



ENERGYAPP — RAPORT ENERGETYCZNY

Projekt Przykładowy

Analiza projektu

Projekt przykładowy — audyt energetyczny budynku biurowego klasy B+ (5 000 m², Warszawa). Pokazuje pełny warsztat aplikacji: 15 typów urządzeń HVAC wraz z oświetleniem i fotowoltaiką, każde z wariantami modernizacji pogrupowanymi w scenariusze (regulacja czasowa, obniżenie nastaw, wymiana źródła ciepła, free cooling, LED, PV).

Możesz go dowolnie zmieniać — dodawać, klonować i usuwać urządzenia oraz przeliczać wyniki.

Data wygenerowania: **27.09.2026 09:55**

Autor: **EnergyApp**

Spis Treści

1. Podsumowanie	4
1.1 Aktualne zużycie energii (stan istniejący)	4
1.2 Możliwe zużycie końcowe (po wdrożeniu wybranych modernizacji)	4
1.3 Miesięczny profil zużycia energii	5
1.4 Streszczenie analizowanych modernizacji	5
1.5 Modernizacje proponowane do wdrożenia	6
2. Podstawy audytu	7
2.1 Zakres Audytu	7
2.2 Stawki i współczynniki przyjęte w obliczeniach	7
3. Analiza budynków objętych audytem	8
3.1 Opis stanu istniejącego	8
3.2 Wykaz urządzeń	9
3.3 Rzeczywiste zużycie energii z liczników	11
3.4 Obliczeniowe zużycie energii (po kalibracji)	13
3.5 Obliczeniowe zestawienie wg typu urządzenia	15
3.6 Obliczeniowe zestawienie wg urządzenia	18
4. Analiza modernizacji	22
4.1 Założenia modernizacji	22
4.2 Stan bazowy	22
4.3 Porównanie wg grup modernizacji	22
4.4 Urządzenia zmodernizowane	24
5. Grupy modernizacji	27
6. Ranking modernizacji (TOP 5)	75
6.1 TOP 5 — Najkrótszy prosty okres zwrotu (SPBT)	75
6.2 TOP 5 — Największa oszczędność kosztów energii	75
6.3 TOP 5 — Największa oszczędność zużycia energii	75
6.4 TOP 5 — Największe ograniczenie emisji CO ₂	76
7. Analiza kosztów cyklu życia (LCC)	77
7.1 Założenia analizy	77
7.2 Koszty cyklu życia projektu	77
7.3 Porównanie scenariuszy	77
7.4 Koszty wg typu urządzenia	78
7.5 Koszty wg urządzenia	79
8. Podsumowanie Grup Modernizacji	81
8.1 Nakłady inwestycyjne wg grup modernizacji	81
8.2 Zużycie energii wg grup modernizacji	82
8.3 Oszczędności energii wg grup modernizacji	82
8.4 Koszty energii wg grup modernizacji	83
8.5 Oszczędności kosztów wg grup modernizacji	83
8.6 Emisja wg grup modernizacji	84
8.7 Oszczędności emisji wg grup modernizacji	84

9. Plan wdrożenia	87
9.1 Zgodność rekomendacji z Wersją Ostateczną	87
9.2 Wybór wariantów modernizacji	88
9.3 Rekomendowane modernizacje	89
9.4 Scenariusz Wersji Ostatecznej	91
9.5 Porównanie: Wersja Bazowa vs Wersja Ostateczna	91
9.6 Urządzenia — Wersja Bazowa	92
9.7 Urządzenia — Wersja Ostateczna	94
9.8 Zużycie energii wg typu urządzenia	97
9.9 Oszczędności energii wg typu urządzenia	98
9.10 Koszty energii wg typu urządzenia	99
9.11 Oszczędności kosztów wg typu urządzenia	100
9.12 Emisja wg typu urządzenia	101
9.13 Oszczędności emisji wg typu urządzenia	102
9.14 Pozycje wybrane do realizacji	104
10. Pozostałe sugerowane modernizacje	105
11. Metodyka i niepewność obliczeń	106
11.1 Sposób wyznaczania wyników	106
11.2 Metodyki typów urządzeń w projekcie	106
11.3 Źródła niepewności	107
11.4 Kalibracja i weryfikacja względem pomiarów	108
12. Wnioski i rekomendacje	109
13. Załączniki	110
14. Autorzy opracowania	111
15. Zastrzeżenie prawne	112

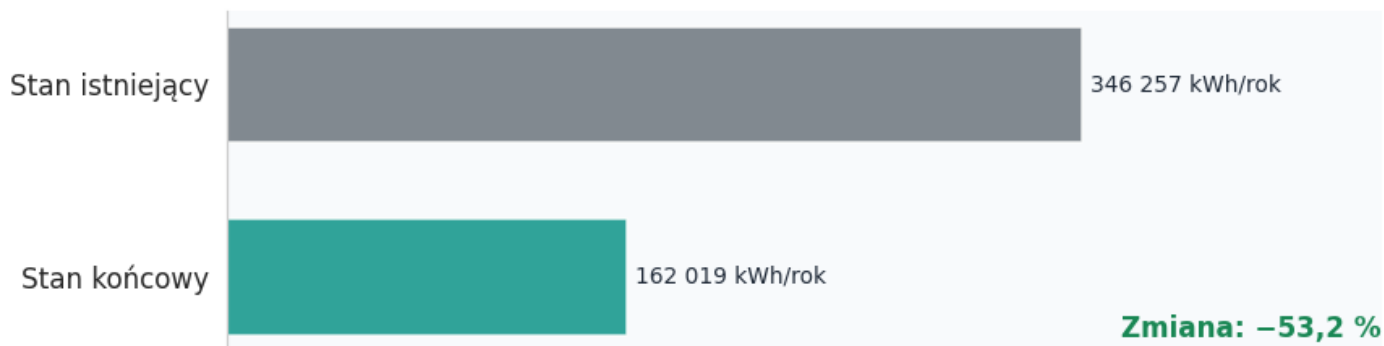
1. Podsumowanie

1.1 Aktualne zużycie energii (stan istniejący)

 ENERGIA CAŁKOWITA 346 257 kWh/rok	 KOSZT ROCZNY 287 961 zł/rok	 EMISJA CO₂ 232 630 kg CO ₂ /rok
---	---	---

Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO ₂ /rok]
346 257	287 961	232 630

1.2 Możliwe zużycie końcowe (po wdrożeniu wybranych modernizacji)



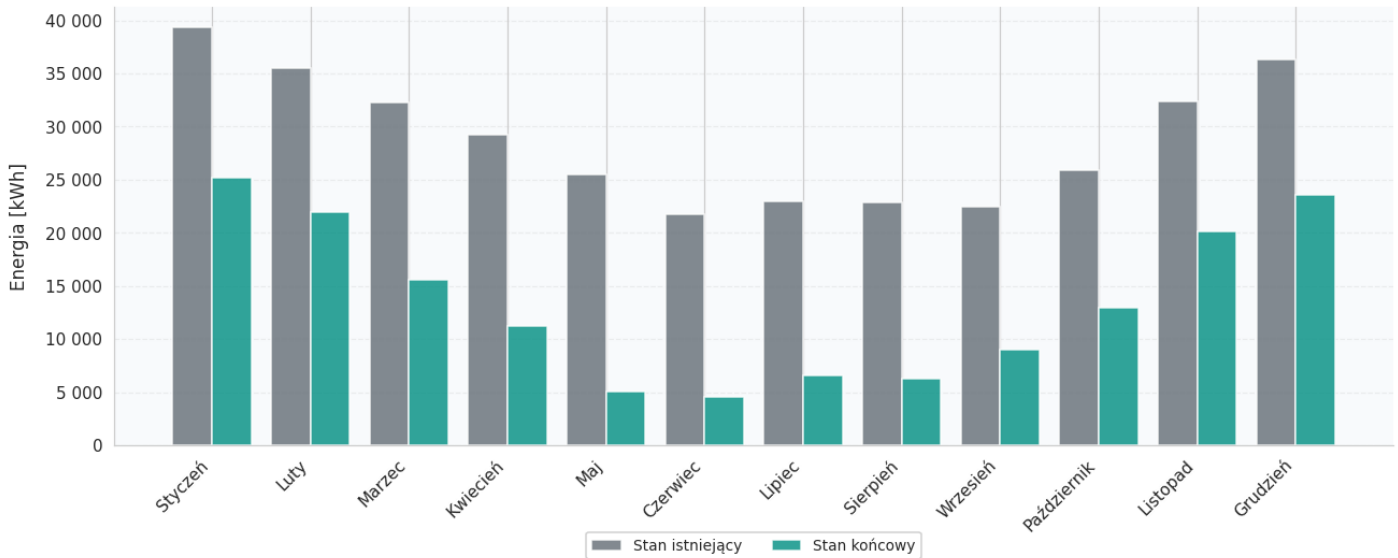
 ENERGIA — STAN KOŃCOWY 162 019 kWh/rok oszczędność 184 238 (-53,2%)	 KOSZT — STAN KOŃCOWY 127 977 zł/rok oszczędność 159 984 (-55,6%)	 EMISJA — STAN KOŃCOWY 102 376 kg CO ₂ /rok redukcja 130 254
---	--	--

	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO ₂ /rok]
Stan istniejący	346 257	287 961	232 630
Stan końcowy (wybrane modernizacje)	162 019	127 977	102 376
Oszczędność	184 238 (53,2%)	159 984 (55,6%)	130 254

Szacunkowe nakłady inwestycyjne scenariusza końcowego: **708 150 zł**, prosty okres zwrotu (SPBT): **4,4 lat**.

Stan końcowy liczony jest jako scenariusz „Wersja Ostateczna” — dla każdego urządzenia przyjęto co najwyżej jeden wybrany wariant modernizacji; urządzenia bez wskazania pozostają w stanie istniejącym.

1.3 Miesięczny profil zużycia energii



1.4 Streszczenie analizowanych modernizacji

Grupa modernizacji	Oszcz. energii [kWh/rok]	Oszcz. kosztów [zł/rok]	Inwestycja [zł]	SPBT [lat]
Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram	210	199	1 500	7,5
Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	35 858	34 065	65 000	1,9
Montaż fotowoltaiki	82 189	78 079	585 750	7,5
Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	23 655	11 684	16 600	1,4
Obniżenie nastawy grzania do 20 °C	6 522	5 844	900	0,2
Podwyższenie nastawy chłodzenia do 26 °C	170	161	700	4,3
Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	27 950	26 552	6 800	0,3
Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	7 566	2 933	1 500	0,5
Wymiana świetlówek na LED	6 811	6 470	31 000	4,8
Wymiana źródła ciepła — pompa ciepła, węzeł lub kocioł elektryczny	1 992	2 836	45 000	15,9
Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	29 712	17 273	13 900	0,8
Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00)	43 203	41 043	3 500	0,1

Wszystkie analizowane grupy modernizacji (najlepszy wariant każdej grupy). Pełne porównanie z energią bazową i po modernizacji: sekcja „Analiza modernizacji”; szczegóły wariantów: sekcje „Grupy modernizacji”.

