jak i dla jego funkcji, np. dla całego budynku. Podstawowymi elementami LCA są zidentyfikowanie i ocena ilościowa:

- obciążeń wprowadzanych do środowiska, tj. zużytych materiałów i ich wpływu na środowisko naturalne,
- oddziaływania wyprodukowanych materiałów na człowieka,
- zużycia energii podczas produkcji oraz podczas okresu eksploatacji.

Przy czym czas eksploatacji wynika z przewidywanego całego okresu „życia produktu”. W skali tego okresu uwzględniane są również emisje zanieczyszczeń i odpadów oraz ocena potencjalnych wpływów tych obciążeń na środowisko naturalne.

Wprowadzenie wymogu racjonalizacji rozwiązań w zakresie zużycia energii jest wstępem do projektowania według zasad zrównoważonego rozwoju. Jest to działanie bardzo korzystne dla inwestora, ponieważ optymalizuje koszty inwestycji oraz koszty eksploatacji budynku. Przez to jest korzystne również dla środowiska naturalnego.

Przyjmując jednak, że cena za produkt jest wartością skumulowaną zawierającą koszty produkcji, wynagrodzenia, zysk oraz wszelkie opłaty związane z wytworzeniem, oddziaływaniem na środowisko naturalne oraz kosztami przetworzenia odpadów, to np. optymalna izolacja termiczna (optymalna grubość materiału termoizolacyjnego) zawierałaby skumulowaną ocenę cyklu życia produktu.

Z różnych przyczyn końcowa cena wyrobu nie zawiera niestety wszystkich kosztów i nie odzwierciedla pełnego oddziaływania na środowisko. Z tych samych przyczyn można obawiać się, że wprowadzanie różnych systemów wielokryterialnej oceny „zrównoważenia budynków”, starających się uwzględnić także analizę cyklu życia produktów budowlanych (zgodnie z ideą LCA) nie będzie dawało w pełni rzetelnej informacji o oddziaływaniu produktu (i budynku) na środowisko.

Proponowane zmiany w projektowaniu i produkcji materiałów mogą się okazać nie skuteczne, jeżeli nie wprowadzi się i nie wypróbuje etycznego postępowania w biznesie oraz w projektowaniu budynków i budowli. Wydaje się, że obok promowania i wymuszania przez akty prawne nowych metod projektowania oraz oceny przyjętych rozwiązań, równie ważne (jeśli nie ważniejsze) jest promowanie etycznego działania. Bez tego wprowadzanie kolejnych, nowych, „doskonalszych” metod mających na celu ochronę środowiska i zasobów naturalnych, racjonalizację zużycia energii oraz innych działań mających na celu poprawę istniejącego stanu, nie przyniesie oczekiwanych efektów. ■

Literatura:

- [1] Prawo budowlane
- [2] Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych
- [3] Materiały konferencyjne z konferencji Ekologia a budownictwo 2002
- [4] Hasło opracowano na podstawie „Słownika Wyrazów Obcych”, red. I. Kamińska-Szmaj, Wydawnictwo Europa, Wrocław 2001.

Jerzy Żurawski
 jurek@cieplej.pl

Dolnośląska Agencja
 Energii i Środowiska

