

# ŚWIADECTWA ENERGETYCZNE BUDYNKÓW - ASPEKT EKOLOGICZNY

Wiesław SAROSIEK\*

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45A, 15-351 Białystok

**Streszczenie:** W artykule analizowano podstawowe wskaźniki energetyczne zawarte w świadectwach charakterystyki energetycznej. Na przykładzie 20 różnych budynków wskazano na zależności pomiędzy poszczególnymi wskaźnikami oraz emisją podstawowych produktów spalania. Wskazano na możliwość modyfikacji podstawowych danych zawartych w świadectwach charakterystyki energetycznej.

*Słowa kluczowe:* świadectwo charakterystyki energetycznej, ekologia, wskaźniki EU, EK, EP.

## 1. Wprowadzenie

Rosnące ceny energii i jej nośników przyczyniają się do wzrostu zainteresowania problematyką racjonalizacji użytkowania energii. Wprowadzanie w gospodarce zasad zrównoważonego rozwoju (w tym również w budownictwie) wymaga ochrony środowiska naturalnego. Ze względu na bardzo duży udział budownictwa, wraz z sektorem gospodarki komunalno-bytowym, w krajowym zużyciu energii poszukiwanie oszczędności w tym właśnie miejscu jest szczególnie uzasadnione. Chodzi tu przede wszystkim o energię zużywaną w czasie eksploatacji na potrzeby zapewnienia odpowiedniego mikroklimatu, ciepłej wody oraz oświetlenia.

Ponieważ mniejsze zużycie energii powoduje automatycznie mniejszą emisję zanieczyszczeń do atmosfery (w tym CO<sub>2</sub>) poprzez racjonalizację użytkowania energii najlepiej wpływa się na poprawę stanu środowiska naturalnego. Podstawowym i niezbędnym warunkiem sensownych działań oszczędnościowych jest wiedza o stanie energetycznym budynków. Jest ona szczególnie istotna z punktu widzenia indywidualnych dysponentów budynków już eksploatowanych. Taką wiedzę, a także informację o obciążeniu dla środowiska (na przykład poprzez wskaźnik emisji CO<sub>2</sub>), powinno dostarczać świadectwo energetyczne budynku. Dlatego rola wprowadzonych w bieżącym roku świadectw energetycznych jest taka ważna (Dz. U. 2008 r. Nr 201 poz. 1240).

We wszystkich krajach, które wprowadziły energetyczne certyfikowanie budynków zaobserwowano dążenie do poprawy jakości cieplnej budynków zarówno nowych, jak i będących w użytkowaniu, co wpłynęło pozytywnie na stan środowiska naturalnego, w tym na zmniejszenie emisji CO<sub>2</sub> (Panek i Rucińska, 2009).

Oczekiwanie na podobne efekty również w naszym kraju wydaje się uzasadnione.

Podjęcie działań w zakresie poprawy jakości termicznej budynków zarówno istniejących, jak i dopiero projektowanych, należy wziąć pod uwagę, iż bardzo łatwo jest działaniami poprawiającymi bilans energetyczny budynku oraz jego walory ekologiczne (mniejsza emisja substancji szkodliwych) doprowadzić do pogorszenia komfortu użytkownika.

Istotną rolę zarówno podczas projektowania budynków nowych, jak i modernizacji budynków istniejących, powinien odgrywać także czynnik ekonomiczny. Z punktu widzenia inwestora znaczenie czynnika ekonomicznego jest decydujące, natomiast państwo ma nie tylko prawo, ale i obowiązek brać pod uwagę także inne istotne czynniki, na przykład ochronę środowiska lub szerzej wymagania zrównoważonego rozwoju. Umiejętne stosowanie dostępnych instrumentów polityki gospodarczej (w tym finansowej), powinny doprowadzić do sytuacji, w której inwestor w oparciu o przesłanki wyłącznie ekonomiczne podejmuje decyzje pożądane z punktu widzenia państwa. Taki stan byłby w polskim budownictwie bardzo pożądany. Niestety prawdą jest, iż dotychczas nie udało się go osiągnąć.