1.5 Modernizacje proponowane do wdrożenia

Modernizacja / wariant	Oszcz. energii [kWh/rok]	Oszcz. kosztów [zł/rok]	Oszcz. emisji [kg CO ₂ /rok]	Inwestycja [zł]	SPBT [lat]
Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram / V1	210	199	164	1 500	7,5
Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy) / V2	35 858	34 065	27 969	65 000	1,9
Montaż fotowoltaiki / V1	82 189	78 079	64 107	585 750	7,5
Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00) / V2	23 655	11 684	9 112	16 600	1,4
Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00) / V2	27 950	26 552	21 801	6 800	0,3
Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy / V4	7 566	2 933	1 789	1 500	0,5
Wymiana świetlówek na LED / V1	6 811	6 470	5 312	31 000	4,8

Uwaga: oszczędności poszczególnych modernizacji dotyczą częściowo tych samych urządzeń i nie sumują się wprost — łączny efekt pakietu przedstawia scenariusz stanu końcowego powyżej. Szczegóły każdej modernizacji: sekcje „Grupy modernizacji”.

2. Podstawy audytu

2.1 Zakres Audytu

Pełny audyt energetyczny obejmujący systemy HVAC (wentylacja mechaniczna, klimatyzacja komfortu i precyzyjna, źródło ciepła i chłodu), oświetlenie oraz pozostałe odbiorniki elektryczne. Dla każdego systemu policzono wariant bazowy (stan obecny) i warianty modernizacji ocenione wg SPBT.

2.2 Stawki i współczynniki przyjęte w obliczeniach

Parametr	Wartość	Jednostka
Cena energii elektrycznej	0,9500	zł/kWh
Cena energii ciepłej	0,2800	zł/kWh
Wskaźnik emisji CO ₂ — energia elektryczna	0,7800	kg CO ₂ /kWh
Wskaźnik emisji CO ₂ — energia cieplna	0,2000	kg CO ₂ /kWh

Stawki zdefiniowane indywidualnie dla projektu.

3. Analiza budynków objętych audytem

Założenia Projektu

	LOKALIZACJA Warszawa, al. Jerozolimskie 200		STACJA POGODOWA Warszawa Okęcie, 106 m n.p.m.
	CENA EN. ELEKTRYCZNEJ 0.9500 zł/kWh		CENA EN. CIEPLNEJ 0.2800 zł/kWh
	EMISJA CO₂ ELEKTRYCZNA 0.7800 kg/kWh		EMISJA CO₂ CIEPLNA 0.2000 kg/kWh

Projekt przykładowy — audyt energetyczny budynku biurowego klasy B+ (5 000 m², Warszawa). Pokazuje pełny warsztat aplikacji: 15 typów urządzeń HVAC wraz z oświetleniem i fotowoltaiką, każde z wariantami modernizacji pogrupowanymi w scenariusze (regulacja czasowa, obniżenie nastaw, wymiana źródła ciepła, free cooling, LED, PV). Możesz go dowolnie zmieniać — dodawać, klonować i usuwać urządzenia oraz przeliczać wyniki.

* Projekt używa własnych stawek i współczynników (nie systemowych).

3.1 Opis stanu istniejącego

Obiekty Budowlane

Budynek biurowy z 2008 r., konstrukcja żelbetowa monolityczna, elewacja szkło + aluminium. Powierzchnia użytkowa 5 000 m² (7 kondygnacji nadziemnych po ~700 m² oraz garaż podziemny). Liczba pracowników ~280 (gęstość 1 osoba / 17 m²).

Systemy Techniczne

Wentylacja: centrala nawiewno-wywiewna 5 000 m³/h z odzyskiem krzyżowym ($\eta = 70\%$), wentylator wyciągowy 5 000 m³/h, nagrzewnica kanałowa elektryczna ~15 kW, chłodnica wodna 2 000 m³/h, nawilżacz 3 000 m³/h. Chłód: agregat wody lodowej 50 kW z wieżą chłodniczą i pompami obiegowymi, klimakonwektor 5 kW, klimatyzator split 5 kW, system VRV 50 kW, klimatyzacja precyzyjna 50 kW (serwerownia, stałe obciążenie ok. 35 kW). Ciepło: kotłownia gazowa 10 kW (obieg technologiczny) z pompą obiegową, kurtyna powietrzna 2 kW przy wejściu głównym. Oświetlenie: oprawy świetlówkowe/halogenowe do wymiany na LED. Fotowoltaika (wariant): 33 kWp na dachu (SE, 30°) + 82,5 kWp na carportach parkingu (SW, 15°).

Inne Założenia

Projekt ma charakter demonstracyjny: dobór mocy poszczególnych urządzeń jest ilustracyjny i pokazuje działanie modeli obliczeniowych, a nie realny bilans jednego budynku — urządzenia różnych typów celowo obsługują różne strefy i skale. Wszystkie ceny netto bez VAT.

Szczegółowy Opis Systemów

Wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna z odzyskiem ciepła na wymienniku płytowym krzyżowym ($\eta = 70\%$), nagrzewnica kanałowa elektryczna i chłodnica wodna zasilana z agregatu wody lodowej, nawilżanie parowe. Chłodzenie stref biurowych: klimakonwektory i jednostki split, serwerownia na klimatyzacji precyzyjnej z opcją free coolingu. Ogrzewanie technologiczne z kotłowni gazowej z pompami obiegowymi. Oświetlenie sterowane czasowo, przewidziane do wymiany na LED.

3.2 Wykaz urządzeń

Łączna liczba urządzeń: 19

Centrala wentylacyjna 1

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO ₂ /rok]
Centrala wentylacyjna 5000 m ³ /h	Wentylacja - biura	49 571.02	29 514.14	23 448.34

Wentylator 1

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO ₂ /rok]
Wentylator 5000 m ³ /h	Wentylacja - nawiew	9 656.11	9 173.30	7 531.77

Nagrzewnica 1

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO ₂ /rok]
Nagrzewnica kanałowa elektryczna 15 kW	Nagrzewnice elektryczne - wejście	42 890.86	40 746.32	33 454.87

Chłodnica 1

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO ₂ /rok]
Chłodnica wodna 2000 m ³ /h		507.79	482.40	396.08

Pompa obiegowa 2

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO ₂ /rok]
Pompa chłodzenia 1 kW	Pompy chłodzenia - biura	155.87	148.08	121.58
Pompa grzania 1 kW	Pompy grzania - wejście	2 856.66	2 713.82	2 228.19

Klimakonwektor 1

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO ₂ /rok]
Klimakonwektor 5 kW	Klimakonwektory - biura	316.20	300.39	246.63

Klimatyzator 1

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO ₂ /rok]
Klimatyzator 5 kW	Klimatyzacja - biura	866.54	823.22	675.90

System VRV 1

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO ₂ /rok]
System VRV 50 kW		1 640.26	1 558.25	1 279.40

Agregat chłodniczy 1

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO ₂ /rok]
Agregat chłodu 50 kW	Agregaty chłodu	2 759.98	2 621.98	2 152.78

Wieża chłodnicza 1

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO ₂ /rok]
Wieża chłodnicza		11 990.00	11 390.50	9 352.20

Nawilżacz 1

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO ₂ /rok]
Nawilżacz 3000 m ³ /h	Nawilżanie - biura	47 544.18	45 166.97	37 084.46

Źródło ciepła 1

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO ₂ /rok]
Kotłownia gazowa 10 kW	Źródło ciepła - kotłownia gazowa	34 217.94	12 982.29	7 816.06

Kurtyna powietrzna 1

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO ₂ /rok]
Kurtyna 2 kW	Kurtyny - wejście	6 619.54	2 407.96	1 803.92

Klimatyzacja precyzyjna 1

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO ₂ /rok]
Klimatyzacja precyzyjna 50 kW	Serwerownia	112 128.00	106 521.60	87 459.84

Oświetlenie 1

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO ₂ /rok]
Oświetlenie — budynek	Oświetlenie - wewnętrzne	13 776.50	13 087.67	10 745.67

Inne urządzenia 1

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO ₂ /rok]
Inne 1 kW	Inne odbiory - elektryczne	8 760.00	8 322.00	6 832.80

Fotowoltaika 2

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO ₂ /rok]
PV — dach południowo-wschodni	Fotowoltaika - dach	0.00	0.00	0.00
PV — parking południowo-zachodni	Fotowoltaika - parking	0.00	0.00	0.00

3.3 Rzeczywiste zużycie energii z liczników

Założenia analizy zużycia

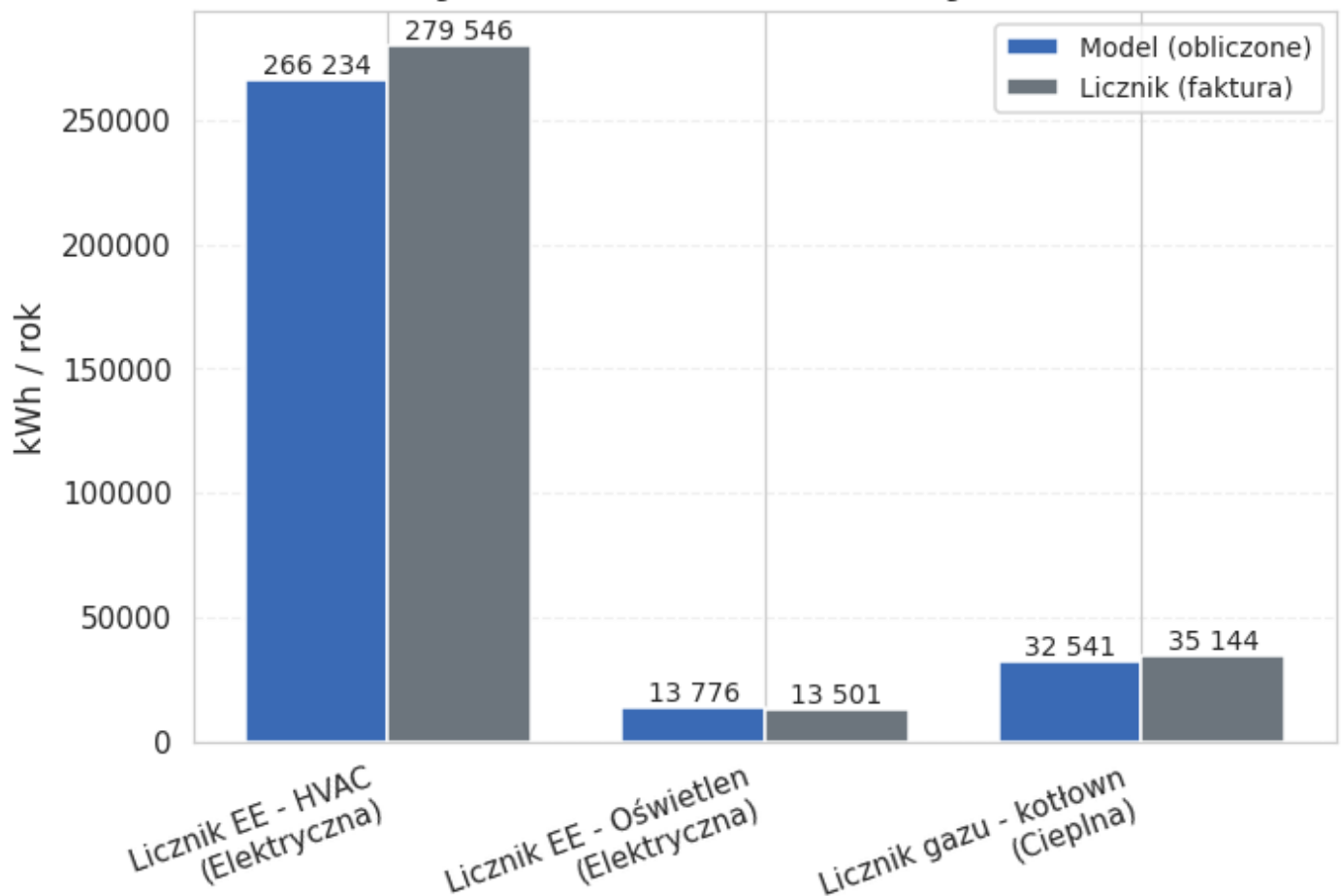
Wynik obliczeń dla stanu bazowego stanowi punkt odniesienia dla wszystkich wariantów modernizacji. Zużycia pomiarowe wprowadzono w module „Liczniki” (licznik EE — HVAC, licznik EE — oświetlenie, licznik gazu — kotłownia), co pozwala porównać obliczenie z fakturą i wyznaczyć współczynnik korekty.

