

# Optymalizacja kosztów budowy i zapotrzebowania na energię OZE w cyklu życia przykładowego obiektu budowlanego

Optimization of construction costs and demand for renewable energy in the life cycle of an example building

mgr Filip Czepło (ORCID: 0009-0005-9181-2323), Akademia im. Leona Koźmińskiego

DOI 10.5604/01.3001.0053.8499

**Streszczenie:** Poważnym wyzwaniem naszego wieku jest globalne zapewnienie rozwoju zrównoważonego we wszystkich dziedzinach życia. Rozwój zrównoważony (*sustainability*) jest problemem egzystencjonalnym „być albo nie być” naszej planety, stąd konieczność wykorzystywania odnawialnych źródeł energii, ale przede wszystkim jest to problem finansowy, zarówno w skali makroekonomicznej jak też dotyczącym każdego człowieka.

Gwałtownie rosnące ceny energii są jednym z kluczowych aspektów budowania obiektów energooszczędnych lub samowystarczalnych energetycznie. Coraz powszechniejsze stają się instalacje fotowoltaiczne oraz pompy ciepła, których celem jest redukcja kosztów użytkowania obiektu oraz czynny udział w tworzeniu samowystarczальной energetycznie gospodarki. Celem niniejszego artykułu jest analiza kosztów użytkowania wybranego obiektu budowlanego w przypadku zastosowania fotowoltaiki wraz z technologią pompy ciepła oraz porównanie ich z kosztami korzystania z innej formy ogrzewania. Do kalkulacji przyjęto średnie wartości cen w bieżącym roku oraz zasady rozliczeniowe funkcjonujące od stycznia 2022 r. Kalkulację przeprowadzono na konkretnym ośrodku, o powierzchni 620 m<sup>2</sup>.

**Słowa kluczowe:** odnawialne źródła energii, OZE, fotowoltaika, pompy ciepła.

**Abstract:** The serious challenge of our century is to ensure sustainable development globally in all areas of life. Sustainability is an existential problem „to be or not to be” of our planet, hence the need to use renewable energy sources, but above all it is a financial problem, both on a macroeconomic scale and affecting every human being. Rapidly rising energy prices are one of the key aspects of building energy-saving or energy self-sufficient buildings. Photovoltaic installations and heat pumps are becoming more and more common, the purpose of which is to reduce the costs of using the facility and actively participate in creating an energy self-sufficient economy. The purpose of this article is to analyze the costs of using a selected building in the case of using photovoltaics with heat pump technology and comparing them with the costs of using another form of heating. The average price values in the current year and the settlement rules applicable from January 2022 were used for the calculation. The calculation was carried out for a specific resort with an area of 620 m<sup>2</sup>.

**Keywords:** renewable energy sources, RES, photovoltaics, heat pumps.

## 1. Wprowadzenie

Moduły fotowoltaiczne oraz pompy ciepła to nowoczesne technologie wykorzystywane zarówno przez przedsiębiorców, jak i gospodarstwa domowe w celu redukcji kosztów energii. Ze względu na drastyczny wzrost cen energii na przełomie ostatnich kilkunastu miesięcy coraz więcej osób decyduje się na takie instalacje, których rentowność jest coraz wyższa. Na przykładzie wybranego obiektu budowlanego dokonano analizy pokazującej zwrot takiej inwestycji na przestrzeni 30 lat, z uwzględnieniem najważniejszych parametrów badanego budynku. Kalkulacja została dokonana na przykładzie schroniska dla zwierząt, które są kluczowym ośrodkiem niesienia pomocy zagubionym i porzuconym zwierzętom,

zajmującym się dużym problemem społecznym, opisywanym szerzej w innych opracowaniach.

Schroniska wymagają specyficznego obiektu użytkowego zapewniającego zarówno przestrzeń wybiegową dla zwierząt, boksy do ich przechowywania, ciągły dostęp do wody oraz innych mediów (celem np. mycia zwierząt i samego schroniska), taki obiekt musi być też usytuowany w znacznej odległości od innych budynków (150 m). Specyfika budynku oraz zapotrzebowanie na media, w szczególności na ciepłą wodę użytkową (c.w.u.) i prąd, generują duże koszty utrzymania obiektu. Powierzchnia takich obiektów oraz ich stan techniczny generuje również duży koszt jego ogrzewania, ze względu na duże bazowe zapotrzebowanie na ciepło. Zarządzający takim obiektem powinni na bieżąco kalkulować koszty związane

z funkcjonowaniem i użytkowaniem obiektu, w konsekwencji uwzględniając koszty cyklu życia budynku, obliczane przed wyborem konkretnego miejsca, jak i aktualizując takie dane w trakcie, w oparciu o nowe możliwości technologiczne.

