

Jerzy Lewandowski (emeryt), Grzegorz Fiedorowicz
Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa
w Warszawie

NAKŁADY ENERGETYCZNE W BUDYNKACH I BUDOWLACH

Streszczenie

W wyniku badań 65 obiektów wykazano, że wartość nakładów energetycznych na 1 m² budynków i budowli przyjmowana w przelicznikach: dla budynków mieszkalnych – 100 MJ/m² na rok, dla budynków produkcyjnych (obór) – 90 MJ/m²/rok, budynków magazynowych (stodół) – 80 MJ/m² na rok eksploatacji obiektów jest nieprecyzyjna. Zaproponowano przyjmowanie w takich obiektach przelicznika 150-350 MJ/m² budowli i budynków przy nakładach na robociznę wynoszących 100 MJ/h. Propozycja przeliczników nakładów energetycznych jest następująca: budynki mieszkalne – 350 MJ/m², obory i inne budynki inwentarskie – 250 MJ/m² i budynki magazynowe (stodoły) – 150 MJ/m². Podane wyżej wartości przeliczników wynikają z przeprowadzonych badań.

Słowa kluczowe: nakłady energetyczne, budynek, budowla, amortyzacja, przelicznik energetyczny

Wstęp

W pracach naukowych IBMER z zakresu nakładów energetycznych przyjmuje się szacunkowy przelicznik dla obiektów budowlanych: budynków mieszkalnych – 100 MJ/m² na rok, budynków produkcyjnych (obór) – 90 MJ/m² na rok, budynków magazynowych (stodół) – 80 MJ/m² na rok [Szeptycki, Wójcicki 2003]. Stosowanie do obliczeń nakładów energetycznych np. wartości pieniężnych jest nieprecyzyjne.

Analiza [Fiedorowicz 1998] dokonana na przykładzie nakładów energetycznych w 11 fermach krów mlecznych, z zakresu robocizny w zestawieniu ze strukturą kosztów wykazała znaczną rozbieżność (40:100). Zaproponowano więc potrzebę zrewidowania przelicznika podnosząc z 40 MJ/rbh na 100 MJ/rbh. Podobnie w analizie stwierdzone niskie nakłady energetyczne, wyliczone wg przelicznika 100 MJ/m² budynków w stosunku do nakładów na maszyny (3,2%:14,3%), sugerują potrzebę korekty przelicznika zwiększającego ze 100 MJ/m² na 450 MJ/m², ponieważ wartości tych skład-

ników są podobne (ok. 4% w strukturze kosztów). Takie zwiększenie przelicznika byłoby zbyt daleko idące, jednak stosowany przelicznik wymaga znacznego przewartościowania.

Celem badań było ustalenie faktycznych nakładów energetycznych na 1 m² budynków i budowli na większej reprezentatywnej zbiorowości obejmującej: 28 budynków mieszkalnych, 17 obór i 20 stodoł – łącznie 65 obiektów. Obiekty te były zaprojektowane i zrealizowane w terenie według dokumentacji IBMER.

Metoda badań

Badania przeprowadzono na podstawie kosztorysów ww. obiektów. Kosztorysy przewartościowano, zamiast cen w złotych, na jednostkowe przeliczniki nakładów energetycznych w MJ (megadžulach). W kosztorysach nie brano pod uwagę instalacji wodno–kanalizacyjnych i elektrycznych. Materiały badawcze pochodzą z lat 1984–1990, jednak po zweryfikowaniu okazały się aktualne, ponieważ wskaźniki energetyczne nie uległy żadnym zmianom. Dlatego uznano za celowe je opublikować, z sugestią aktualizacji przeliczników energetycznych.

Wyniki badań i analiza

Wyniki badań, zebrane na podstawie prac Lewandowskiego [1984, 1990], dotyczące rzeczywistych nakładów energetycznych na 1 m² budynków, przedstawiono w tabelach 1, 2, 3 i 4, które kształtują się w zakresie 149,2–355,1 MJ/m². Nakłady te obliczono dla 65 obiektów, przyjmując robociznę w wysokości 100 MJ/rbh. W tabeli zbiorczej 1 przedstawiono wyniki badań dotyczące nakładów energetycznych na ww. zbiorowości, w tym 28 budynków mieszkalnych, 17 budynków produkcyjnych (obór) i 20 budynków magazynowych (stodoł).