Zestawienie zużycia **obliczonego przez model z odczytami liczników** (fakturami) w podziale na nośniki. Licznikami objęte jest **17 z 19** urządzeń projektu, co odpowiada **100,0%** obliczonej energii.

Licznik	Nośnik	Urządzeń	Model [kWh]	Licznik [kWh]	Różnica [kWh]	Różnica [%]	Koszt model [zł]	Koszt faktura [zł]	Współczynnik
Licznik EE - HVAC Główny licznik energii elektrycznej: wentylacja, klimatyzacja, pompy, agregaty i pozostałe odbiory techniczne. Pomiar ok. 5 % wyższy od obliczenia — typowa rozbieżność audytowa (praca poza harmonogramem, straty, odbiory nieuwjęte w modelu).	Elektryczna	15	266 235	279 547	13 312	+5.0%	252 923	265 569	x1.05 OK
Licznik EE - Oświetlenie Wydzielony licznik energii dla oświetlenia. Współczynnik korekty $\approx 0,98$ (pomiar nieco niższy od obliczenia).	Elektryczna	1	13 776	13 501	-276	-2.0%	13 088	12 826	x0.98 OK
RAZEM — Ciepła		1	32 541	35 145	2 603	+8.0%	11 389	12 301	
RAZEM — Elektryczna		2	280 011	293 048	13 037	+4.7%	266 011	278 395	

Licznik	Nośnik	Urządzeń	Model [kWh]	Licznik [kWh]	Różnica [kWh]	Różnica [%]	Koszt model [zł]	Koszt faktura [zł]	Współczynnik
Licznik gazu - kotłownia Licznik gazu ziemnego E zasilający kotłownię (odczyt w m³, wartość opałowa 10,5 kWh/m³). Pomiar ok. 8 % wyższy od obliczenia — typowo: straty postojowe i sprawność rzeczywista niższa od nominalnej.	Ciepłna	1	32 541	35 145	2 603	+8.0%	11 389	12 301	x1.08 OK
RAZEM — Ciepłna		1	32 541	35 145	2 603	+8.0%	11 389	12 301	
RAZEM — Elektryczna		2	280 011	293 048	13 037	+4.7%	266 011	278 395	

Zużycie obliczone vs odczyt licznika



Ocena jakości danych

- Urządzeń przypisanych do liczników: **17** z 19 (100,0% obliczonej energii).
- Urządzeń z aktywną kalibracją do danych rzeczywistych: **0**.

- Urządzeń **poza licznikami: 2** — ich zużycie nie jest weryfikowane żadną fakturą.

PV — dach południowo-wschodni (Fotowoltaika); PV — parking południowo-zachodni (Fotowoltaika).

Uwaga metodyczna: zestawienie obejmuje **dwa nośniki** — ciepły i elektryczny. **Chłodzenie nie występuje jako osobna pozycja**, ponieważ w modelu księgowane jest jako energia elektryczna sprężarek — czyli tak, jak widzi je fizyczny licznik energii elektrycznej. Rozbieżności powyżej **15%** wyróżniono kolorem. Różnica między modelem a fakturą wynika także z tego, że model liczy na danych klimatycznych roku typowego (TMY), a faktura obejmuje konkretny rok kalendarzowy.

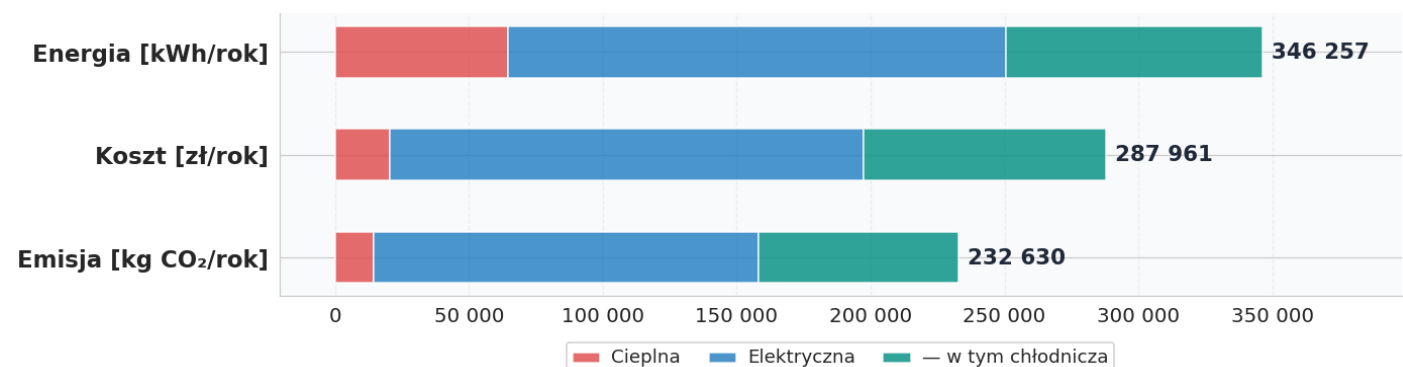
3.4 Obliczeniowe zużycie energii (po kalibracji)



Zestawienie wg nośników energii

	Ciepła	Elektryczna	El. na chłodzenie*	Całkowita
Energia [kWh/rok]	64 570	281 688	95 570	346 257
Koszt [zł/rok]	20 357	267 604	90 578	287 961
Emisja [kg CO₂/rok]	14 259	218 372	74 370	232 630

* Energia elektryczna na cele chłodzenia (prąd sprężarek i urządzeń chłodniczych) jest **częścią kolumny elektrycznej** — nie sumuje się z nią osobno. Chłód dostarczony do pomieszczeń (energia źródłowa): **336 710 kWh/rok** przy średnim współczynniku 3,52 — wielkość opisowa (zapotrzebowanie), nie energia kupiona.



Zużycie energii elektrycznej — ogółem i na cele chłodzenia

	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO ₂ /rok]
Energia elektryczna — ogółem	281 688	267 604	218 372
— w tym na cele chłodzenia	95 570	90 578	74 370
— pozostałe odbiory elektryczne	186 118	177 025	144 002

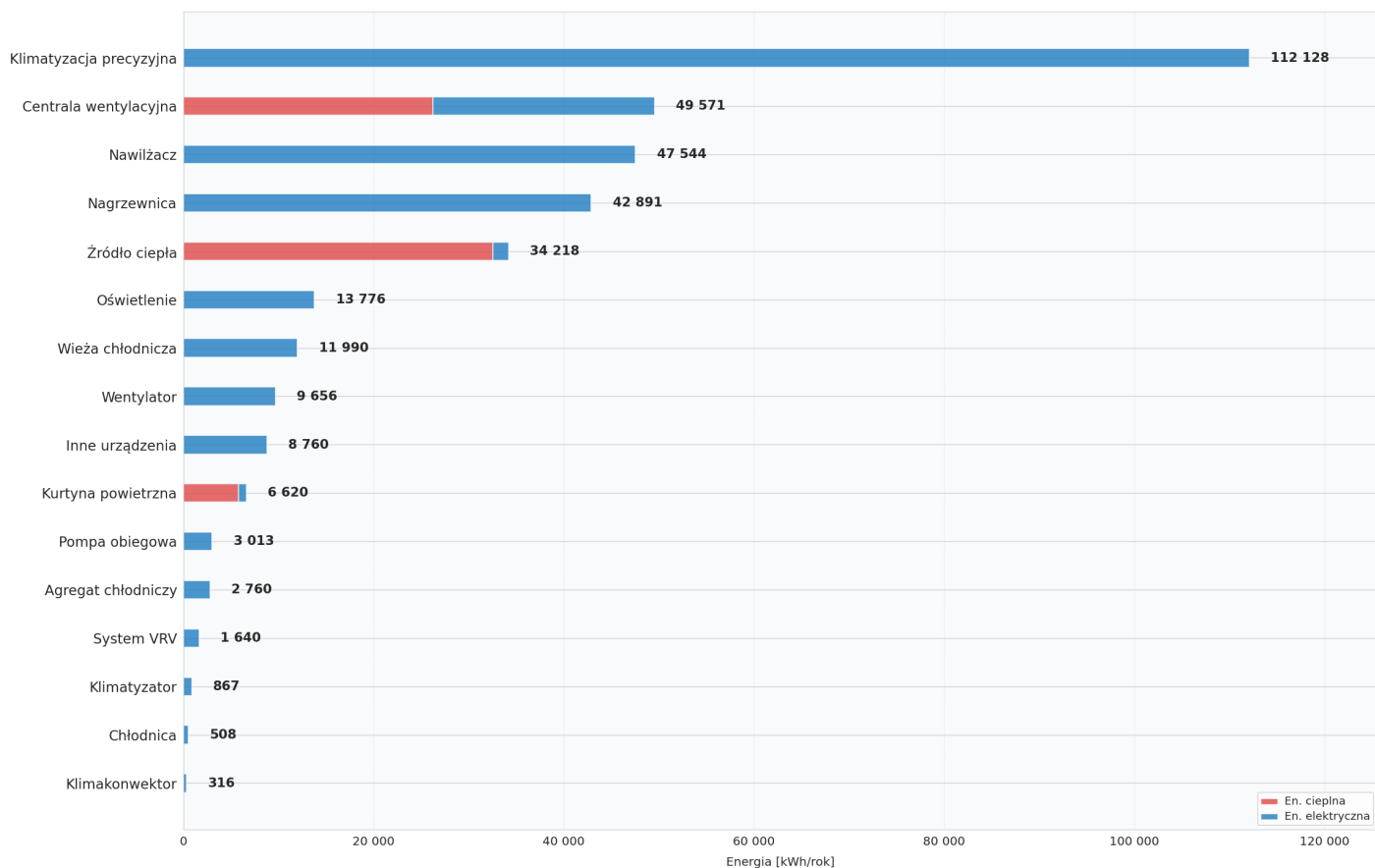
Zestawienie miesięczne

	Sty	Lut	Mar	Kwi	Maj	Cze	Lip	Sie	Wrz	Paz	Lis	Gru	RAZEM
Energia [kWh]	39 328	35 498	32 290	29 206	25 477	21 739	22 932	22 822	22 420	25 877	32 351	36 316	346 257
Koszt [zł]	30 558	27 674	26 136	24 080	22 238	19 844	21 249	20 739	19 703	21 481	25 761	28 499	287 961
Emisja [kg CO ₂]	24 506	22 201	21 044	19 426	18 053	16 194	17 378	16 915	16 001	17 333	20 706	22 875	232 631