Zużycie energii elektrycznej i sposób ogrzewania wpływają na kalkulację kosztów cyklu życia budynku  $C_g$ , które zgodnie z ustawą wynosi 30 lat, obliczany wzorem:

$$C_g = C_n + C_{uz} + C_{ut}$$

gdzie:

$C_n$  – koszty nabycia, a  $C_{ut}$  to koszty utrzymania. Model kalkulowania kosztów zostanie zaczerpnięty z ustawy celem przedstawienia kosztów zmiennych, tj. prognozowanych kosztów użytkowania  $C_{uz}$  z instalacją fotowoltaiczną oraz bez niej, a wygląda on następująco:

$$C_{uz} = 30 \cdot \sum_{k=1}^n (E_n \cdot C_{jn})$$

gdzie:

$n$  – każdy kolejny rodzaj energii końcowej lub nośnika energii oraz wody,

$E_n$  – ilość tych energii lub wody,

$C_{jn}$  – cena jednostkowa tych parametrów.

Ceny określa się dzięki zawartym umowom z dostawcami mediów, a najczęściej udostępniane są one poprzez faktury. Należy dokonać prognozy zużycia budynku, a te dokonywane są na podstawie zużycia wcześniejszych, podobnych obiektów. Zużycie obiektu o porównywalnej powierzchni i przeznaczeniu w roku 2015 przedstawiono w tabeli 1.

**Tabela 1.** Zużycie i koszt energii elektrycznej porównywalnego obiektu w 2015 roku

Okres	Zużycie [kWh]	Koszt energii [zł]
22.12–28.01	2399	1698,91
29.01–24.02	2865	1875,40
25.02–25.03	1990	1345,13
26.03–24.04	1464	1005,48
25.04–24.05	437	394,22
25.05–30.06	539	456,61
01.07–23.07	3	129,35
24.07–25.08	205	256,32
26.08–22.09	284	303,46
23.09–26.10	1428	1065,21
27.10–24.11	1536	1153,13
25.11–21.12	2572	1833,05

Źródło: opracowanie własne

Zebrane dane wskazują na dobrze udokumentowaną tendencję większego zużycia energii zimą niż latem. Wynika to zarówno z większego zużycia oświetlenia (krótsze dni), jak i potrzeby ogrzewania obiektów w sezonie zimowym. Przeciętne zużycie obiektów o porównywalnych rozmiarach i funkcjonowaniu wynosi około 10000 kWh w ciągu roku. Na to zużycie składają się zarówno koszty ogrzewania budynku oraz c.w.u., oświetlenie jak i inne media używane w przedsiębiorstwie.

Realne zużycie może być oczywiście dużo większe – przykładowy model ma niskie zużycie w okresie letnim. Skutecznym sposobem na redukcję rachunków za energię elektryczną mogą być systemy fotowoltaiczne, które również mogą zaimplementować przedsiębiorcy. Ewaluacja dokładna potrzeb energetycznych budynku i technicznych możliwości instalacyjnych pozwoli na lepsze przeprowadzenie takiej inwestycji – w celu maksymalizacji opłacalności.

Systemy fotowoltaiczne są wyspecjalizowanymi technicznie instalacjami do produkowania energii elektrycznej, na które składa się falownik (inwerter), moduł fotowoltaiczny (składający się z paneli i elementów montażowych), okablowanie oraz uziemienie wraz z pozostałymi zabezpieczeniami. Falownik w instalacji przetwarza prąd stały wyprodukowany dzięki działaniu samych paneli fotowoltaicznych na prąd o innej częstotliwości. Instalacje fotowoltaiczne dzielą się na zasadnicze 3 typy: on-grid (tj. te podłączone do sieci elektroenergetycznej), off-grid (tj. te niepodłączone, wymagające magazynowania energii) oraz hybrydowe. Istotą tych podłączonych do sieci jest prawidłowe działanie i odczytywanie licznika dwukierunkowego, czyli mierzącego energię zarówno pobraną z sieci (tak jak tradycyjny), jak i dodatkowo tę, która została oddana do niej. Połączenie do sieci umożliwia pobór energii w nocy, poza okresem produkcyjnym oraz rozwiązuje problem magazynowania energii, który jest kosztownym rozwiązaniem. Wybierając instalację fotowoltaiczną, poza kryterium żywotności oraz marki, należy również uwzględnić jej wielkość (tj. możliwości produkcyjne oraz fizyczną objętość), determinującą koszty. Czynniki te są ważne inwestycyjnie ze względu na oczywistą zaletę instalacji fotowoltaicznych – redukcja kosztów uzyskania energii. Rynek fotowoltaiczny mocno stymulował rozwój technologii grzewczych opartych na energii elektrycznej, w postaci np. pomp ciepła.

