

## PODSTAWOWE CZYNNIKI WPLYWAJĄCE NA KLASĘ ENERGETYCZNĄ BUDYNKÓW BIUROWYCH

Dorota KRAWCZYK\*

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

**Streszczenie:** Z dnia na dzień nasila się problem ochrony środowiska naturalnego, w wyniku nadmiernego korzystania z nieodnawialnych paliw kopalnianych, głównie z uwagi na emisję dwutlenku węgla i towarzyszących mu innych zanieczyszczeń do atmosfery. Z tego powodu konieczne jest ograniczenia zużycia energii w budownictwie. W referacie omówiono podstawowe czynniki wpływające na energochłonność obiektów biurowych, zarówno w aspekcie bryły budynku, jak i instalacji wewnętrznych – grzewczych, wentylacyjnych, klimatyzacyjnych i oświetleniowych.

*Słowa kluczowe:* certyfikaty energetyczne, budynki biurowe, oszczędność energii.

### 1. Wprowadzenie

Z dnia na dzień nasila się problem konieczności ochrony środowiska naturalnego, w wyniku nadmiernego korzystania z nieodnawialnych paliw kopalnianych, głównie z uwagi na emisję dwutlenku węgla i towarzyszących mu innych zanieczyszczeń do atmosfery. Odnotowuje się bardzo wysokie zużycie energii w sektorze komunalno-bytowym, co związane jest z potrzebami ludzkimi, a przede wszystkim z dostarczaniem energii na cele grzewcze lub chłodnicze, zależnie od lokalnych warunków klimatycznych. W trosce o ochronę środowiska naturalnego i potrzebę ograniczenia zużycia energii w budownictwie uchwalono dyrektywę 2001/91/WE z dnia 16 grudnia 2002, na mocy której wprowadzono obowiązek sporządzenia charakterystyk energetycznych budynku. Ocena jakości energetycznej obiektów budowlanych i ich systemów technicznych, ma uświadomić społeczeństwu jaki jest wpływ nadmiernego zużycia energii na stan środowiska naturalnego. Ponadto wprowadzenie współczynników nakładu energii pierwotnej sygnalizuje konieczność stosowania alternatywnych źródeł energii, a tym samym obniżania zużycia energii końcowej. Certyfikat energetyczny ma posłużyć racjonalizacji zużycia energii w skutek rozsądnych działań inwestycyjnych.

Celem artykułu jest analiza podstawowych czynników wpływających na zużycie energii i wartość wskaźnika EP w budynkach biurowych.

### 2. Podstawowe czynniki determinujące wartość wskaźnika zużycia energii pierwotnej EP w budynkach biurowych

Współczesne budownictwo biurowe stara się sprostać oczekiwaniom użytkowników. Wymagania te stawiane są co do funkcji i formy budynku oraz wymuszają zapewnienie komfortu ich użytkownikom. Konieczna jest w tym zakresie współpraca architektów, konstruktorów oraz instalatorów odpowiedzialnych za systemy ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji (HVAC) (Bartkiewicz, 2009). Świadectwo energetyczne budynku ma na celu określenie wskaźnika zużycia energii pierwotnej EP wyrażonego w kWh/m<sup>2</sup>/rok. Wartość ta zależy od ilości energii niezbędnej do zaspokojenia potrzeb związanych z użytkowaniem budynku między innymi ogrzaniem, oświetleniem, wentylacją i przygotowaniem ciepłej wody użytkowej. Wskaźnik rocznego zapotrzebowania energii pierwotnej, wyznacza się z zależności:

$$EP = \frac{Q_p}{A_f} \text{ [kWh/rok]} \quad (1)$$

gdzie  $Q_p$  jest rocznym zapotrzebowaniem na energię pierwotną do ogrzewania, chłodzenia i wentylacji, przygotowania ciepłej wody i oświetlenia wbudowanego oraz napędu urządzeń pomocniczych w kWh/m<sup>2</sup>/rok, natomiast  $A_f$  powierzchnią budynku o regulowanej temperaturze w m<sup>2</sup>.