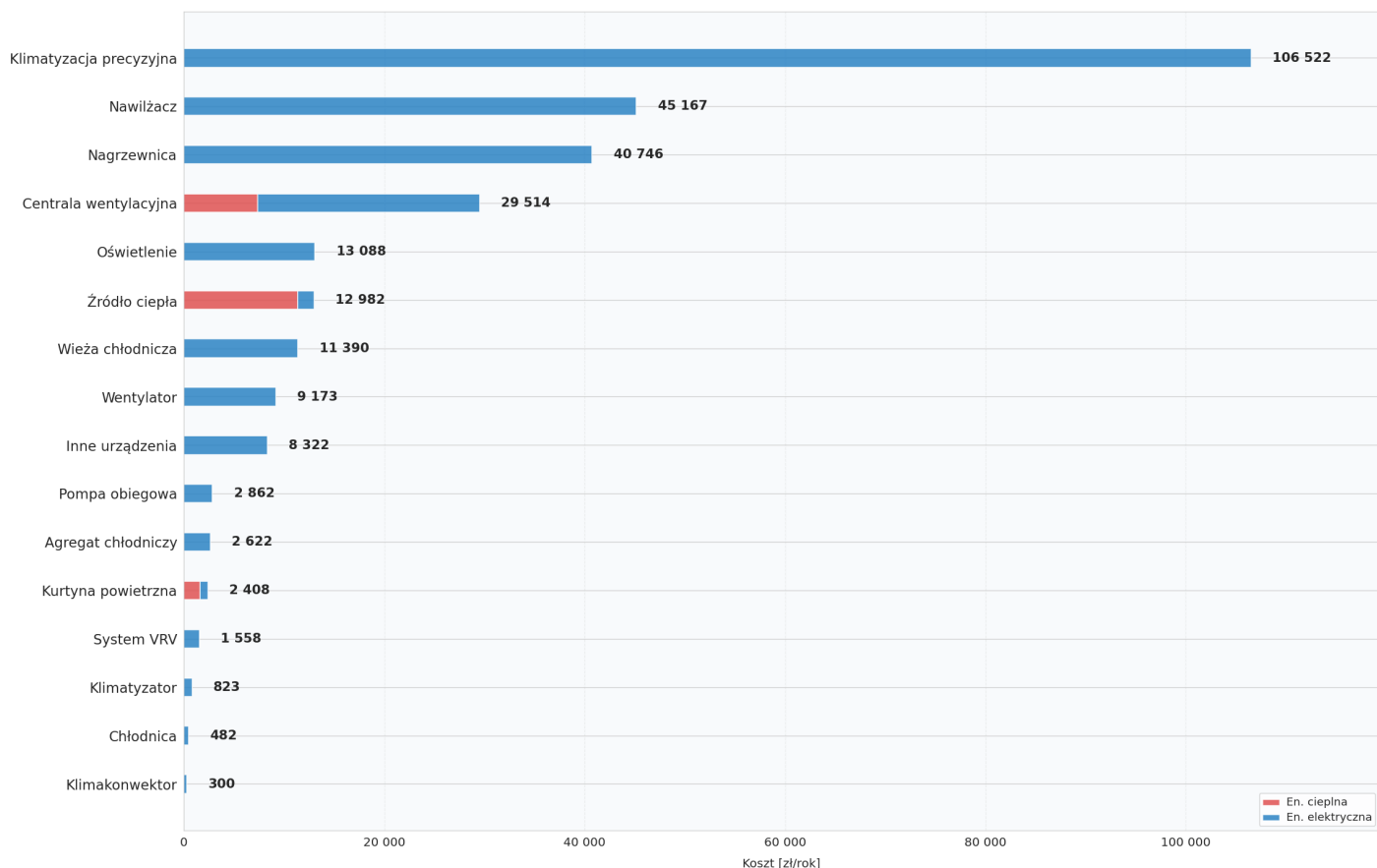
3.5 Obliczeniowe zestawienie wg typu urządzenia

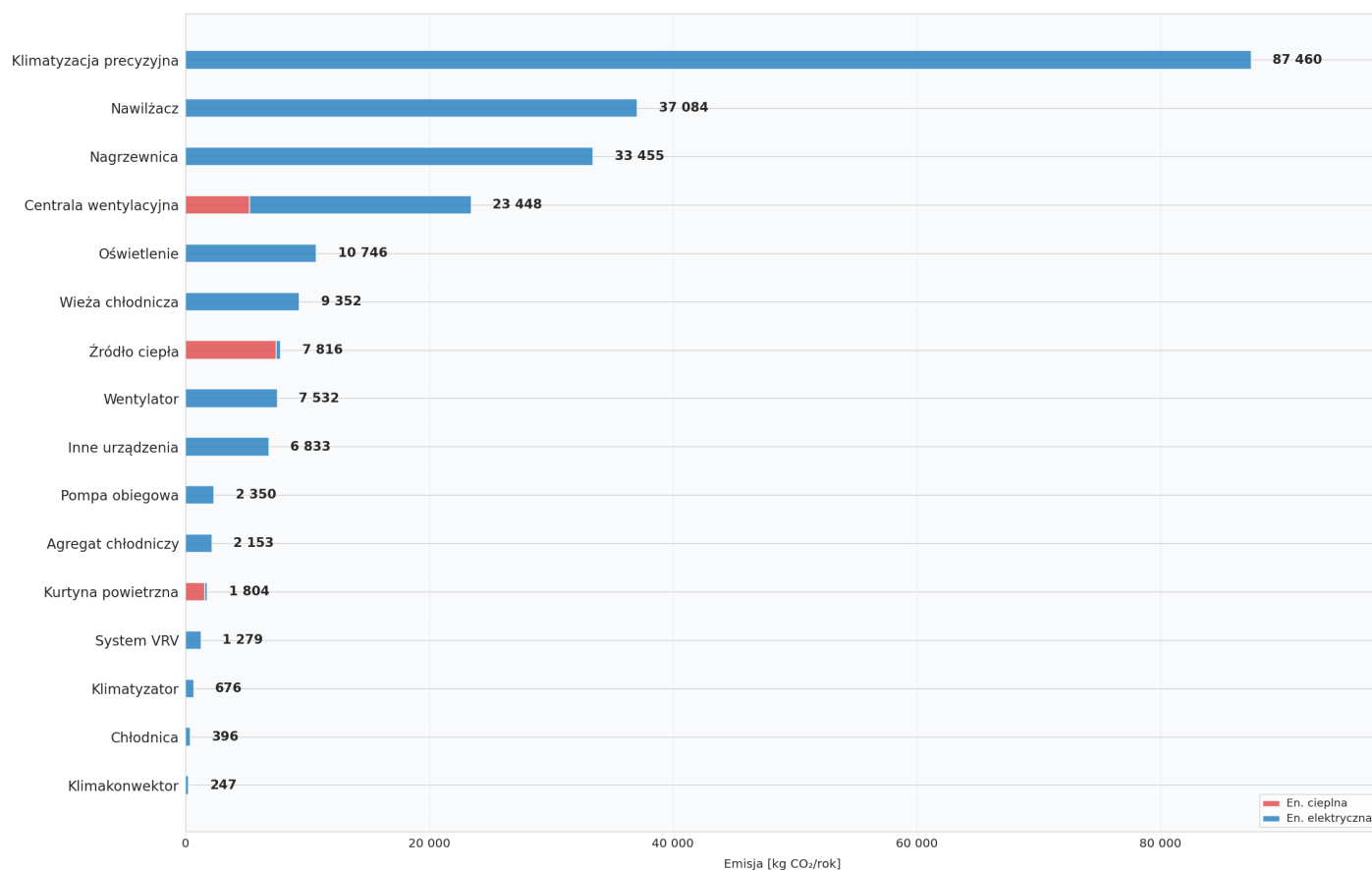
Typ urządzenia	En. cieplna [kWh/rok]	En. elektryczna [kWh/rok]	En. całkowita [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO ₂ /rok]
Klimatyzacja precyzyjna	0.00	112 128.00	112 128.00	106 521.60	87 459.84
Centrala wentylacyjna	26 236.32	23 334.72	49 571.02	29 514.14	23 448.34
Nawilżacz	0.00	47 544.18	47 544.18	45 166.97	37 084.46
Nagrzewnica	0.00	42 890.86	42 890.86	40 746.32	33 454.87
Źródło ciepła	32 541.26	1 676.68	34 217.94	12 982.29	7 816.06
Oświetlenie	0.00	13 776.50	13 776.50	13 087.67	10 745.67
Wieża chłodnicza	0.00	11 990.00	11 990.00	11 390.50	9 352.20
Wentylator	0.00	9 656.11	9 656.11	9 173.30	7 531.77
Inne urządzenia	0.00	8 760.00	8 760.00	8 322.00	6 832.80
Kurtyna powietrzna	5 791.94	827.60	6 619.54	2 407.96	1 803.92
Pompa obiegowa	0.00	3 012.53	3 012.53	2 861.90	2 349.77
Agregat chłodniczy	0.00	2 759.98	2 759.98	2 621.98	2 152.78
System VRV	0.00	1 640.26	1 640.26	1 558.25	1 279.40
Klimatyzator	0.00	866.54	866.54	823.22	675.90
Chłodnica	0.00	507.79	507.79	482.40	396.08
Klimakonwektor	0.00	316.20	316.20	300.39	246.63
Fotowoltaika	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
RAZEM	64 569.52	281 687.95	346 257.45	287 960.89	232 630.49