System grzewczy to złożony system, który służy do wytwarzania i przekazywania ciepła do wszystkich urządzeń grzewczych w budynku. Podstawą współczesnych systemów grzewczych w nowo budowanych budynkach prywatnych i komercyjnych są wspomniane pompy ciepła. Jest to urządzenie grzewcze wykorzystujące do swojego działania energię elektryczną, które może zapewnić ogrzewanie, chłodzenie i ciepłą wodę do zastosowań mieszkaniowych, komercyjnych i przemysłowych. Każda instalacja pompy ciepła może równolegle zapewniać ogrzewanie i chłodzenie. W zależności od tego, która usługa jest wykorzystywana głównie, urządzenie nazywa się pompą ciepła, jednostką klimatyzacyjną lub maszyną chłodzącą.

Model pompy ciepła powietrze/woda realizuje zależność współczynników odpowiadających za efektywność energetyczną oraz moc grzewczą w oparciu o relację z parametrami mającymi wpływ na te dane. Istotne informacje na temat tych danych powinien publikować producent, a testy bezpośrednio odnoszące się do ich pozyskiwania szerzej określa norma PN-EN 14511. Wybierając pompę ciepła, należy uwzględnić podstawowe parametry, takie jak kubatura

(uwzględniając powierzchnię grzewczą pomieszczeń użytkowych przeznaczonych na stały pobyt ludzi bez okryć zewnętrznych, oraz wysokość tych pomieszczeń), rodzaj grzejników, stopień ocieplenia budynku, pozostałe izolacje oraz straty energetyczne budynku. Czynniki te składają się na zapotrzebowanie energetyczne budynku na ciepło, a zmienia je dodatkowo strefa klimatyczna.

Aktualizowanie danych klimatycznych zmuszało konsekwentnie aktualizację danych dotyczących podziału stref oraz przyjmowanych temperatur obliczeniowych do projektowania systemów grzewczych domów w Polsce. Znajomość strefy klimatycznej oraz warunków zewnętrznych podczas planowania jest kluczowa – determinuje to dobór jednostki grzewczej do budynku. Obliczeniowe temperatury powietrza są brane pod uwagę podczas obliczania np. bilansu ciepła wewnętrznego budynku. Należy również uwzględnić fakt, że bazowanie na temperaturach normatywnych może doprowadzić do przewymiarowania instalacji technicznych w okresie zimowym oraz niedowymiarowania w okresie letnim, gdzie różnica pomiędzy obliczeniami teoretycznymi a stanem faktycznym może wynosić nawet 90%.

Aby porównać koszt użytkowania z instalacją fotowoltaiczną i pompą ciepła z dowolną inną konfiguracją, należy prawidłowo obliczyć zapotrzebowanie energetyczne budynku, aby precyzyjnie dobrać urządzenia, zarówno celem zapobiegania niedowymiarowaniu (czyli stratom eksploatacyjnym),

jak i przewymiarowaniu (straty inwestycyjne). Należy również uwzględnić obecne uwarunkowania prawne związane z fotowoltaiką, które zmieniają sposób rozliczania, kluczowo wpływając na opłacalność inwestycji, w szczególności dla przedsiębiorców.