## 2. Świadectwa energetyczne – regulacje prawne przyjęte w kraju

Zgodnie z dyrektywą (2002/91/EC) Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z dnia 16 grudnia 2002 roku, świadectwo energetyczne powinno prezentować w sposób przejrzysty standard energetyczny budynku. Użyte wskaźniki mogą i powinny obejmować także wskaźnik emisji CO<sub>2</sub>. Certyfikaty jakości energetycznej powinny poprawić działanie rynku i zachęcać inwestorów do oszczędzania energii poprzez dostarczanie

\* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: wsarosiek@op.pl

obiektywnych informacji na temat jakości energetycznej budynków na etapie ich budowy, sprzedaży i wynajmu.

Rozwiązania przyjęte w kraju w ustawie *Prawo budowlane* (Dz. U. 1994 Nr 89 poz. 414 z późn. zm.) pierwotnie nie wiązały bezpośrednio świadectwa z emisją CO<sub>2</sub>. Dopiero wprowadzone obowiązujące od 2014 roku zmiany (Dz. U. z 2013 r. poz. 1409) spowodowały, iż emisja CO<sub>2</sub> będzie wprost podawana obok wskaźników dotychczas wyznaczanych. Najważniejsze wskaźniki energetyczne wyznaczone w świadectwach energetycznych to tak jak dotychczas:

- energia użytkowa EU,
- energia końcowa EK,
- energia pierwotna EP.

Ponadto podawany jest wskaźnik informujący o procentowym udziale energii odnawialnej w bilansie energetycznym budynku. Przed wejściem w życie świadectw energetycznych dwa pierwsze wskaźniki były obliczane w audytach energetycznych, lecz były inaczej nazywane: energii użytkowej odpowiadał wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na energię netto, natomiast energii końcowej wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na energię brutto (z uwzględnieniem sprawności).

Powiązanie w rozporządzeniach wykonawczych ustalających metodologię sporządzania świadectw energetycznych (Dz. U. z 2008 r. Nr 201 poz. 1240) energii pierwotnej z ekologią poprzez współczynnik  $w_H$  niesie ze sobą dwa skutki. Wskaźnik EP przestaje być dobrym wskaźnikiem energetycznej jakości budynku i niestety nie oddaje jednocześnie ekologicznych walorów budynku. Na przykładzie wybranych dwudziestu budynków i wykonanych dla nich świadectw energetycznych pokazano w artykule, że tak jest naprawdę.

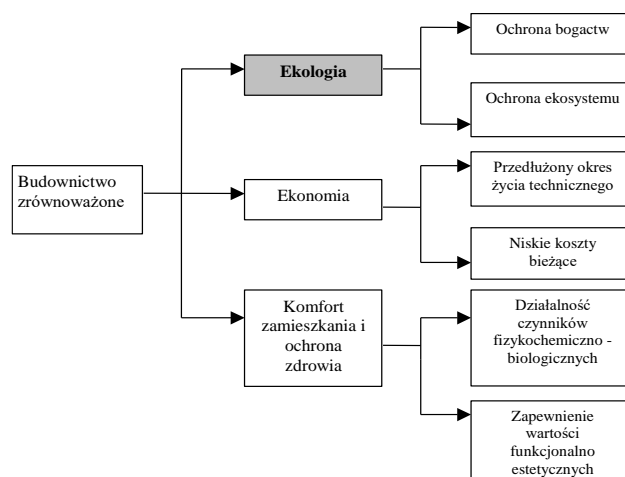
### 3. Zasady rozwoju zrównoważonego a ograniczenie emisji produktów spalania paliw

O spełnieniu zasad rozwoju zrównoważonego w gospodarce mówimy wtedy, gdy wykorzystywanie dóbr natury i korzystanie ze środowiska nie prowadzi do pogorszenia jego stanu w kolejnych latach. Zasady zrównoważonego rozwoju w budownictwie po raz pierwszy zostały zaprezentowane w 1998 roku na kongresie „Budowle i Środowisko”, który odbył się w Szwecji.