Zużycie energii wg typu urządzenia



Koszt energii wg typu urządzenia

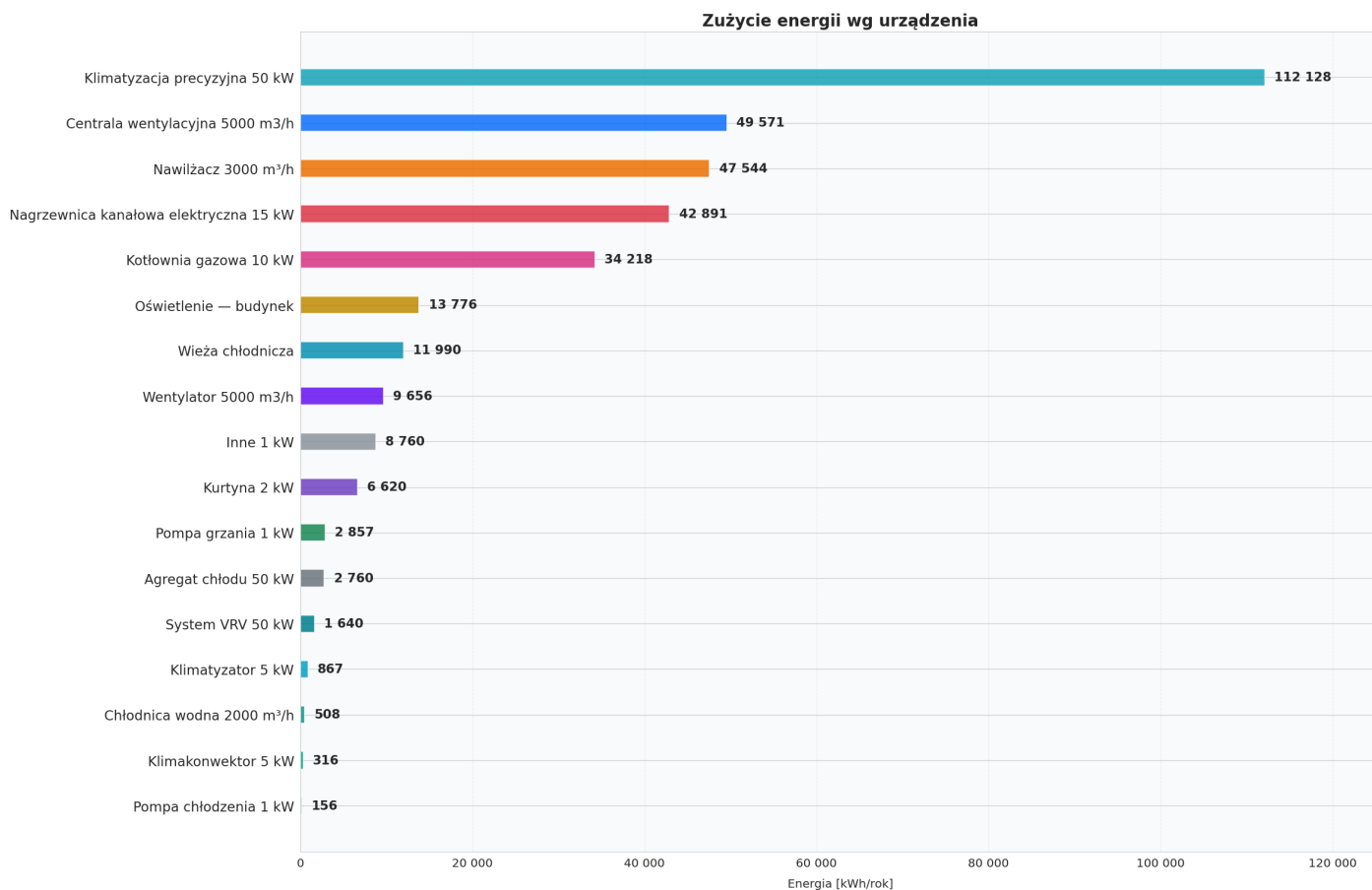


Emisja CO₂ wg typu urządzenia

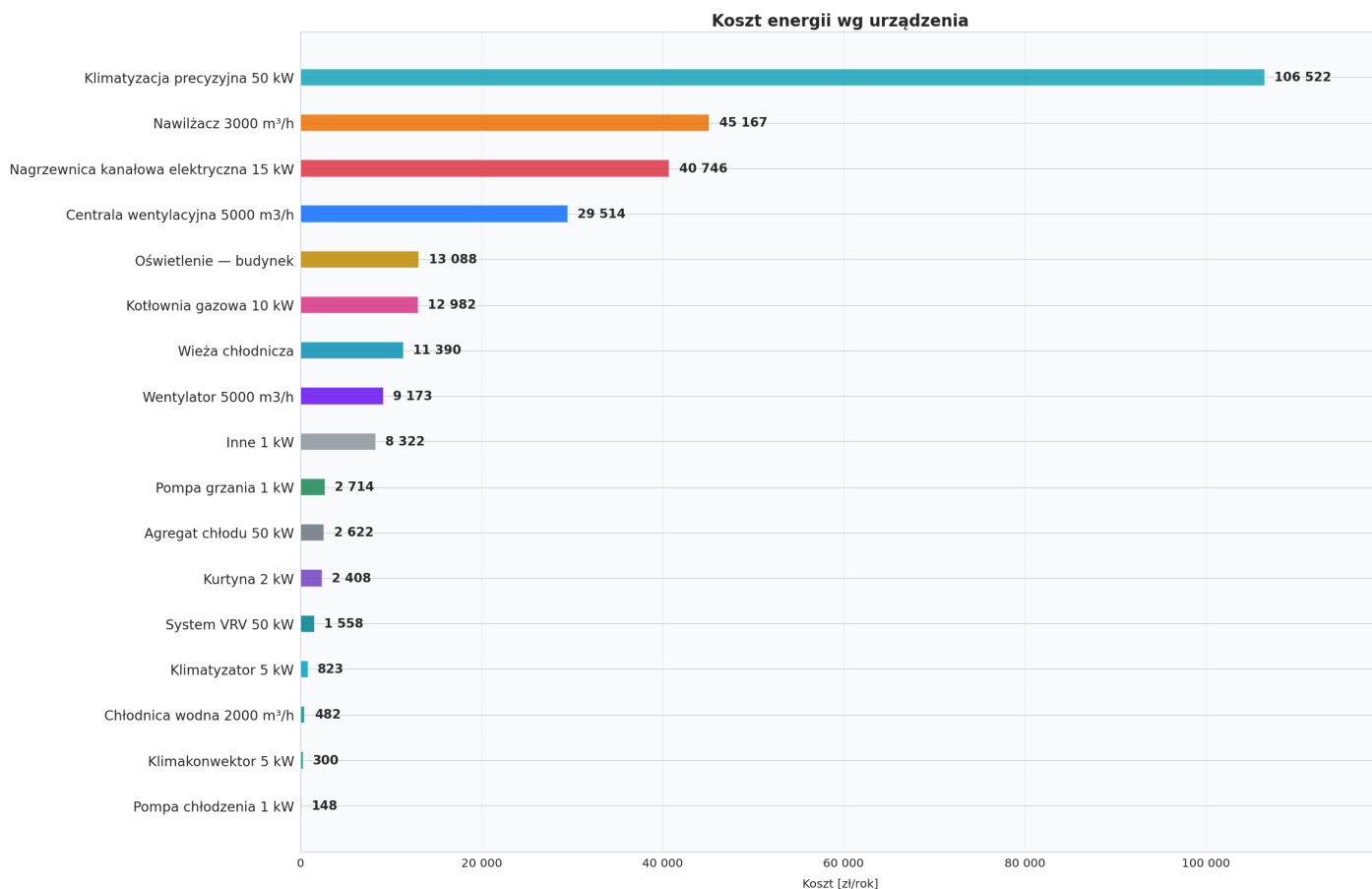
3.6 Obliczeniowe zestawienie wg urządzenia

Urządzenie	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO ₂ /rok]
Klimatyzacja precyzyjna 50 kW	Klimatyzacja precyzyjna	112 128.00	106 521.60	87 459.84
Centrala wentylacyjna 5000 m ³ /h	Centrala wentylacyjna	49 571.02	29 514.14	23 448.34
Nawilżacz 3000 m ³ /h	Nawilżacz	47 544.18	45 166.97	37 084.46
Nagrzewnica kanałowa elektryczna 15 kW	Nagrzewnica	42 890.86	40 746.32	33 454.87
Kotłownia gazowa 10 kW	Źródło ciepła	34 217.94	12 982.29	7 816.06
Oświetlenie — budynek	Oświetlenie	13 776.50	13 087.67	10 745.67
Wieża chłodnicza	Wieża chłodnicza	11 990.00	11 390.50	9 352.20
Wentylator 5000 m ³ /h	Wentylator	9 656.11	9 173.30	7 531.77
Inne 1 kW	Inne urządzenia	8 760.00	8 322.00	6 832.80
Kurtyna 2 kW	Kurtyna powietrzna	6 619.54	2 407.96	1 803.92
Pompa grzania 1 kW	Pompa obiegowa	2 856.66	2 713.82	2 228.19
Agregat chłodu 50 kW	Agregat chłodniczy	2 759.98	2 621.98	2 152.78
System VRV 50 kW	System VRV	1 640.26	1 558.25	1 279.40
Klimatyzator 5 kW	Klimatyzator	866.54	823.22	675.90
Chłodnica wodna 2000 m ³ /h	Chłodnica	507.79	482.40	396.08
Klimakonwektor 5 kW	Klimakonwektor	316.20	300.39	246.63
Pompa chłodzenia 1 kW	Pompa obiegowa	155.87	148.08	121.58
PV — dach południowo-wschodni	Fotowoltaika	0.00	0.00	0.00
PV — parking południowo-zachodni	Fotowoltaika	0.00	0.00	0.00
RAZEM		346 257.45	287 960.89	232 630.49