Obecnie zamiast wcześniej znanego z opłacalności systemu *net-metering* został wprowadzony system *net-billing*. Jest to rozwiązanie polegające na wartościowym rozliczeniu energii wyprodukowanej przez prosumenta w oparciu o wartość energii ustaloną docelowo według ceny z Rynku Dnia Następnego (RDN). Rynek Dnia Następnego (RDN) funkcjonuje od 30 czerwca 2000 r. Jest rynkiem spot dla energii elektrycznej w Polsce. Od początku notowań ceny na RDN stanowią odniesienie dla cen energii w kontraktach bilateralnych w Polsce. RDN przeznaczony jest dla tych spółek, które chcą w sposób aktywny i bezpieczny na bieżąco domykać swoje portfele zakupów/sprzedaży energii elektrycznej w poszczególnych godzinach doby. Prosumenci (tj. wytwórcy i odbiorcy energii elektrycznej) mają korzystać teraz z kont prosumenckich, by rozliczać się w ujęciu rocznym za zakupioną energię (co poniekąd zgodne jest ze wcześniejszym systemem). Konto to rejestruje wartość kupionej energii po cenach rynkowych (lub wynikających z zawartej umowy) oraz wartość sprzedanej energii ze źródła odnawialnego (fotowoltaiki). Należy zwrócić uwagę, że instalacje o wielkości do 10 kWp, typowo obsługujące zużycie do 10000 kWh w ciągu roku, mają korzystniejsze rozliczenie za „magazynowanie energii” przez

Operatora Sieci Dystrybucyjnej (OSD). Wspomniane instalacje on-grid naliczają na poczet prosumenta 0,8 kWh na 1 oddaną kWh do sieci. W przypadku instalacji większych niż 10 kWp (ilość prądu w kWh, jaką może wytworzyć instalacja), proporcja ta zmienia się z -0,7 na 1.

## 2. Materiały i metody

Do wykonania obliczeń zapotrzebowania energetycznego należy uwzględnić przeciętne roczne zużycie obecne ośrodka, jak i zmianę tego zapotrzebowania po zaimplementowaniu systemu grzewczego. Zaczynając od systemu grzewczego – ośrodek obecnie korzysta z ogrzewania gazowego, ogrzewając tym sposobem zarówno c.w.u., jak i pomieszczenia, należy wziąć pod uwagę parametry techniczne i użytkowe budynku, które będą podstawą dalszych rozważań (tab. 2).

**Tabela 2.** Parametry analizowanego obiektu

Budynek budowany według norm	Lata 2012–2016
Powierzchnia schroniska dla zwierząt	620 m <sup>2</sup>
Wysokość pomieszczeń	270 cm
Wielkość pomieszczeń o temperaturze projektowej 24°C (sale operacyjne, łazienki itp.)	40 m <sup>2</sup>
Wielkość pomieszczeń o temperaturze projektowej 20°C (stały pobyt ludzi)	160 m <sup>2</sup>
Wielkość pomieszczeń o temperaturze projektowej 16°C	20 m <sup>2</sup>
Wielkość pomieszczeń o temperaturze projektowej 12°C	400 m <sup>2</sup>
Źródło ciepła systemu grzewczego i charakterystyka	Kocioł gazowy, moc 32 kW, wspomaganie grzałkami elektrycznymi oraz grzejnikami elektrycznymi, grzejniki wysokotemperaturowe
Zużycie energii elektrycznej c.o., c.w.u. oraz przez systemy techniczne	Okolo 6914 kWh
Zużycie energii elektrycznej przez pozostałe urządzenia	4630 kWh
Licznik	Jednotaryfowy
Taryfa	C11
Cena za 1 kWh (cennik 2022)	0,9090 zł
Izolacja dachu	Wełna mineralna 20 cm, folia
Izolacja ścian	Styropian 20 cm
Drzwi	Szczelne, energooszczędne
Wentylacja	Szczeliny bez rekuperacji
Okna	Dwuszybowe (lata 2014–2016)
Parametry c.w.u.	45°C, duże zapotrzebowanie, cyrkulacja
Możliwości instalacyjne fotowoltaiki	Dach, ekspozycja południowa, powierzchnia 220 m <sup>2</sup>

Źródło: opracowanie własne

**Tabela 3.** Przyjęte dane obliczeniowe

Roczny koszt zużycia gazu (cena dla przedsiębiorstw: 1,10463 zł/1 m <sup>3</sup> )	15 856 zł
Roczny koszt zużycia energii elektrycznej	10 453,5 zł
Pompa ciepła spełniająca zapotrzebowanie obiektu	2x Pompa (Pompa PureJet OneAir.4) moc 32 kW
Moc instalacji fotowoltaicznej, spełniającej zapotrzebowanie obecne + pompy ciepła	26,1 kWp (58 paneli 450Wp, które zajmują powierzchnię 130,7904 m <sup>2</sup> + okablowanie)
Koszt instalacji fotowoltaicznej	125 500 zł (średnio 4508,42 zł za 1 kWp + 7830 zł koszty montażowe, uziemienia, zabezpieczeń przeciwpożarowych itp.)
Koszt instalacji pompy ciepła (zbiorniki emaliowane na c.o. oraz c.w.u., robocizna, sterowniki, koszt układu rur oraz ewentualnej modernizacji istniejących rozwiązań)	100 500 zł (40 000 zł pompa x2 + 20 500 zł koszty pozostałe)