Zasady zrównoważonego rozwoju w gospodarce znalazły także odzwierciedlenie w Konstytucji RP z 1997 roku gdzie w artykule 5 zapisano, iż Rzeczpospolita Polska „zapewnia ochronę środowiska, kierując się zasadą zrównoważonego rozwoju”. Skonkretyzowanie nastąpiło w preambule znowelizowanej Ustawy o ochronie i kształtowaniu środowiska. Wymagania dla budownictwa zrównoważonego przedstawiono schematycznie na rysunku 1.

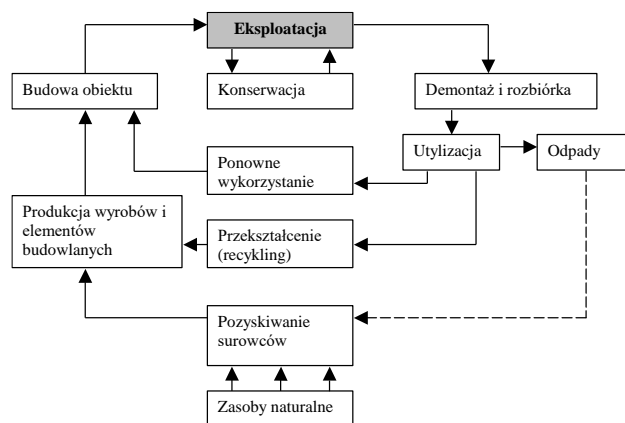
Zarówno z definicji, jak i podstawowych założeń rozwoju zrównoważonego w budownictwie wynika, iż najistotniejszym jego elementem jest ekologia rozumiana w tym przypadku jako drastyczne zmniejszenie

emisji zanieczyszczeń, czyli produktów spalania paliw na potrzeby ogrzewania i podgrzewu ciepłej wody podczas cyklu życia budynku.



Rys. 1 Wymagania rozwoju zrównoważonego w budownictwie (Stawicka-Wałkowska, 2001)

Na rysunku 2 przedstawiono cykl życia wyrobu budowlanego i budynku zgodnie z Stawicką-Wałkowską (2001). Minimalizacja energii powinna dotyczyć wszystkich widocznych tu etapów. Jednakże, jeśli całkowitą energię zużywaną na cały cykl życia uznamy za 100%, to wytwarzanie materiałów i wzniesienie budynku stanowi tylko około 10-12%, remonty i rozbiórka zaledwie 5% natomiast pozostałe 83-85% tej energii zużywa się podczas użytkowania budynku.



Rys. 2. Cykl życia technicznego obiektu i wyrobu budowlanego (Stawicka-Wałkowska, 2001)

Zarówno przemysł materiałów budowlanych, jak i eksploatacja budynku związana jest nierozdzielnie z zużyciem dużych ilości energii, co pociąga za sobą emisję do atmosfery szkodliwych związków. Dla spełnienia warunków zrównoważonego rozwoju istotne jest spojrzenie na budynek w fazie projektu, produkcji materiałów łącznie z ich transportem, wznoszenia budynku, jego eksploatacji, w tym remontów, a także rozbiórki oraz utylizacji odpadów. Przeważnie pomijany etap „przed budową” jest istotny z tego względu, iż nowoczesne technologie i pogoń za oszczędnością eksploatacyjną odbywa się często

kosztem wbudowywania materiałów i stosowania rozwiązań nie tylko energochłonnych na etapie ich produkcji, ale także trudnych do zagospodarowania po zakończeniu ich użytkowania. Łatwość powtórnego wykorzystania lub przerobu i wykorzystania ma tutaj duże znaczenie.