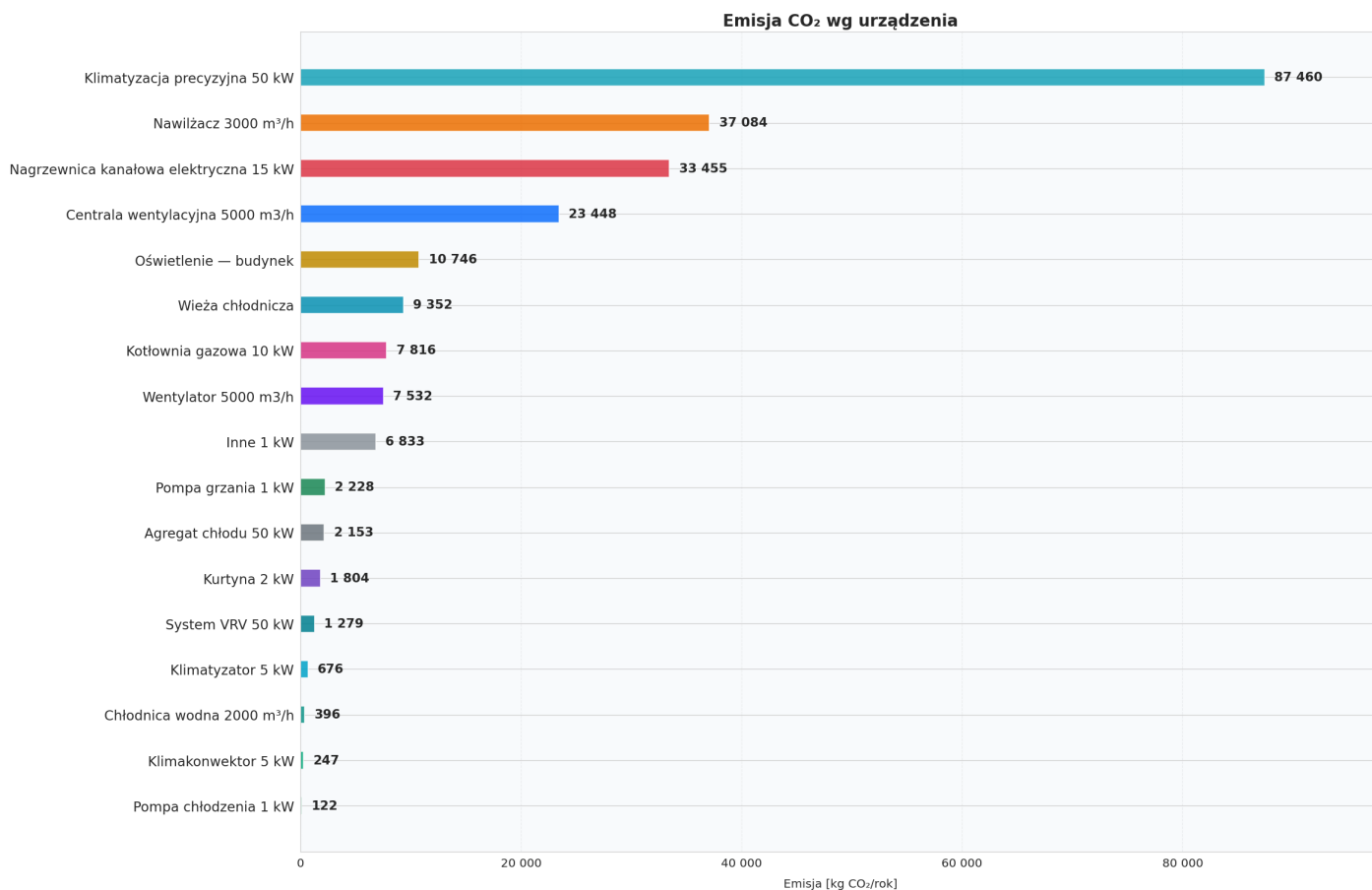
Zużycie energii wg urządzenia



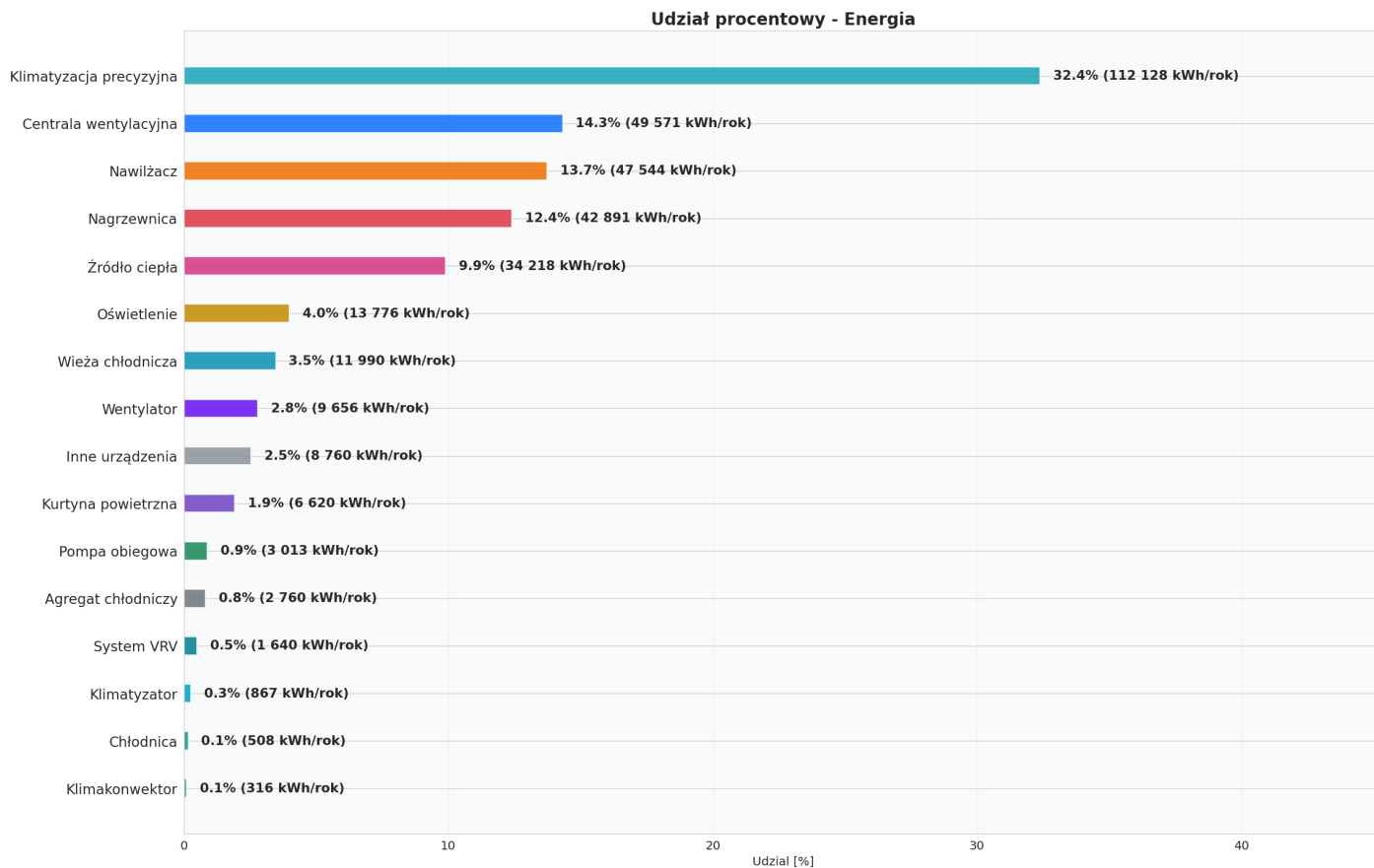
Koszt energii wg urządzenia



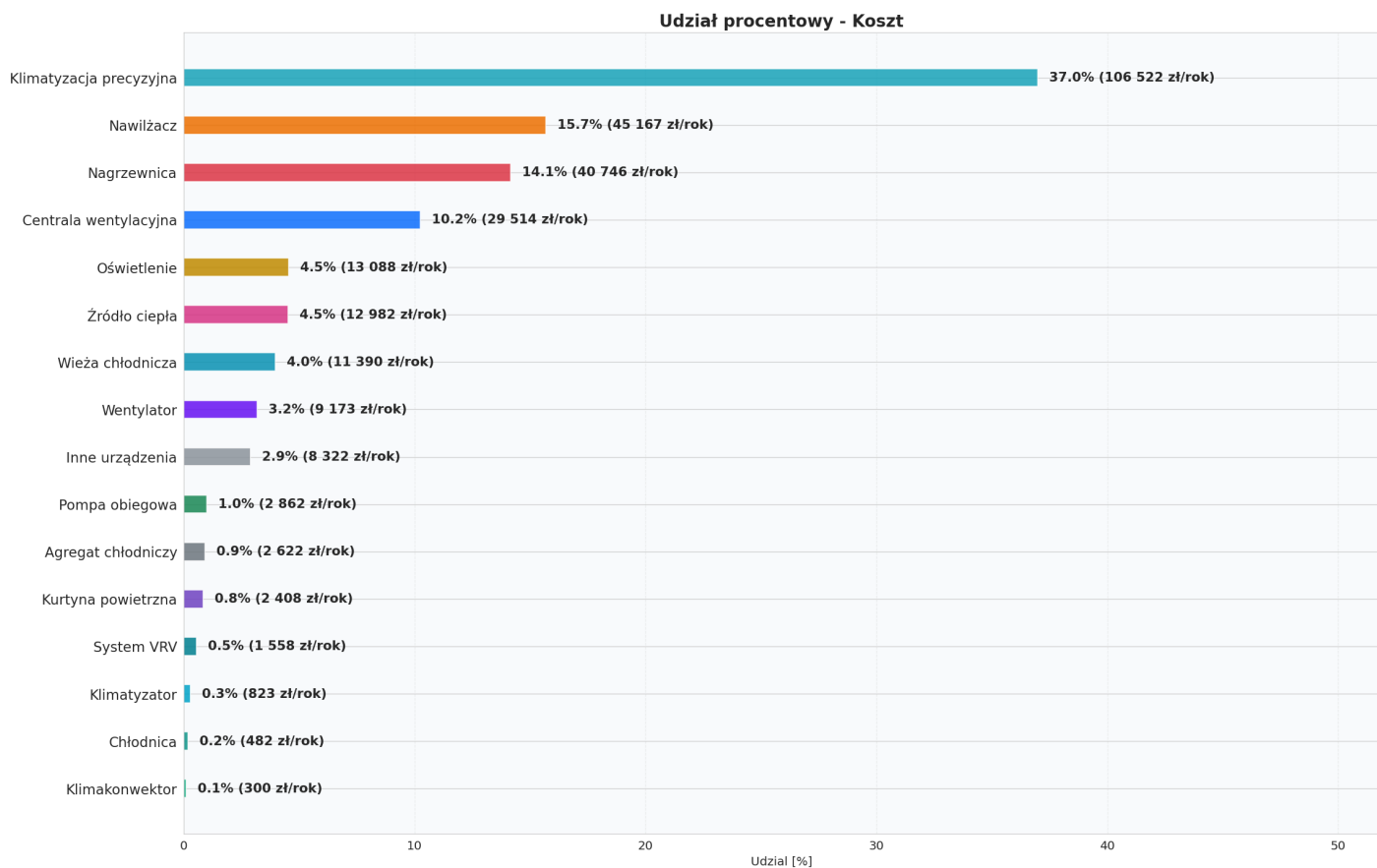
Emisja CO₂ wg urządzenia



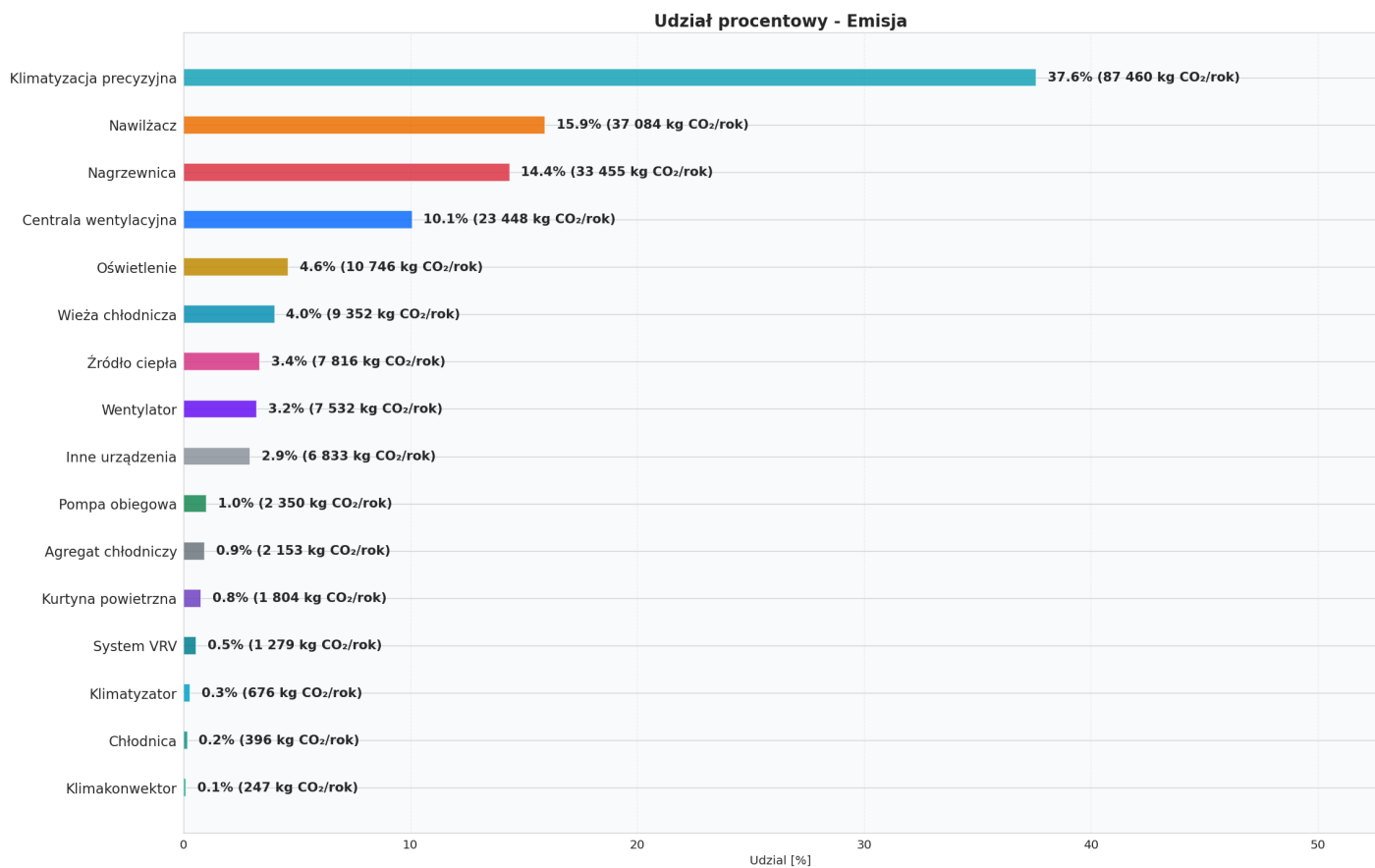
Udział procentowy - Energia



Udział procentowy - Koszt



Udział procentowy - Emisja



4. Analiza modernizacji

Uwaga: grupy modernizacji i warianty to nakładające się sposoby analizy tych samych urządzeń — jedno urządzenie może występować w kilku grupach/wariantach. Suma „RAZEM” wg grup nie jest prostym bilansem projektu (te same pozycje mogą się powtarzać). Jednoznaczny bilans jednego scenariusza przedstawia sekcja „Analiza wersji zaproponowanej jako ostateczna”.

4.1 Założenia modernizacji

Rozważone scenariusze: (1) harmonogram czasowy z wyłączeniem poza godzinami pracy, (2) harmonogram z trybem ograniczonym (obniżenie nastaw) poza godzinami pracy, (3) zmiana nastaw temperatury wewnętrznej (chłodzenie 26 °C, grzanie 20 °C), (4) optymalizacja regulacji kotłowni oraz wymiana typu źródła ciepła (pompa ciepła / węzeł cieplny / źródło elektryczne), (5) modernizacja agregatu wody lodowej, (6) free cooling w klimatyzacji precyzyjnej serwerowni, (7) wymiana oświetlenia na LED, (8) instalacja fotowoltaiki. Każdy scenariusz oceniany wg SPBT i NPV.

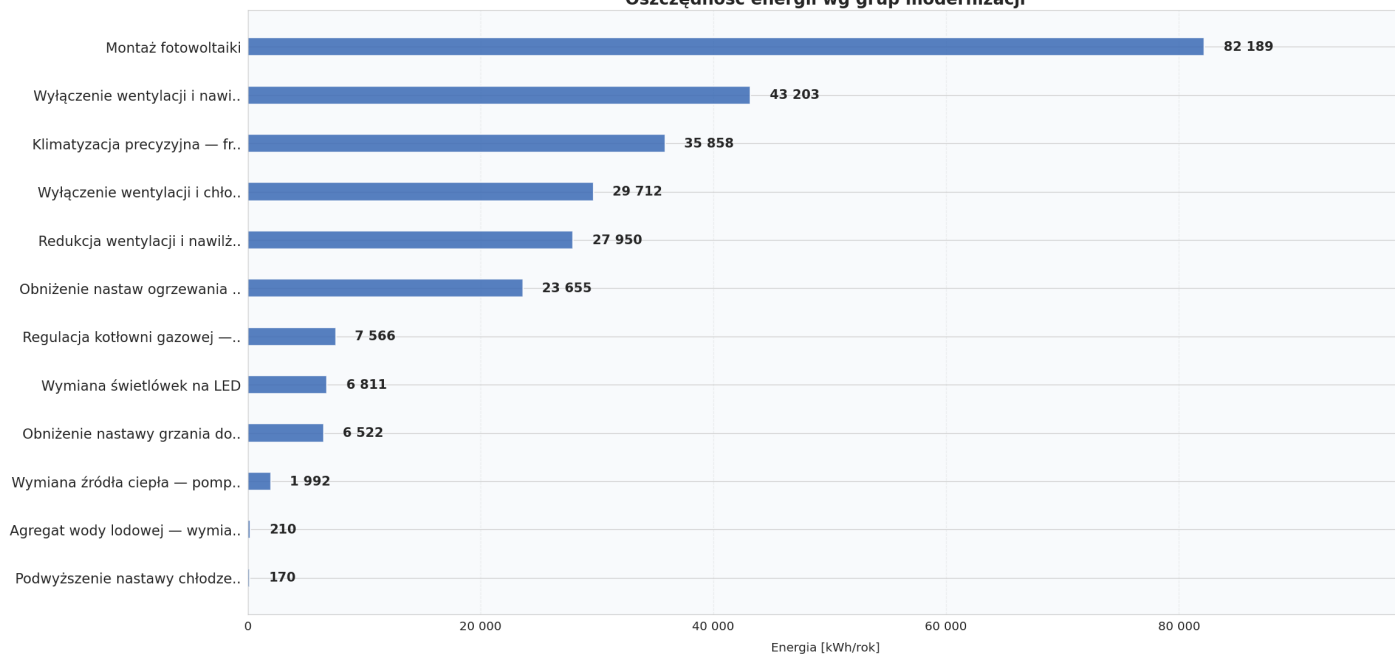
4.2 Stan bazowy

Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO ₂ /rok]
346 257,45	287 960,89	232 630,49