Roczne zapotrzebowanie na energię pierwotną w budynkach biurowych zależy od czterech elementów składowych.

$$Q_p = Q_{P,H} + Q_{P,W} + Q_{P,C} + Q_{P,L} \text{ [kWh]} \quad (2)$$

\* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: dkrawczyk@pb.edu.pl

gdzie  $Q_{P,H}$  jest rocznym zapotrzebowaniem na energię pierwotną do ogrzewania i wentylacji,  $Q_{P,W}$  jest rocznym zapotrzebowaniem na energię pierwotną do przygotowania ciepłej wody,  $Q_{P,C}$  jest rocznym zapotrzebowaniem na energię pierwotną do chłodzenia,  $Q_{P,L}$  jest rocznym zapotrzebowaniem na energię pierwotną do oświetlenia wbudowanego.

### 2.1. Czynniki zależne od bryły budynku

Bryła i konstrukcja budynku determinuje przede wszystkim wartość  $Q_{P,H}$ . Zależne są od niej dwie podstawowe wartości, mianowicie współczynnik strat ciepła przez przenikanie  $H_{tr}$  oraz wewnętrzna pojemność ciepła budynku  $C_m$ , a co za tym idzie współczynnik efektywności wykorzystania zysków ciepła  $\eta_{H,g}$ . Współczynnik strat ciepła przez przenikanie  $H_{tr}$  jest zależny od powierzchni przegród zewnętrznych  $A$  – im jest ona większa tym wyższa są straty ciepła przez przenikanie.

$$H_{tr} = \sum_i [b_{tr,i} (A_i U_i + \sum_i l_i \cdot \Psi_i)] \quad (3)$$

gdzie  $b_{tr}$  jest to współczynnik redukcyjny obliczeniowej różnicy temperatur  $i$ -tej przegrody,  $A_i$  pole powierzchni  $i$ -tej przegrody otaczającej przestrzeń o regulowanej temperaturze w  $m^2$ ,  $U_i$  jest to współczynnik przenikania ciepła  $i$ -tej przegrody w  $W/m^2K$ ,  $l_i$  jest to długość mostka liniowego w m, a  $\Psi_i$  liniowym współczynnikiem przenikania ciepła mostka cieplnego według PN-EN IS 14683:2008 w  $W/mK$ .

Natomiast w przypadku budynków o takiej samej powierzchni i usytuowaniu przegród  $H_{tr}$  zależy od wartości współczynników przenikania ciepła przegród budowlanych  $U$ , oraz wartości i długości występujących mostków termicznych. Wartość współczynnika  $H_{tr}$  ma znaczenie zarówno przy rozpatrywaniu ilości energii potrzebnej do ogrzewania, jak i chłodzenia budynku.

Wewnętrzna pojemność cieplna budynku  $C_m$  jest z kolei wyliczana na podstawie ciepła właściwego  $c_{ij}$  i gęstości  $\rho_i$  materiałów zawartych w elementach konstrukcyjnych obiektu. Zależy też od powierzchni  $A_j$  oraz grubości materiałów  $d_{ij}$ :

$$C_m = \sum_j \sum_i (c_{ij} \cdot \rho_{ij} \cdot d_{ij} \cdot A_j) \quad [J/K] \quad (4)$$

Od architektury budynku zależą też inne wartości, na przykład strumień powietrza infiltrującego, który wyliczany jest w zależności od kubatury obiektu.

### 2.2. Czynniki zależne od ilości użytkowników

Wiele składowych, branych pod uwagę podczas wykonywania obliczeń charakterystyki energetycznej obiektu zależy od ilości osób i sposobu użytkowania. Przykładem może tu być współczynnik strat ciepła na wentylację:

$$H_{ve} = \rho_a \cdot c_a \cdot \sum_k (b_{ve,k} \cdot V_{ve,k,mn}) \quad (5)$$

gdzie  $\rho_a \cdot c_a$  jest to pojemność cieplna powietrza,  $b_{ve,k}$  współczynnik korekcyjny dla strumienia  $k$ , kiedy temperatura strumienia  $k$  powietrza jest różna od przyjętej temperatury powietrza dostarczanego do strefy;  $V_{ve,k,mn}$  jest to uśredniony w czasie strumień powietrza  $k$  w  $m^3/s$ ;  $k$  to identyfikator strumienia powietrza.

Zmienną, zależną od ilości osób będzie w budynkach biurowych jest minimalny strumień niezbędny ze względów higienicznych  $V_o$ . Zgodnie z PN-83/B-03439/AZ3:2000 *Wentylacja budynków mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania*, ilość powietrza jest wyliczana poprzez mnożenie ilości osób i minimalnego zużycia przypadającego na osobę (w wysokości 20-50  $m^3/h$  na osobę zależnie od warunków).