Co najmniej kilkudziesięcioletni okres eksploatacji budynku sprawia, iż największe skumulowanie efektów ekologicznych (oczywiście również energetycznych) uzyskuje się poprzez zapewnienie odpowiednio niskiej emisji zanieczyszczeń w całym okresie „życia” obiektu budowlanego.

#### 4. Opis budynków wybranych do analizy

Współpraca z NAPE S.A. O/Białystok umożliwiła autorowi artykułu udział w sporządzaniu świadectw energetycznych różnych budynków.

Na potrzeby niniejszego artykułu wybrano 20 budynków, których podstawowe parametry zamieszczono w tabeli 1. Część z nich (dwanaście obiektów) były to budynki mieszkalne, w większości jednorodzinne, a część (osiem budynków) – to obiekty użyteczności publicznej. Budynki miały zróżnicowaną wielkość – kubatura ogrzewana od 288,8 m<sup>3</sup> dla części usługowej w budynku mieszkalnym do 33.263,7 m<sup>3</sup> dla budynku szkolnego z internatem. Wyodrębnienie obiektów innych niż mieszkalne jest niezbędne, ponieważ dla takich obiektów wskaźniki obliczane w świadectwie energetycznym zawierają energię na oświetlenie (również chłodzenie – jeśli w budynku taka energia występuje).

Istotnym elementem systemu grzewczego analizowanych budynków są źródła ciepła. Występują tu zarówno kotłownie indywidualne (gazowe, olejowe, węglowe i na biomase), jak i źródła zcentralizowane (w tym z produkcją skojarzoną energii cieplnej). W dwóch przypadkach wystąpiło uzupełnienie energii pochodzącej z kotłowni gazowej (olejowej) produkcją ciepła z kominka opalanego drewnem.

#### 5. Obliczenia i analiza wyników

Na potrzeby artykułu wyznaczono wielkość zanieczyszczeń (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> i pyły) emitowanych do atmosfery w wyniku zużycia określonych ilości energii przez budynki (tab. 1). Obliczenia wykonano przy pomocy arkusza kalkulacyjnego, wykorzystując wskaźniki unosu substancji zanieczyszczających powstających przy energetycznym spalaniu paliw (Sarosiek i Sadowska, 2009).

Dla paliw stałych, ciekłych i gazowych ilości zanieczyszczeń (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>) obliczano ze wzoru:

$$E = B \cdot w \quad (1)$$

gdzie:  $B$  jest to ilość spalonego paliwa w Mg, a  $w$  jest wskaźnikiem emisji SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub> na jednostkę spalonego paliwa w kg/Mg, kg/m<sup>3</sup>, kg/10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>.

Ilość pyłu w przypadku spalania paliw stałych obliczano ze wzoru:

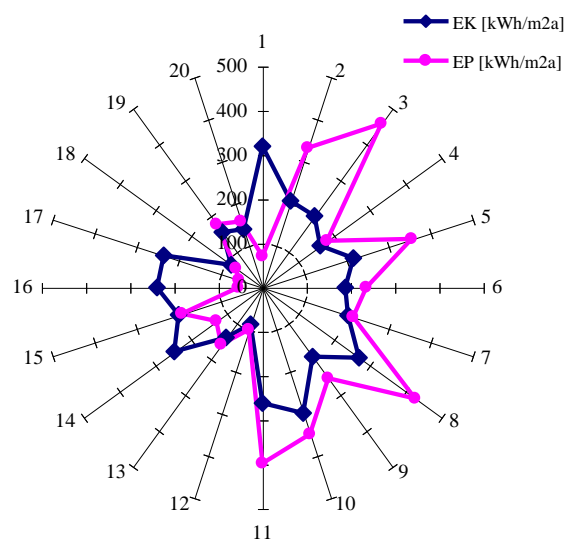
$$E_{pył} = B \cdot w_p \frac{(100 - \eta)}{(100 - k)} \quad (2)$$

gdzie:  $w_p$  jest wskaźnikiem unosu pyłu na jednostkę zużytego paliwa w kg/Mg,  $\eta$  jest sprawnością urządzeń odpylających w %, a  $k$  jest zawartością części palnych w pyłe w %.