Tabela 1. Nakłady energetyczne na budynki
Table 1. Energy inputs on the buildings

| Wyszczególnienie | Liczba obiektów w | Nakłady energetyczne na | | Roczna amortyzacja (40 lat użytkowania) |
|--------------------|-------------------|-------------------------|------------------|---|
| | | powierzchnię | kubaturę | |
| Jednostka miary | szt. | $\frac{MJ}{m^2}$ | $\frac{MJ}{m^3}$ | $\frac{MJ}{m^2}$ |
| Budynki mieszkalne | 28 | 14 204 | 2 100 | 355,1 |
| Obory | 17 | 10 384 | 1 380 | 259,6 |
| Stodoły | 20 | 5 968 | 1 323 | 149,2 |

Nakłady energetyczne...

Źródło : Opracowanie własne [Lewandowski 1984a,b, 1990]

Tabela 2. Wybrane (z całej zbiorowości 20) do obliczeń 4 przykładowe stodoły paszowe z kolektorem słonecznym w dachu

Table 2. Four exemplary barns (feed stores) with solar collectors on the roof, selected (from total set of 20 objects) for calculations

| Opis stodoły | Powierzchnia | | Kubatura składowa | Nakłady energetyczne na | | | Rocznie amortyzacja (40 lat użytkowania) |
|---|----------------|----------|-------------------|-------------------------|----------|-------------------|--|
| | zabudowy | użytkowa | | powierzchnię | | kubaturę składową | |
| | | | | zabudowy | użytkowa | | |
| Jednostka miary | m ² | | m ³ | $\frac{MJ}{m^2}$ | | $\frac{MJ}{m^3}$ | $\frac{MJ}{m^2}$ |
| 2 segmenty suszarniczo-magazynowe + 1 segment przejazdowy + 2 segmenty suszarniczo-magazynowe. Dach stalowy jednospadowy; co 180 cm | 174,8 | 154,0 | 690,0 | 4453,3 | 5054,8 | 1127,4 | 111,3 |
| 2 segmenty suszarniczo-magazynowe + 1 segment przejazdowy + 2 segmenty suszarniczo-magazynowe. Dach stalowy dwuspadowy; co 180 cm | 174,8 | 154,0 | 690,0 | 4168,9 | 4732,0 | 1056,1 | 104,2 |
| 2 segmenty suszarniczo-magazynowe + 1 segment przejazdowy + 2 segmenty suszarniczo-magazynowe. Dach drewniany dwuspadowy; co 90 cm | 174,8 | 154,0 | 690,0 | 3364,1 | 3818,5 | 852,3 | 84,1 |
| 1 segment otwarty – wiata + 2 segmenty magazynowo-składowe + 2 segmenty przejazdowe + 1 segment magazynowo-składowy. Stalowe ramy o rozstawie co 4,5 m i rozpiętości 10,5 m | 248,48 | 226,95 | 1037,93 | 6411,0 | 7019,2 | 1534,8 | 160,3 |
| Średnio | | | | 4599,4 | | 1142,6 | 115,0 |

Źródło: Obliczenia własne [Lewandowski 1984a] przy 100 MJ/rbh

Nakłady energetyczne...

Tabela 3. Wybrane (ze zbiorowości 17) przykładowe obory
Table 3. Selected (from total set of 17 objects) exemplary cow-sheds