Inną wartością uzależnioną w dużej mierze od liczby osób jest zapotrzebowanie na energię użytkową do przygotowania ciepłej wody użytkowej, obliczane z zależności:

$$Q_{w,mn} = \frac{V_{cwi} \cdot L_j \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_{cw} - \theta_o) \cdot k_t \cdot t_{uz}}{1000 \cdot 3600} \quad [kWh/a] \quad (6)$$

gdzie  $V_{cwi}$  jest to jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody użytkowej w  $dm^3/(j.o.)\text{doba}$ ;  $L_j$  oznacza liczbę jednostek odniesienia;  $t_{uz}$  jest to czas użytkowania w dobach;  $k_t$  jest to mnożnik korekcyjny dla temperatury ciepłej wody innej niż 55°C;  $c_w$  jest to ciepło właściwe wody, przyjmowane jako 4,19 kJ/(kgK);  $\rho_w$  jest to gęstość wody, przyjmowana 1000  $kg/m^3$ ;  $\theta_{cw}$  jest temperaturą ciepłej wody w zaworze czterpalnym; a  $\theta_o$  to temperatura wody zimnej, przyjmowana 10°C.

W budynkach biurowych można przyjmować 7  $dm^3$  wody na osobę.

Ponadto ilość użytkowników (a także rodzaj wykonywanej czynności i czas użytkowania pomieszczeń w ciągu doby) ma wpływ na wewnętrzne zyski ciepła. W przeciętnym pomieszczeniu biurowym wewnętrzne zyski ciepła od ludzi i urządzeń wynoszą 5,7  $W/m^2$  (Dz.U.z 2006 r. Nr 156, poz.1118, z późn. zm.)

### 2.3. Czynniki zależne od instalacji wewnętrznych

Bardzo duży wpływ na wartość EP mają cząstkowe sprawności poszczególnych instalacji wewnętrznych. Są to w każdym przypadku: sprawność wytwarzania, przesyłu, akumulacji i wykorzystania energii, co można przedstawić za pomocą wzoru:

$$\eta_{tot} = \eta_e \cdot \eta_d \cdot \eta_s \cdot \eta_g \quad (7)$$

gdzie  $\eta_e$  to średnia sezonowa sprawność regulacji i wykorzystania ciepła,  $\eta_d$  jest to średnia sezonowa sprawność transportu nośnika ciepła,  $\eta_s$  to średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepła w elementach pojemnościowych systemu, a  $\eta_g$  to średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła (energii końcowej) z energii dostarczonej do granicy bilansowej budynku. Podzielenie zapotrzebowania na energię użytkową przez sprawność całkowitą danego układu pozwala nam poznać zapotrzebowanie na energię końcową.

Sprawności cząstkowe można przyjąć na podstawie pomiarów, projektu, bądź tabel załączonych w (Dz. U. z 2006 r. Nr 156, poz.1118, z późn. zm.).

#### 2.4. Czynniki zależne od wykorzystanych paliw

Przekształcenie energii końcowej w początkową odbywa się poprzez uwzględnienie wartości współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej  $w_i$ . Wartości te są zestawione w (Dz.U. z 2006 r. Nr 156, poz.1118, z późn. zm.) i wynoszą od 0 dla kolektorów słonecznych do 3 dla energii elektrycznej z sieci elektroenergetycznej.

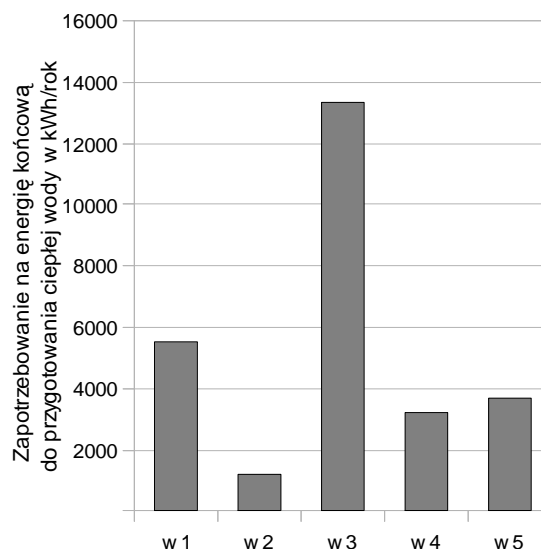
#### 2.5. Przykład zmienności wskaźnika EP biurowca, zależnie od sprawności instalacji wewnętrznych oraz stosowanych paliw.