Wartości wskaźników EP i EK pochodzą z wykonanych z udziałem autora świadectw charakterystyki energetycznej poszczególnych budynków (NAPE, 2006-2014).

Na rysunku 3 widoczne są wartości dwóch wskaźników prezentowanych w świadectwach charakterystyki energetycznej budynków (EK i EP w kWh/m<sup>2</sup>a). Z wykresu wynika generalny brak korelacji pomiędzy prezentowanymi wartościami wskaźników. Mogłoby to świadczyć o innym niż EK charakterze wskaźnika EP (pomimo tej samej jednostki). Brak korelacji pomiędzy wskaźnikiem energii końcowej EK i wskaźnikiem energii pierwotnej EP pozwala postawić pytanie, dlaczego wartość tego ostatniego jest w dalszym ciągu, pomimo zmian wprowadzonych w 2014 roku, najważniejszym elementem prezentowanym w świadectwie energetycznym, skoro nie odzwierciedla zużycia energii przez dany budynek (wskaźnikiem informującym o zużyciu energii budynku wraz z jego instalacją ogrzewczą jest z pewnością EK, natomiast w odniesieniu do samego budynku rolę taką spełnia wskaźnik EU).

Zgodnie z dyrektywą 2002/91/EC wprowadzającą znakowanie energetyczne budynków w świadectwach pojawił się wskaźnik uwzględniający emisję CO<sub>2</sub> (jest to nie tyle wskaźnik co ilość sumaryczna CO<sub>2</sub> w Mg, pochodząca ze wszystkich instalacji budynku i wszystkich spalanych paliw).



Rys. 3. Wskaźniki energii pierwotnej EP i energii końcowej EK dla analizowanych 20-tu budynków

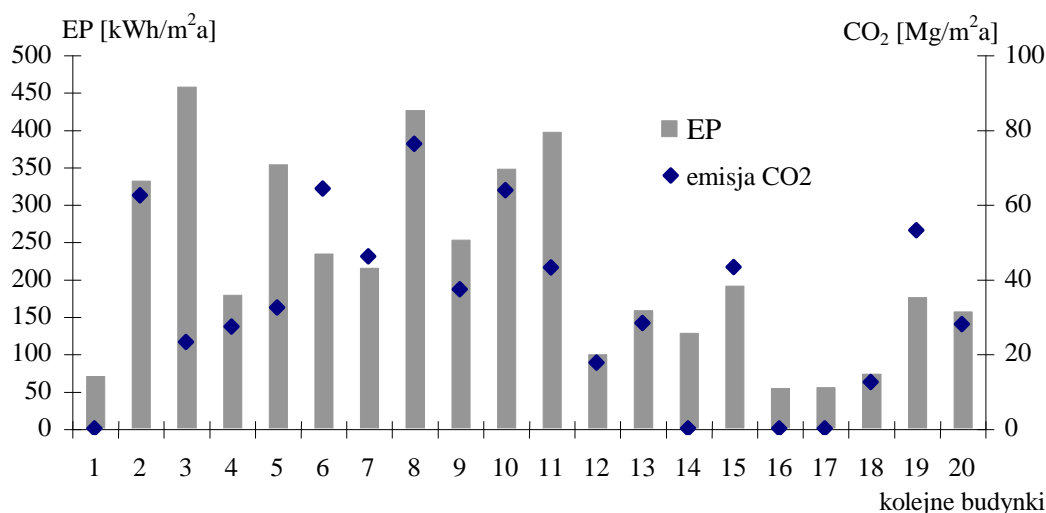
Tab. 1. Niektóre parametry budynków przyjętych do analizy