| Opis obory | Powierzchnia | | kubatura | ilość | Nakłady energetyczne na | | | | Rocznie amortyzacja (40 lat użytkowania) |
|---|----------------|----------|----------------|-------|-------------------------|------------------|-----------------|------------------|---|
| | zabudowy | użytkowa | | | powierzchnię | | kubaturę | SD | |
| | | | | | zabudowy | użytkowa | | | |
| Jednostka miary | m ² | | m ³ | SD | $\frac{MJ}{m^2}$ | $\frac{MJ}{m^3}$ | $\frac{MJ}{SD}$ | $\frac{MJ}{m^2}$ | |
| Obora dla 6 krów o rozpiętości 6 m | 124,2 | 100,7 | 685,5 | 8,7 | 7828 | 9654 | 1418 | 111747 | 195,7 |
| Obora dla 8 krów o rozpiętości 6 m | 173,6 | 142,0 | 960,0 | 11,3 | 7173 | 8769 | 1271 | 110197 | 219,2 |
| Obora dla 9 krów poddasze standardowe, ścianka kolankowa 1,2 m rozpiętości 11,10 m | 175,0 | 148,7 | 1105,8 | 13,9 | 9425 | 11092 | 1492 | 118865 | 235,6 |
| Obora dla 12 krów poddasze standardowe, ścianka kolankowa 2 m rozpiętości 11,1 m | 217,0 | 201,3 | 1544,7 | 19,2 | 8899 | 9593 | 1250 | 101099 | 222,5 |
| Obora dla 16 krów poddasze standardowe, ścianka kolankowa 2 m rozpiętości 11,1 m | 259,0 | 226,5 | 1844,5 | 25,3 | 8106 | 9269 | 1138 | 82982 | 231,7 |
| Obora dla 20 krów poddasze standardowe, ścianka kolankowa 2 m rozpiętości 11,1 m | 336,2 | 290,6 | 2392,7 | 31,2 | 7041 | 8146 | 989 | 75872 | 176,0 |
| Obora dla 25 krów poddasze standardowe, ścianka kolankowa 2 m rozpiętości 11,1 m | 446,7 | 396,1 | 3087,9 | 37,9 | 6540 | 7376 | 946 | 77084 | 163,5 |
| Obora dla 25 krów poddasze standardowe, ścianka kolankowa 2 m rozpiętości 11,1 m ze zmianą systemu utrzymania młodzieży | 404,7 | 357,2 | 2788,7 | 37,9 | 6780 | 7681 | 984 | 72393 | 169,5 |
| Średnio | | | | | 7724 | | 1189 | 93755 | 193,1 |

Źródło: Obliczenia własne [Lewandowski 1984b] przy 100 MJ/rbh

Tabela 4. Wybrane do obliczeń (z całej zbiorowości 28) 7 przykładowych budynków jednorodzinnych (stan surowy + stan wykończeniowy – bez instalacji)
 Table 4. Selected for calculations (from total set of 28 objects) 7 exemplary one-family living houses (raw state + finishing state – without installations)

| Opis budynku mieszkalnego | Powierzchnia | | Kubatura | Nakłady energetyczne na | | | roczna amortyzacja (40lat użytkowania) |
|---|----------------|----------|----------------|-------------------------|----------|------------------|--|
| | zabudowy | użytkowa | | powierzchnię | | kubaturę | |
| | | | | zabudowy | użytkowa | | |
| Jednostka miary | m ² | | m ³ | $\frac{MJ}{m^2}$ | | $\frac{MJ}{m^3}$ | $\frac{MJ}{m^2}$ |
| Budynek mieszkalny jednorodzinny; symbol M.1R-00 | 112,9 | 129,2 | 857,2 | 14077,3 | 12290,4 | 1852,5 | 351,9 |
| Budynek mieszkalny jednobliźniaczy; symbol M.1R-01 | 280,0 | 220,6 | 1 516,2 | 10359,3 | 13146,9 | 1912,8 | 259,0 |
| Budynek mieszkalny jednorodzinny; symbol M.1R-04 | 210,5 | 107,1 | 845,0 | 6891,5 | 13544,8 | 1716,8 | 172,3 |
| Budynek mieszkalny jednorodzinny; symbol M.1R-07 | 223,0 | 111,2 | 875,4 | 7047,0 | 14131,9 | 1795,2 | 176,2 |
| Budynek wykonany wg technologii tradycyjnej – cegła; o programie „3PK”; symbol BM-7 | 107,4 | 98,1 | 557,0 | 11637,7 | 12737,6 | 2243,4 | 290,9 |
| Budynek wykonany wg technologii tradycyjnej – cegła; o programie „5PK”; symbol WB-3436/79 | 117,3 | 109,8 | 808,0 | 14658,6 | 15659,8 | 2128,0 | 366,5 |
| Budynek tradycyjny dwupokoleniowy wolnostojący; o programie „4PK+PK”; symbol WB-3438/79 | 145,5 | 144,4 | 760,0 | 11073,1 | 11157,4 | 2119,9 | 276,8 |
| Średnio | | | | 10 820,6 | | 1 966,9 | 270,5 |

Źródło: Obliczenia własne [Lewandowski 1990] przy 100 MJ/rbh

Średnie nakłady energetyczne wynoszą dla:

- budynków mieszkalnych – 355,1 MJ/m²,
- obór - 259,6 MJ/m²,
- stodoł - 149,2 MJ/m².