Poniżej przedstawiono wyniki obliczeń wskaźnika EP dla małego biurowca. Budynek jest piętrowy, o powierzchni 650 m<sup>2</sup> i kubaturze 2110 m<sup>3</sup>. W budynku pracuje 50 osób. Zgodnie z (Dz.U. z 2006 r. Nr 156, poz.1118, z późn. zm.) wyliczono zapotrzebowanie na energię użytkową do celów grzewczych, wentylacji i ciepłej wody użytkowej. W obiekcie brak instalacji chłodzenia. Zapotrzebowanie na energię użytkową do celów ogrzewania i wentylacji wyniosło 139 995 kWh/rok. Zapotrzebowanie na energię użytkową do celów ciepłej wody wyniosło 3 208 kWh/rok. Zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby oświetlenia wbudowanego wyniosło 50 000 kWh/rok.

Rozpatrzono pięć przypadków instalacji c.o. i c.w.u. w budynku:

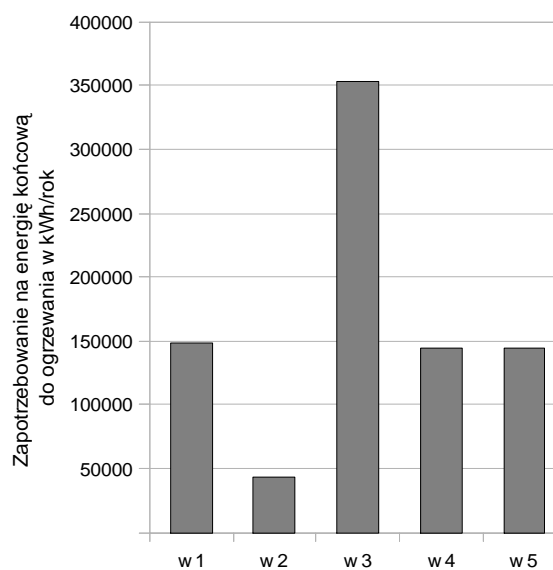
- wariant 1: zasilanie obu instalacji z nowego węzła cieplnego, przewody zaizolowane zgodnie z Warunkami Technicznymi (Dz.U. Nr 75, poz.690, z późn.zm.), zawory termostacyjne i automatyka w źródle ciepła, instalacja cyrkulacyjna, brak zasobnika c.w.u.,
- wariant 2: pompa ciepła glikol-woda, przewody zaizolowane zgodnie z WT, zasobnik zgodnie ze standardem domu energooszczędnego c.o.,
- wariant 3: kocioł z 1979 roku opalany węglem, instalacja bez zaworów termostacyjnych i izolacji przewodów, na potrzeby ogrzewania wody podgrzewacze gazowe z 1990 roku z płomieniem dyżurnym,
- wariant 4: ogrzewanie poprzez grzejniki elektryczne, ciepła woda z przepływowych ogrzewaczy elektrycznych,
- wariant 5: ogrzewanie z kotła gazowego kondensacyjnego, automatyka pogodowa, zawory termostacyjne, izolacja przewodów zgodnie z WT, ciepła woda z elektrycznych podgrzewaczy przepływowych (jeden podgrzewacz na łazienkę).

Dla każdego wariantu określono całkowitą sprawność instalacji c.o. i c.w.u., a następnie zapotrzebowanie na energię końcową. Wyniki obliczeń pokazano na rysunkach 1-5.



Rys. 1. Porównanie zapotrzebowania na energię końcową do przygotowania ciepłej wody w poszczególnych wariantach

Zapotrzebowanie na energię końcową do podgrzewu ciepłej wody jest najniższe w wariantcie 2, głównie dzięki wysokiej sprawności wytwarzania, natomiast najwyższe w wariantcie 3, przede wszystkim ze względu na niską sprawność wytwarzania i dystrybucji.



Rys. 2. Porównanie zapotrzebowania na energię końcową do ogrzewania i wentylacji w poszczególnych wariantach

Zapotrzebowanie na energię końcową do ogrzewania jest najniższe w wariantcie 2, głównie dzięki wysokiej sprawności wytwarzania, natomiast najwyższe w wariantcie 3, przede wszystkim ze względu na niską sprawność wytwarzania, regulacji i dystrybucji.