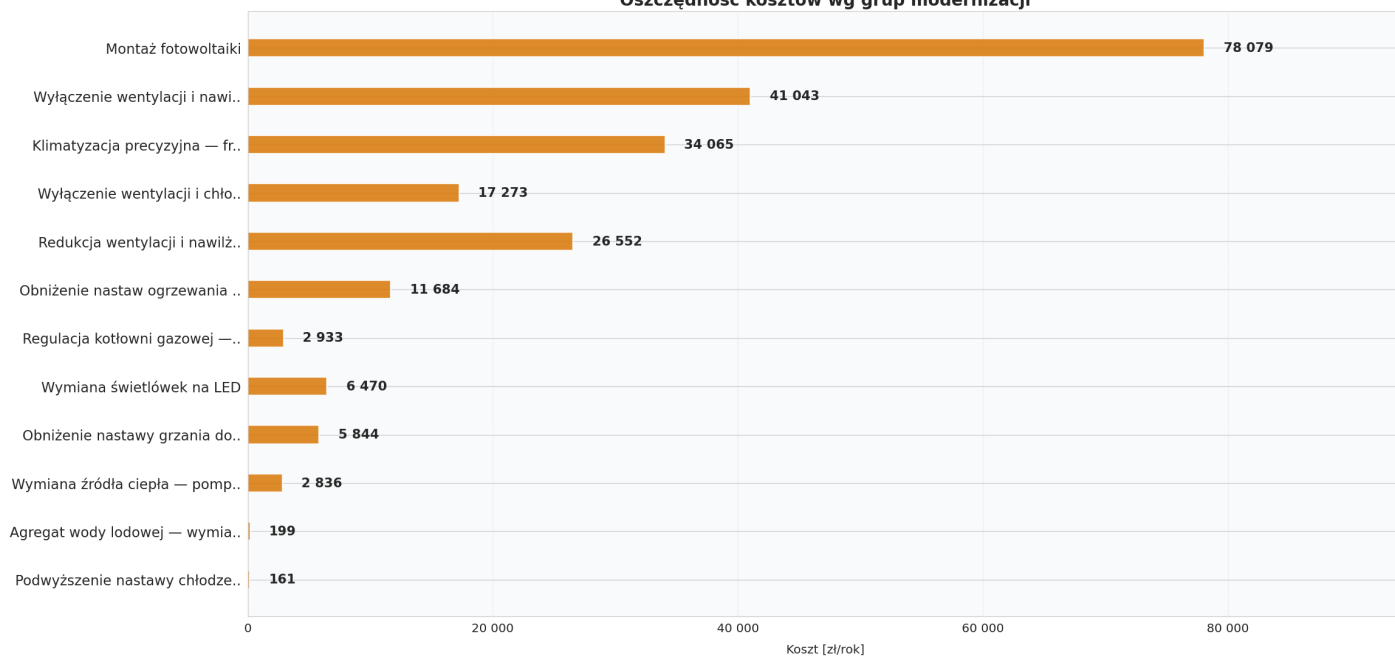
4.3 Porównanie wg grup modernizacji

Grupa	En. bazowa [kWh/rok]	En. po mod. [kWh/rok]	Oszcz. energii [kWh/rok]	Koszt baz. [zł/rok]	Koszt po mod. [zł/rok]	Oszcz. kosztów [zł/rok]	Inwestycja [zł]	SPBT [lat]
Montaż fotowoltaiki	0	-82 189	82 189	0	-78 079	78 079	585 750	7,5
Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00)	65 960	22 757	43 203	62 662	21 619	41 043	3 500	0,1
Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	112 128	76 270	35 858	106 522	72 456	34 065	65 000	1,9
Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	50 910	21 198	29 712	30 786	13 513	17 273	13 900	0,8
Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	65 960	38 011	27 950	62 662	36 110	26 552	6 800	0,3
Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	103 277	79 622	23 655	76 654	64 970	11 684	16 600	1,4
Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	34 218	26 652	7 566	12 982	10 049	2 933	1 500	0,5
Wymiana świetlówek na LED	13 776	6 966	6 811	13 088	6 617	6 470	31 000	4,8
Obniżenie nastawy grzania do 20 °C	52 367	45 845	6 522	45 868	40 024	5 844	900	0,2
Wymiana źródła ciepła — pompa ciepła, węzeł lub kocioł elektryczny	34 218	32 226	1 992	12 982	10 147	2 836	45 000	15,9
Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram	2 760	2 550	210	2 622	2 423	199	1 500	7,5
Podwyższenie nastawy chłodzenia do 26 °C	472	302	170	448	287	161	700	4,3
RAZEM	536 046	270 209	265 837	427 277	200 136	227 141	772 150	3,4