Z pierwotnych obliczeń [Fiedorowicz 1998] wynika, że nakład energetyczny dla rolnika lub robotnika budowlanego wynosi ok. 107 MJ/h pracy. Przyjęto dla wygody i prostoty obliczeń 100 MJ/h pracy efektywnej.

Jednostkowe nakłady energetyczne powinny być obliczane empirycznie, a nie ustalane według szacunków, w przeciwnym przypadku mogą prowadzić do poważnych nieścisłości.

Podsumowanie wyników badań

Powyższe wyniki badań, dokonanych na dużej reprezentacji, pozwalają na przedstawienie propozycji zrewidowania dotychczas stosowanych przeliczników energetycznych wg zaleceń Szeptyckiego i Wójcickiego [2003].

Propozycja dotycząca przeliczników nakładów energetycznych jest następująca dla budynków:

- mieszkalnych – 350 MJ/m²,
- produkcyjnych (obory itp.) – 250 MJ/m²,
- magazynowych (stodoły) – 150 MJ/m².

Wykazaną propozycję przedkłada się pod rozwagę, jako początek dalszych prac, gdyż oparta jest ona na badaniach empirycznych dokonanych na poróżnej zbiorowości obiektów. Potrzebna jest dyskusja w przedmiotowej sprawie poparta dalszymi badaniami na jeszcze większej reprezentacji obiektów zrealizowanych w terenie.

Wnioski

1. Proponuje się przyjmowanie wartości nakładów energetycznych 150-350 MJ na 1 m² budynków i budowli przy nakładach na robociznę wynoszących 100 MJ na 1 godzinę ze zróżnicowaniem podanym w podsumowaniu wyników badań.
2. Przy obliczaniu nakładów energetycznych w rolnictwie powinno się brać pod uwagę wszystkie budynki (mieszkalne, inwentarskie, produkcyjne itp.), obiekty pomocnicze (silosy, zbiorniki, gnojownie itp.) oraz pełną infrastrukturę (wodociągi i kanalizacje, oczyszczalnie ścieków, system wentylacji itp.).
3. Wskazane są dalsze prace badawcze w omawianej tematyce.

Bibliografia

Fiedorowicz G. 1998. Efektywność chowu krów w oborach o różnych wielkościach i rozwiązaniach technologicznych. Rozprawa habilitacyjna. Prace Naukowo-Badawcze, IBMER, Warszawa

Lewandowski J. 1984a. Analiza techniczno-ekonomiczna budynków dla gospodarstw indywidualnych z uwzględnieniem energochłonności skumulowanej. Cz. I - Energochłonność skumulowana typoszeregu obór dla 6, 9, 12, 16, 20 i 25 krów. Symbol dok. XLVI/531, IBMER, Warszawa

Lewandowski J. 1984b. Analiza energochłonności skumulowanej obór. Symbol dok. XLVI/512, IBMER, Warszawa

Lewandowski J., 1990. System oszczędnych budynków dla służby rolnej. Analiza energochłonności skumulowanej. Symbol dok. XLVI/571, IBMER, Warszawa

Lewandowski J., Bednarski B. 1985. Energochłonność skumulowana elementów i obiektów budownictwa rolniczego. Zad. 1. Katalog elementów budowlanych. Symbol dok. XLVI/549, IBMER, Warszawa

Szeptycki A., Wójcicki Z. 2003. Postęp technologiczny i nakłady energetyczne w rolnictwie do 2020 r., Zał. 1, ss. 201-202. IBMER, Warszawa

Ustawa z dnia 15 lutego 1992 r. o podatku dochodowym od osób prawnych (tekst jednolity Dz. U. z 13 lipca 2000 r., nr 54, poz. 654), załącznik nr 1 Wykaz rocznych stawek amortyzacyjnych

Ustawa z dnia 26 lipca 1991 r. o podatku dochodowym od osób fizycznych (tekst jednolity Dz. U. z 3 marca 2000 r., nr 14, poz. 176), załącznik nr 1 Wykaz rocznych stawek amortyzacyjnych