Następnie wprowadzono wartości energii pomocniczej i wskaźników nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii, co pozwoliło na otrzymanie wartości całkowitego zużycia energii pierwotnej.

- w wariantcie 1 przyjęto jako źródło ciepła ciepłownię

węglową (dodatkowo rozpatrzono wariant 1a z ciepłownią na biomase),

- w wariantach 2 przyjęto energię elektryczną z produkcji mieszanej (wariant 2a z ogniw fotowoltanicznych),
- w wariantach 3 przyjęto jako paliwo węgiel kamienny,
- w wariantach 4 przyjęto energię elektryczną,
- w wariantach 5 przyjęto energię z gazu ziemnego (i prąd elektryczny na potrzeby c.w.u.).

Zapotrzebowanie na energię pierwotną do podgrzewu ciepłej wody jest najniższe w wariantach 1a (dzięki niskiemu wskaźnikowi nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii dla biomasy) i 2a (dzięki niskiemu wskaźnikowi nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej na wytworzenie i dostarczenie nośnika energii dla ogniw fotowoltanicznych). Z kolei wartości najwyższego zapotrzebowania na energię pierwotną do podgrzewu ciepłej wody związane są z wysokim wskaźnikiem nakładu dla węgla kamiennego w wariantach 3 (który miał też wysoką wartość zapotrzebowania na energię końcową).

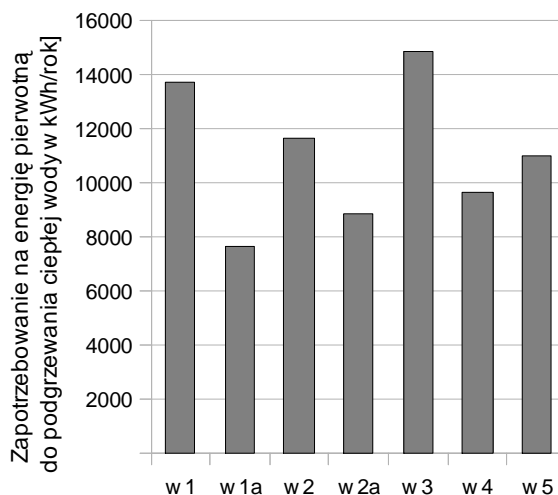
Zapotrzebowanie na energię pierwotną do ogrzewania jest najniższe w wariantach 1a (dzięki niskiemu wskaźnikowi nakładu dla biomasy) i 2a (dzięki niskiemu wskaźnikowi nakładu dla ogniw fotowoltanicznych). Wartości średnie uzyskano przy wariantach 1 i 2. Z kolei wartości najwyższego zapotrzebowania na energię pierwotną do ogrzewania i wentylacji uzyskano przy wariantach 3 i 4. Jest to związane z wysokim wskaźnikiem nakładu dla energii elektrycznej (wariant 4) oraz wysoką wartością zapotrzebowania na energię końcową (wariant 3).

Całkowite zapotrzebowanie na energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji, podgrzewu ciepłej wody, oświetlenia budynku jest najniższe w wariantach 1a i 2a. Wartości średnie uzyskano przy wariantach 1, 2, 5, natomiast najwyższe całkowite zapotrzebowanie na energię pierwotną miało miejsce w wariantach 3,4.

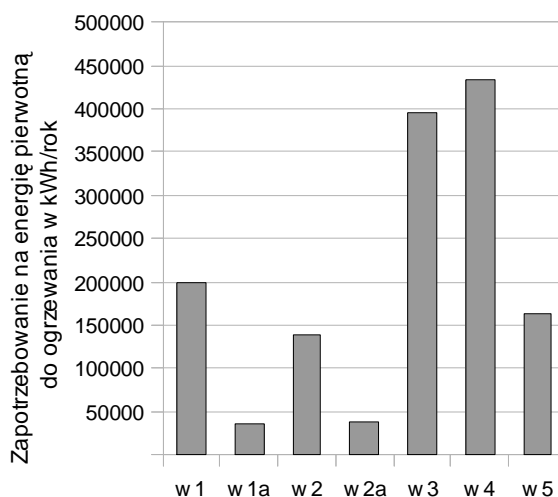
Jak widać z wykresów (por. rys.: 1, 2, 3, 4, 5) sprawność instalacji wewnętrznych, ich rodzaj i wykorzystywane paliwo mają duży wpływ na wielkość wskaźnika EP.