Lp.	Rodzaj budynku	Kubatura ogrzewana	Powierzchnia ogrzewana	A/V	Paliwo	Zużycie energii w budynku [GJ/a]
1	Jednorodzinny	370,3	102,6	1,15	kotłownia indywidualna /drewno/	117,94
2	Hala sportowa	6.978,0	2.212,0	0,79	ciepłownia miejska /węgiel/	1.450,90
3	Część usługowa w budynku mieszkalnym	3.983,8	882,6	nie	ciepłownia miejska /węgiel/ (kogeneracja)	307,26
4	Część mieszkalna w budynku (poz.3)	3.584,8	1.357,6	0,62	ciepłownia miejska /węgiel/ (kogeneracja)	556,18
5	Część usługowa w budynku mieszkalnym	288,8	67,0	nie	ciepłownia miejska /węgiel/ (kogeneracja)	32,56
6	Jednorodzinny	536,5	144,4	0,93	kotłownia indywidualna /węgiel/	97,57
7	Zespół Szkół	8.650,9	2.129,2	0,45	kotłownia indywidualna /olej/	1.306,90
8	Handlowo-usługowy	6.350,0	1.087,1	0,49	ciepłownia miejska /węgiel/	871,16
9	Urząd statystyczny	5.787,4	1.448,0	0,33	ciepłownia miejska /węgiel/ (kogeneracja)	810,59
10	Użyteczności publicznej i zamieszkania zbiorowego	19.650,0	4.654,2	0,35	ciepłownia miejska /węgiel/ (kogeneracja)	4.460,21
11	Użyteczności publicznej /zamieszkania zbiorowego	33.263,7	6.187,0	0,52	ciepłownia miejska /węgiel/ (kogeneracja)	4.002,49
12	Jednorodzinny	819,0	230,6	0,79	kotłownia indywidualna /gaz/	72,39
13	Jednorodzinny	1.476,3	384,9	0,75	kotłownia indywidualna /gaz/	193,71
14	Jednorodzinny	417,6	119,6	0,87	kotłownia indywidualna /drewno/	106,22
15	Jednorodzinny	651,5	156,1	0,71	kotłownia indywidualna /olej80% i drewno 20% (kominiek)	112,17
16	Jednorodzinny	362,5	145,0	1,48	kotłownia indywidualna /drewno/	124,76
17	Jednorodzinny	437,3	123,2	1,03	kotłownia indywidualna /drewno/	104,23
18	Jednorodzinny	796,0	212,7	0,89	kotłownia indywidualna /gaz 70% i drewno30% (kominiek)/	67,08
19	Jednorodzinny	513,8	153,9	0,82	kotłownia indywidualna /ekogroszek/	85,82
20	Jednorodzinny (szeregowy)	753,9	265,7	0,65	kotłownia indywidualna /gaz/	132,57