Źródło: opracowanie własne

Do danych przedstawionych w tabeli 2 należy uwzględnić charakterystykę obiektu, tj. odwiedzin osób trzecich, częste wietrzenie celem zapewnienia właściwego powietrza dla zwierząt. Oznacza to duże straty ciepłe, które należy uwzględnić przy planowanych inwestycjach. Przyjęte średnie wartości kosztów ogrzewania gazowego oraz zużycia energii elektrycznej, wraz ze stawkami sprzedaży energii elektrycznej w roku 2022 przedstawiono w tabeli 3. Aby dokonać prawidłowych kalkulacji i porównań, należy uwzględnić również koszt wykonania nowej instalacji grzewczej oraz instalacji fotowoltaicznej, mającej za zadanie obsłużenie systemu.

Instalacja fotowoltaiczna została skalkulowana w oparciu o pokrycie zapotrzebowania energetycznego pompy ciepła (zarówno na c.w.u. oraz na ogrzewanie) i na bieżące potrzeby oraz rozliczenie 1:0,7 z OSD. Planowana inwestycja ma zniwelować koszty ogrzewania oraz zużycia energii elektrycznej, zapewniając bilans zerowy w skali roku, bazując na obecnych stawkach RDN. Zaimplementowanie instalacji grzewczej zniweluje wydatki grzewcze na gaz oraz grzewcze na prąd, w efekcie instalacja fotowoltaiczna ma pokryć zapotrzebowanie jedynie na pompę oraz lokalny sprzęt (oświetlenie, lodówki itp.).

### 3. Analiza

Zgodnie z rozporządzeniem obliczenie kosztów użytkownika powinno się przyjmować na okres 30 lat. Celem uproszczenia obliczeń nie uwzględnione zostały koszty utrzymania, takie jak przegląd instalacji czy wymiana komponentów. W celu porównania opłacalności inwestycji na przestrzeni wskazanego okresu czasu, przyjęto prognozę wzrostu cen o 3% w skali rok oraz brak modernizacji inwestycji przez 30 lat, co pokazuje tabela 4. Do tego należy również uwzględnić koszty za ogrzewanie gazem.

Zasadność danej inwestycji została zaprezentowana na podstawie porównania dwóch parametrów: kosztów energii elektrycznej oraz gazowej. Dostawa innych mediów oraz pozostałe koszty eksploatacyjne i użytkowe nie zmieniają się. Dokumentacja techniczna wybranego modelu pompy ciepła oraz modułów fotowoltaicznych wskazuje na żywotność

dłuższą niż okres gwarancyjny, wynoszący ponad 15 lat. Zakładając, że obydwa systemy muszą zostać jednorazowo wymienione na przestrzeni 30 lat, ich koszt będzie wynosić:

$$(125\,500 + 100\,500) \cdot 2 = 452\,000 \text{ [zł]}$$

Istotnym aspektem powyższego równania jest fakt, że cena modułów fotowoltaicznych oraz pompy ciepła została określona na 26.09.2022, która w perspektywie długoterminowej tj. 15 lat jest trudna do przewidzenia, czego powodem jest dynamicznie zmieniająca się sytuacja gospodarcza i polityczna w Polsce oraz na świecie.

Na podstawie danych pokazujących obecne zużycie energii elektrycznej oraz gazowej, po aktualnych stawkach oraz niekorzystnych zmianach rozliczeniowych, jednoznacznie można stwierdzić, że dana inwestycja jest opłacalna do wykonania w przyjętym okresie. W celu zaprezentowania rentowności instalacji wyliczona została stopa zwrotu. Do jej wyliczenia pod uwagę wzięto początek inwestycji, tj. koszty instalacyjne (wraz z potencjalną wymianą instalacji) oraz koniec inwestycji. Za wartość końca inwestycji przyjęto wartość wydanych pieniędzy za gaz i prąd w okresie 30 lat, tj. wspomnianego cyklu życia budynku. Obliczenia prezentują się następująco:

$$\left( \frac{523\,325,77 \text{ zł} + 497\,258,24 \text{ zł}}{452\,000 \text{ zł}} - 1 \right) \cdot 100\% = \\ = \left( \frac{1\,020\,584,01 \text{ zł}}{452\,000 \text{ zł}} - 1 \right) \cdot 100\% = 125,79\%$$