## 2.6 Określanie maksymalnej wartości EP, zgodnie z warunkami technicznymi jakimi powinny odpowiadać budynki

Wymagania ochrony cieplnej budynków i oszczędności energii zgodnie z Rozporządzeniem z dnia 6 listopada 2008 roku dotyczą zaostrzenia standardu energetycznego na potrzeby projektowania budynków (Dz.U. Nr 75, poz. 690, z późn. zm.). Wymagania dotyczące oszczędności energii dla budynku użyteczności publicznej, zamieszkania zbiorowego, budynku produkcyjnego, magazynowego i gospodarczego są spełnione jeżeli:



Rys. 3. Porównanie zapotrzebowania na energię pierwotną do przygotowania ciepłej wody w poszczególnych wariantach



Rys. 4. Porównanie zapotrzebowania na energię pierwotną do ogrzewania w poszczególnych wariantach

- przegrody zewnętrzne jak i technika instalacyjna odpowiadają wymaganiom izolacyjności cieplnej ( dla budynków modernizowanych jest możliwość zwiększenia średniego współczynnika przenikania ciepła o nie więcej niż 15% w porównywaniu z budynkiem nowym o takiej samej geometrii i sposobie użytkowania),
- powierzchnia okien spełnia wymagania,
  - wartość wskaźnika EP w kWh/(m<sup>2</sup>rok) jest mniejsza od wartości granicznej (dla budynków modernizowanych istnieje możliwość zwiększenia EP o nie więcej niż 15% w porównaniu z budynkiem nowym o takiej samej geometrii i sposobie użytkowania),
  - przegrody zewnętrzne odpowiadają przynajmniej wymaganiom izolacyjności cieplnej niezbędnej dla zabezpieczenia przed kondensacją pary wodnej.

Maksymalna wartość  $EP_{H+W}$  rocznego wskaźnika obliczeniowego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną do ogrzewania, wentylacji i przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz oświetlenia

dla budynków biurowych jest określana z zależności:

$$EP_{HC+W+L} = EP_{H+W} + \left(10 + 60 \cdot \frac{A_{w,e}}{A_f}\right) \cdot \left(1 - 0,2 \cdot \frac{A}{V_e}\right) \cdot \frac{A_{f,c}}{A_f} \quad (8)$$

gdzie  $A_{w,e}$  jest powierzchnią ścian zewnętrznych budynku, liczoną po obrysie zewnętrznym w  $m^2$ ,  $A_{f,c}$  jest powierzchnią użytkową chłodzonego budynku w  $m^2$ .

Wartość  $EP_{H+W}$  zależy od współczynnika kształtu:

$$a) \ A/V_e \leq 0,2 \Rightarrow EP_{H+W} = 73 + \Delta EP \quad (9)$$

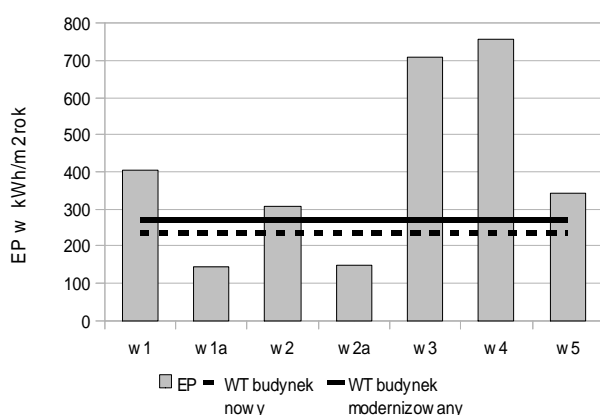
$$b) \ 0,2 \leq \frac{A}{V_e} \leq 1,05 \Rightarrow EP_{H+W} = 55 + 90 \frac{A}{V_e} + \Delta EP \quad (10)$$

$$c) \ \frac{A}{V_e} \geq 1,05 \Rightarrow EP_{H+W} = 149,5 + \Delta EP \quad (11)$$

gdzie  $A$  jest sumą pól powierzchni wszystkich przegród budynku tworzących kubaturę ogrzewaną, liczoną po obrysie zewnętrznym w  $m^2$ ;  $V_e$  jest kubaturą ogrzewanej części budynku, liczoną po obrysie zewnętrznym w  $m^3$ ,  $\Delta EP$  to dodatek na jednostkowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną w ciągu roku w  $kWh/m^2 \text{rok}$ .