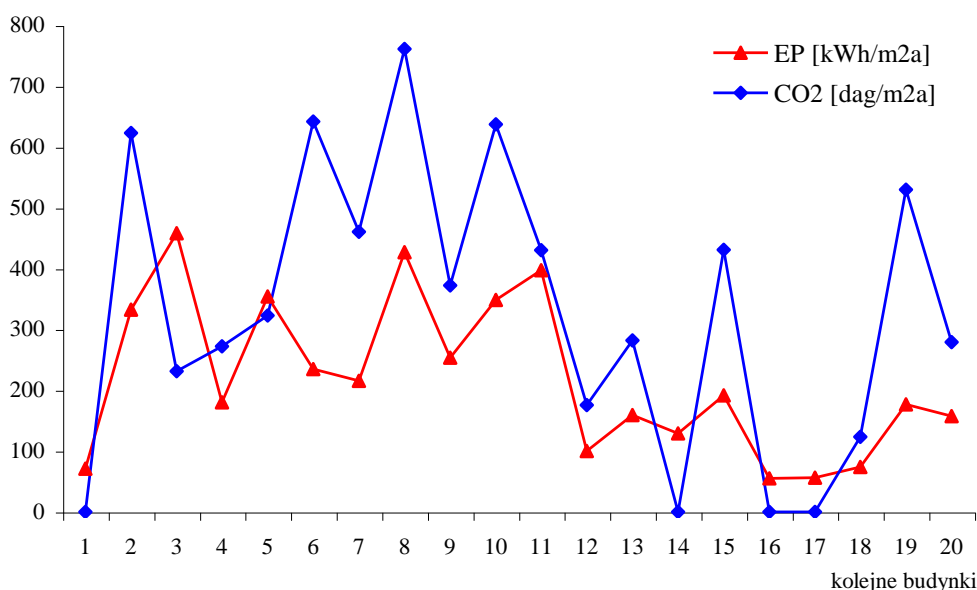
Na rysunku 4 zamieszczono zestawienie wartości wskaźników energii pierwotnej oraz wielkości rocznej emisji CO<sub>2</sub>, odniesionej do powierzchni rozpatrywanych w artykule budynków. W przypadku tych wielkości korelacja jest bardziej widoczna niż pomiędzy wskaźnikami EK i EP, ale i w tym przypadku nie można powiedzieć, iż wskaźnik EP oddaje rzeczywistą emisję CO<sub>2</sub> do atmosfery. Widać to lepiej na rysunku 3, na którym zestawiono te same wartości w nieco innej formie. Dla budynków numer 7-10 wskaźniki energii pierwotnej są względnie skorelowane z obliczoną emisją CO<sub>2</sub>. Są to obiekty o podobnym charakterze (użyteczność publiczna) zasilane z kotłowni indywidualnej olejowej lub miejskich węglowych). Najwyraźniejszy brak korelacji zauważyć można dla budynków od 2 do 6 i od 12 do 17. Budynki z pierwszej grupy to obiekty zasilane z podobnych lub identycznych źródeł, lecz o innym charakterze (użyteczność publiczna, mieszkalny, część

usługowa w budynku mieszkalnym). W budynkach innych niż mieszkalne uwzględnienie energii elektrycznej na oświetlenie (mnożnik  $w_H = 3$ ) powoduje znaczną rozbieżność EP w stosunku do obliczonych wartości emisji CO<sub>2</sub>. Budynki z grupy (od 12 do 17) są zasilane z różnych źródeł (w tym drewno lub z częściowym udziałem drewna) i pomimo, iż użytkowo są podobne, to ich wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> i wskaźniki energii pierwotnej nie są ze sobą zbieżne (rys. 5).

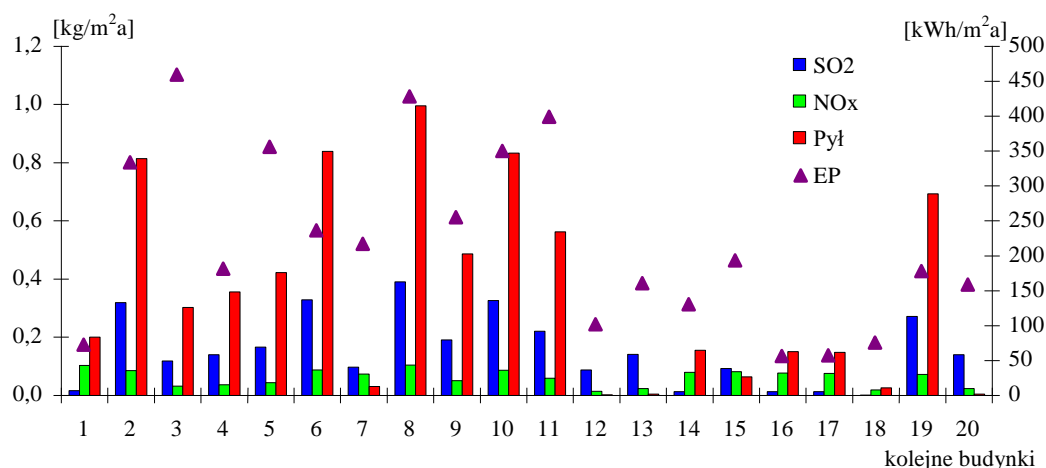
Na rysunku 6 zestawione zostały wartości pozostałych zanieczyszczeń powstających w procesie energetycznego spalania paliw emitowanych do atmosfery (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, pyły) oraz wskaźniki energii pierwotnej dla 20-tu analizowanych w artykule budynków. Brak jest tu widocznej korelacji pomiędzy wskaźnikiem energii pierwotnej a wielkościami emisji poszczególnych substancji.