Stopa zwrotu wynosi ponad 125%, dlatego można stwierdzić opłacalność inwestycji w kontekście cyklu życia budynku, umożliwiając tym samym bardziej ekonomiczne zarządzanie finansami przez przedsiębiorstwo. Na podstawie danych z tabeli 4 oraz powyższych obliczeń widoczne jest, że zwrot inwestycyjny następuje już w 9 roku użytkowania pompy ciepła oraz fotowoltaiki, natomiast potencjalna wymiana tych instalacji zwróci się w 16 roku użytkowania.

### 4. Podsumowanie

Nieuchronne kontynuowanie obecnego trendu znacznych wzrostów cen energii sprawi, że zwrot wskazanej inwestycji

**Tabela 4.** Koszty za energię elektryczną dla obiektu przy braku wdrożenia zmian

Rok	Wydatki na prąd		Wydatki na gaz	
	średni rachunek na miesiąc [zł]	łącznie za prąd w tych latach [zł]	średni rachunek na miesiąc [zł]	łącznie za gaz w tych latach [zł]
	$K_k = K_p \cdot (1 \cdot 0,03)^r$	$K_k \cdot 12$	$K_k = K_p \cdot (1 \cdot 0,03)^r$	$K_k \cdot 12$
1	916,66	10 999,92	871,00	10 452,00
2	944,16	22 329,84	897,13	21 217,56
3	972,48	33 999,65	924,04	32 306,09
4	1001,66	46 019,56	951,77	43 727,27
5	1031,71	58 400,07	980,32	55 491,09
6	1062,66	71 151,99	1009,73	67 607,82
7	1094,54	84 286,47	1040,02	80 088,05
8	1127,38	97 814,99	1071,22	92 942,70
9	1161,20	111 749,35	1103,36	106 182,98
10	1196,03	126 101,76	1136,46	119 820,47
11	1231,91	140 884,73	1170,55	133 867,08
12	1268,87	156 111,19	1205,67	148 335,09
13	1306,94	171 794,45	1241,84	163 237,15
14	1346,15	187 948,20	1279,09	178 586,26
15	1386,53	204 586,56	1317,47	194 395,85
16	1428,13zł	221 724,08	1356,99	210 679,72
17	1470,97	239 375,72	1397,70	227 452,12
18	1515,10	257 556,92	1439,63	244 727,68
19	1560,55	276 283,54	1482,82	262 521,51
20	1607,37	295 571,97	1 527,30	280 849,15
21	1655,59	315 439,05	1 573,12	299 726,63
22	1705,26	335 902,14	1 620,32zł	319 170,43
23	1756,42zł	356 979,12zł	1668,93zł	339 197,54zł
24	1809,11zł	378 688,42zł	1718,99zł	359 825,47zł
25	1863,38zł	401 048,99zł	1770,56zł	381 072,23zł
26	1919,28zł	424 080,38zł	1823,68zł	402 956,40zł
27	1976,86zł	447 802,71zł	1878,39zł	425 497,09zł
28	2036,17zł	472 236,71zł	1934,74zł	448 714,00zł
29	2097,25zł	497 403,73zł	1992,79zł	472 627,42zł
30	2160,17zł	523 325,77zł	2052,57zł	497 258,24zł

$r$  – rok obliczeniowy,  $K_k$  – kwota końcowa,  $K_p$  – kwota początkowa,  $K_k$  – kwota końcowa dla danego roku obliczeniowego

Źródło: opracowanie własne

będzie zdecydowanie szybszy. Sytuacja ta jednak może ulec zmianie, gdy wahania cen sprzedaży energii fotowoltaicznej na RDN będą spadały, co bezpośrednio wpłynie na wydłużenie okresu zwrotu z inwestycji. W kalkulacjach stopy zwrotu założono bowiem, że rozliczenia w skali rocznej za energię elektryczną będą równały się zero, bez nadwyżek finansowych dla prosumenta lub dopłat. W przypadku zaistnienia sytuacji niedoboru energii elektrycznej należałoby doliczyć koszt prądu lub wziąć pod uwagę niekorzystne stawki dobowe. Niedobory energii zależne są głównie od warunków atmosferycznych, a wahania cen energii elektrycznej są trudne do przewidzenia, co w konsekwencji wpływa na dokładność obliczeń. Mimo mało korzystnych prognoz cen, scenariusz ten jest mało realny. Rosnący popyt oraz eskalacja kryzysu energetycznego w Europie to czynniki bezpośrednio wpływające na ciągłe wzrosty cen energii.