W rozpatrywanym przykładzie  $EP$  jest najmniejsze w wariantach 1a i 2a i wynosi  $145 \text{ kWh/m}^2 \text{rok}$ , natomiast najwyższe w wariantach 3 i 4 i wynosi  $766 \text{ kWh/m}^2 \text{rok}$ .

Przeprowadzono także obliczenia wartości  $EP$  dla rozpatrywanego budynku, zgodnie z obowiązującymi Warunkami Technicznymi. Wartość referencyjna wyniosła  $234 \text{ kWh/m}^2$  dla budynków nowych i  $269 \text{ kWh/m}^2$  dla budynków modernizowanych. Wartości niższe od obliczonych według WT uzyskano w wariantach 1a i 2a. W pozostałych wariantach, aby spełnić wymogi WT należałoby zmodernizować bryłę budynku, bądź poprawić sprawność instalacji wewnętrznych.



Rys. 5. Porównanie wskaźników EP w poszczególnych wariantach według WT

### 3. Podsumowanie

W referacie pokazano, jak poszczególne elementy wpływają na wartość wskaźnika  $EP$  budynku.

W zależności od współczynników przenikania ciepła przegród budowlanych, sprawności instalacji wewnętrznych i wykorzystywanego paliwa dla identycznego pod względem bryły obiektu możemy uzyskać wartości różniące się kilkukrotnie.

Szczegółowa analiza czynników determinujących energochłonność obiektu pozwala na wykonywanie obiektów o coraz niższym zużyciu energii. Powstają budynki samowystarczalne tzw. zeroenergetyczne, które nie obciążają środowiska, nie zużywają energii, zatem stanowią nową perspektywę w budownictwie, w architekturze, a także w ochronie środowiska. Przykładem może być biurowiec w Ludwigshafen AM Rhein (Bartkiewicz, 2009). Jest to budynek czterokondygnacyjny o powierzchni użytkowej  $11\,250 \text{ m}^2$ , w tym ogrzewanych  $9\,875 \text{ m}^2$ , w którym zastosowano ideę „ekonomicznych wytycznych projektowania”. Zrealizowany został w trzech jednakowych segmentach i posiada około 550 stanowisk. Poprzez zintegrowanie nowoczesnej architektury, energooszczędnej technologii oraz opłacalność przedsięwzięcia bilans energetyczny ogrzewania, chłodzenia, a także przygotowania ciepłej wody użytkowej wynosi zero. Zastosowano w nim system zespolenia izolacji cieplnej budynku (ściany zewnętrzne, zadaszenia oraz szczyt szybu windy pełnią funkcję osłony termicznej). Budynek ma wysoką szczelność, bez wentylacji grawitacyjnej, na etapie budowy, po wykonaniu próby ciśnieniowej wynosiła ona  $n_{50} = 0,18 \text{ h}^{-1}$ . Wykonano system wentylacji z odzyskiem ciepła (zastosowano wentylację nawiewno – wywiewną, w której proces odzysku ciepła/ chłodu osiągnąć może 80% sprawności wymiany ciepła). Jako źródła ciepła wykorzystano sondy geotermalne, pompy ciepła i ogniwa fotowoltaiczne.

### Literatura

- Bartkiewicz P. (2009). Symulacje wspomagające wielokryterialny wybór systemów HVAC budynków biurowych. *Energia i Budynek*, 11/2009.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008r. 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. z 2006 r. Nr 156, poz.1118, z późn. zm.*).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (*Dz.U. z 2002 r. Nr 75, poz.690, z późn. zm.*).

### THE BASIC FACTORS INFLUENCING ENERGY CONSUMPTION IN OFFICES

**Abstract:** In those days the problem of Natural Environment Protection is getting stronger, mostly because of excessive using of Nonrenewable Energy Sources, mostly in emission of Carbon Dioxide, and other pollutions to atmosphere. In that reason it's necessary to qualify usage of energy in constructions. In this paper selected factors of energy consumption in offices are

shown – in different bearings connected with the buildings structure and the inside installations – heating, ventilation, air conditioning, and lighting.

Praca wykonana w ramach pracy statutowej  
S/WBIŚ/23/08