Rys. 4. Wartości wskaźnika energii pierwotnej EP i emisji CO<sub>2</sub> dla analizowanych budynków



Rys. 5. Wartości wskaźnika energii pierwotnej EP i emisji CO<sub>2</sub> dla analizowanych budynków



Rys. 6. Wartości wskaźnika energii pierwotnej EP i emisji SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> i pyłu dla analizowanych budynków

## 6. Podsumowanie i wnioski

Wprowadzenie świadectw energetycznych miało przyczynić się między innymi do zwiększenia wiedzy na temat jakości ekologicznej i energetycznej budynków, a tym samym spowodować naturalne dążenie właścicieli do poprawy tych parametrów dla budynków o stwierdzonej słabej jakości. Aby takie efekty nastąpiły zamieszczane w świadectwach energetycznych wskaźniki powinny w czytelny sposób przekazywać powszechnie zrozumiałą informację. O ile czytelność prezentowania wskaźnika EP (główny element świadectwa energetycznego) nie budzi zastrzeżeń, o tyle treść przekazu jest już mało zrozumiała (niestety zdarza się że dotyczy to także autorów świadectw).

Wobec wprowadzenia w świadectwach w 2014 roku wielkości emisji CO<sub>2</sub> budynku świadczącej o ekologicznych walorach obiektu, może warto byłoby zastanowić się nad sensem wskaźnika EP jako głównego miernika jakości certyfikowanego budynku.

Wskaźnik energii pierwotnej EP nie do końca koresponduje z emisją CO<sub>2</sub> (także pozostałych substancji powstających w procesie spalania paliw w kotłach energetycznych) i w pewnych sytuacjach może być mylący jako miernik „wartości ekologicznej” budynku.

Wskaźnik energii pierwotnej EP jest niesłusznie, ale praktycznie powszechnie uważany przez inwestorów i właścicieli budynków za miernik jakości termicznej (energetycznej) budynku, podczas gdy tę funkcję dużo lepiej wypełniają wskaźniki EU w odniesieniu do samej bryły (struktury) budynku oraz EK w odniesieniu do budynku wraz z jego instalacjami ogrzewczymi.

## Literatura

- Panek A., Rucińska J. (2009). Wdrażanie dyrektywy o charakterystyce energetycznej budynków w różnych krajach UE. *Materiały Budowlane*, 1/2009, 32-36.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 roku 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. *Dz. U. 2008 r., Nr 201, poz. 1240*.
- Stawicka-Wałkowska M. (2001). Proces wdrażania zrównoważonego rozwoju w budownictwie. *Wydawnictwa Instytutu Techniki Budowlanej*, Warszawa.
- Sarosiek W., Sadowska B. (2009). Ekologiczne aspekty termomodernizacji wybranych budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej. *Materiały Budowlane*, 1/2009, 76-79.
- NAPE (2006-2014). Świadectwa energetyczne budynków. *NAPE S.A. O/Białystok*, 2006-2014.
- Ustawa Prawo budowlane. *Dz. U. 1994 Nr 89 poz. 414 z późn. zm.*
- Ustawa Prawo budowlane. *Dz. U. 2013 r. poz. 1409*.

### ENERGY CERTIFICATES OF BUILDINGS – ECOLOGICAL ASPECTS

**Abstract:** The practicability of Primary Energy for ecological standard of buildings was presented in this paper. Divergences of ecological assessment that is founded on the energy certificates and the results of the calculations were demonstrated.