Na podstawie tych czynników oraz przeprowadzonej analizy można stwierdzić, że inwestycja w fotowoltaikę oraz pompę ciepła jest opłacalna oraz pozytywnie wpływa na redukcję kosztów w kontekście użytkowania obiektu w perspektywie długoterminowej.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Borowiak M., Fotowoltaika-mit, czy skuteczny sposób na obniżenie rachunków za prąd, Biuletyn Producenta Pieczarek – Pieczarki 47(1)2019
- [2] Chwieduk B., Analiza energetyczna i ekonomiczna współpracy instalacji fotowoltaicznej z pompą ciepła, Rynek Energii 10/2017
- [3] Gazeta Podatkowa 11(1782)2021
- [4] Guźda A., Szmolke N., Efektywność pompy ciepła a zużycie CWU, Budownictwo o Zoptymalizowanym Potencjale Energetycznym 1/2018
- [5] Grzesiak L., Kaszewski A., Ufnalski B., Sterowanie napięć elektrycznych – analiza, modelowanie, projektowanie, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2022
- [6] Kontu K., Rinne S., Junnila S., Introducing modern heat pumps to existing district heating systems – Global lessons from viable decarbonizing of district heating in Finland, Energy 166, 2019
- [7] Langer M., Zalech J., Przybyła A., Urbańczyk M., Standardowe zasady postępowania podczas zdarzeń w obrębie instalacji fotowoltaicznych, Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej, 2022
- [8] Mazmer H., Nowak P., Przeciwdziałanie bezdomności zwierząt jako problem społeczny, Ruch prawniczy, ekonomiczny i socjologiczny 3/2021
- [9] Nowakowska P., Malciak M., Zmiany w funkcjonowaniu i zasadach rozliczania fotowoltaiki, Nowa Energia 5–6(81)2021
- [10] Oszczak W., Ogrzewanie domów z zastosowaniem pomp ciepła, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności WKŁ, Warszawa, 2021
- [11] Penizzotto F., Pringles R., Olsina F., Real options valuation of photovoltaic power investments in existing buildings, Renewable and Sustainable Energy Reviews 114, 2019
- [12] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 23 czerwca 2004 r. w sprawie szczegółowych wymagań weterynaryjnych dla prowadzenia schronisk dla zwierząt (Dz.U. 2004 nr 158, poz. 1657)
- [13] Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 23 listopada 2021 r. w sprawie metody kalkulacji kosztów cyklu życia budynków oraz sposobu przedstawiania informacji o tych kosztach (Dz.U. 2021, poz. 2276)
- [14] Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. 2015, poz. 478)
- [15] Enea Operator, Energa-Operator, innogy Stoen Operator, PGE Dystrybucja, Tauron Dystrybucja, Przewodnik prosumenta w gospodarstwie domowym, Urząd Regulacji Energetyki, 2020
- [16] Cennik standardowy dla przedsiębiorstw, 2022, Energa Obrót S.A.
- [17] Norma PN-EN 14511-1:2018-08: Klimatyzatory, ziębiarki cieczy i pompy ciepła do grzania i ziębienia oraz ziębiarki do procesów przemysłowych, ze sprężarkami o napędzie elektrycznym – Część 1: Terminy i definicje
- [18] PN-EN 12831-1:2017-08: Charakterystyka energetyczna budynków – Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego – Część 1: Obciążenia cieplne
- [19] PN-76/B-03420: Wentylacja i klimatyzacja. Parametry obliczeniowe powietrza zewnętrznego
- [20] Rynek Dnia Następnego, TGE, on-line, protokół dostępu: <https://tge.pl/energia-elektryczna-rdn>
- [21] Nowy system rozliczania, tzw. net-billing – od 1 kwietnia 2022 r. dla nowych prosumentów. Komunikat rządowy, 2022, on-line, Ministerstwo Klimatu i Środowiska
- [22] <https://biznesalert.pl/rzad-pomoc-przedsiębiorcy-ceny-gazu-energii/>