Oszczędność energii wg grup modernizacji



Oszczędność kosztów wg grup modernizacji



4.4 Urządzenia zmodernizowane

Nazwa	Wariant	Grupa	Koszt inwestycji [zł]	Energia [kWh/rok]	Koszt roczny [zł/rok]	Opis
Centrala wentylacyjna 5000 m ³ /h	V1	Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	12 000	20 457	12 809	Centrala pracuje w godzinach 5:00–19:00 w dni robocze; po...
Centrala wentylacyjna 5000 m ³ /h	V2	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	12 000	32 959	22 684	Tryb komfortowy w godzinach 6:00–19:00 w dni robocze; noc...
Wentylator 5000 m ³ /h	V1	Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00)	1 200	3 452	3 280	Wentylator pracuje tylko w godzinach 7:00–19:00 w dni rob...
Wentylator 5000 m ³ /h	V2	Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	4 500	5 313	5 048	Pełny wydatek w godzinach 7:00–19:00 w dni robocze; poza ...
Nagrzewnica kanałowa elektryczna 15 kW	V2	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	1 500	39 231	37 269	Nawiew 22 °C w godzinach 6:00–19:00 w dni robocze; nocą i...
Nagrzewnica kanałowa elektryczna 15 kW	V3	Obniżenie nastawy grzania do 20 °C	300	37 146	35 289	Temperatura nawiewu za nagrzewnicą 20 °C zamiast 22 °C; h...
Pompa chłodzenia 1 kW	V1	Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	300	114	108	Pompa pracuje w godzinach 5:00–19:00 w dni robocze; poza ...
Pompa chłodzenia 1 kW	V2	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	300	126	120	Pełna praca w godzinach 6:00–19:00 w dni robocze; nocą i ...
Pompa chłodzenia 1 kW	V3	Podwyższenie nastawy chłodzenia do 26 °C	300	74	70	Próg chłodzenia 26 °C zamiast 22 °C — pompa obiegu chłodu...
Pompa grzania 1 kW	V2	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	300	2 733	2 596	Pełna praca w godzinach 6:00–19:00 w dni robocze; nocą i ...
Pompa grzania 1 kW	V3	Obniżenie nastawy grzania do 20 °C	300	2 635	2 503	Nastawa grzania 20 °C zamiast 22 °C; harmonogram jak w st...
Klimakonwektor 5 kW	V1	Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	400	221	210	Chłodzenie w godzinach 5:00–19:00 w dni robocze; poza har...
Klimakonwektor 5 kW	V2	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	400	239	227	Tryb komfortowy 22 °C w godzinach 6:00–19:00 w dni robocz...
Klimakonwektor 5 kW	V3	Podwyższenie nastawy chłodzenia do 26 °C	400	228	217	Nastawa chłodzenia 26 °C zamiast 22 °C; harmonogram jak w...

Nazwa	Wariant	Grupa	Koszt inwestycji [zł]	Energia [kWh/rok]	Koszt roczny [zł/rok]	Opis
Klimatyzator 5 kW	V1	Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	1 200	406	386	Chłodzenie w godzinach 5:00–19:00 w dni robocze; poza har...
Klimatyzator 5 kW	V2	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	1 200	826	785	Tryb komfortowy 6:00–19:00 w dni robocze; nocą i w weeken...
Agregat chłodu 50 kW	V1	Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram	1 500	2 550	2 423	Tylko zmiana sterowania — bez wymiany sprzętu: praca w go...
Agregat chłodu 50 kW	V2	Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram	95 000	1 899	1 804	Wymiana na agregat inwerterowy 50 kW (SEER 5,0) z pompą o...
Agregat chłodu 50 kW	V3	Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram	96 500	1 376	1 307	Wymiana na agregat inwerterowy (SEER 5,0) + pompa proporc...
Nawilżacz 3000 m³/h	V1	Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00)	1 500	16 173	15 364	Nawilżanie tylko w godzinach 7:00–19:00 w dni robocze; po...
Nawilżacz 3000 m³/h	V2	Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	1 500	27 877	26 483	Pełne nawilżanie w godzinach 7:00–19:00 w dni robocze; po...
Kotłownia gazowa 10 kW	V1	Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	1 500	33 871	12 861	Granica ogrzewania 17 °C zamiast 20 °C; kocioł nadal przy...
Kotłownia gazowa 10 kW	V2	Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	1 500	30 419	11 519	Granica ogrzewania 17 °C; c.w.u. poza kotłem (tylko c.o./...
Kotłownia gazowa 10 kW	V3	Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	2 500	29 329	11 083	Granica ogrzewania 15 °C; bez c.w.u.; sprawność kotła 93 ...
Kotłownia gazowa 10 kW	V4	Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	1 500	26 652	10 049	Granica ogrzewania 17 °C; bez c.w.u.; kocioł wyłączony po...
Kotłownia gazowa 10 kW	V5	Wymiana źródła ciepła — pompa ciepła, węzeł lub kocioł elektryczny	55 000	10 440	9 918	Wymiana kotła gazowego na pompę ciepła powietrze-woda 10 ...
Kotłownia gazowa 10 kW	V6	Wymiana źródła ciepła — pompa ciepła, węzeł lub kocioł elektryczny	45 000	32 226	10 147	Wymiana kotła gazowego na węzeł ciepły (sieć miejska), 1...
Kotłownia gazowa 10 kW	V7	Wymiana źródła ciepła — pompa ciepła, węzeł lub kocioł elektryczny	12 000	34 212	32 502	Wymiana kotła gazowego na kocioł elektryczny 10 kW. Nakła...

Nazwa	Wariant	Grupa	Koszt inwestycji [zł]	Energia [kWh/rok]	Koszt roczny [zł/rok]	Opis
Kurtyna 2 kW	V2	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	900	3 507	1 288	Nastawa 22 °C w godzinach 6:00–19:00 w dni robocze; nocą ...
Kurtyna 2 kW	V3	Obniżenie nastawy grzania do 20 °C	300	6 064	2 232	Nastawa grzania 20 °C zamiast 22 °C; harmonogram jak w st...
Klimatyzacja precyzyjna 50 kW	V1	Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	45 000	78 768	74 830	Free cooling pełny: poniżej 15 °C na zewnątrz chłód dosta...
Klimatyzacja precyzyjna 50 kW	V2	Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	65 000	76 270	72 456	Free cooling pełny poniżej 15 °C oraz częściowy do 20 °C ...
Oświetlenie — budynek	V1	Wymiana świetlówek na LED	31 000	6 966	6 617	Wymiana 1:1 wszystkich 135 opraw na LED przy tym samym st...
Inne 1 kW	V1	Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00)	800	3 132	2 975	Urządzenie pracuje tylko w godzinach 7:00–19:00 w dni rob...
Inne 1 kW	V2	Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	800	4 820	4 579	Pełna moc w godzinach 7:00–19:00 w dni robocze; poza nimi...
PV — dach południowo-wschodni	V1	Montaż fotowoltaiki	132 000	-23 958	-22 760	Instalacja PV 33 kWp na dachu — orientacja SE, nachylenie...
PV — parking południowo-zachodni	V1	Montaż fotowoltaiki	453 750	-58 231	-55 319	Instalacja PV 82,5 kWp na carportach parkingu — orientacj...

5. Grupy modernizacji

5.1 Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram

Analizowane warianty: **Stan obecny (Baza)** **V1** (Tylko zmiana sterowania — bez ...) **V2** (Wymiana na agregat inwerterowy...) **V3** (Wymiana na agregat inwerterowy...)

Liczba urządzeń

4

Oszczędność energii

210

kWh/rok

Oszczędność kosztów

199

PLN/rok

Okres zwrotu (SPBT)

7,5

lat

OPIS STANU OBECNEGO

Agregat wody lodowej 50 kW (SEER 3,0) o niewielkim rocznym obciążeniu — pracuje 24/7 bez harmonogramu, a pompa obiegowa 2 kW chodzi ze stałą mocą.

OPIS STANU DOCELOWEGO

Harmonogram 7:00–19:00 w dni robocze (V1) albo wymiana na jednostkę inwerterową SEER 5,0 (V2), albo oba naraz (V3).

WYMAGANE DZIAŁANIA

V1: programowanie sterownika. V2/V3: demontaż starego agregatu, montaż nowego, rozruch.

Urządzenia w wariantcie **Stan obecny (Baza)** (1 urządzeń)

Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Agregat chłodu 50 kW Chłodzenie budynku - klimatyzacja precyzyjna + klimakonwektory	Agregat	2 760	2 622	2 153	0	-
RAZEM Grupa bazowa		2 760	2 622	2 153	0	

Urządzenia w wariancie **V1** (1 urządzeń)

Opis wariantu V1: Tylko zmiana sterowania — bez wymiany sprzętu: praca w godzinach 7:00–19:00 w dni robocze, poza harmonogramem agregat wyłączony. Nakład 1 500 zł netto (programowanie sterownika, zegar tygodniowy).

Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Agregat chłodu 50 kW Chłodzenie budynku - klimatyzacja precyzyjna + klimakonwektory	Agregat	2 550	2 423	1 989	1 500	Tylko zmiana sterowania — bez wymiany sprzętu: pra...
RAZEM V1		2 550	2 423	1 989	1 500	

Oszczędność energii: 210 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 199 zł/rok

Redukcja CO₂: 164 kgCO₂/rok

SPBT: 7,5 lat

Urządzenia w wariancie **V2** (1 urządzeń)

Opis wariantu V2: Wymiana na agregat inwerterowy 50 kW (SEER 5,0) z pompą obiegową o mocy proporcjonalnej; sterowanie bez zmian. Nakład 95 000 zł netto: jednostka, montaż, przebudowa hydrauliki, rozruch.

Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Agregat chłodu 50 kW Chłodzenie budynku - klimatyzacja precyzyjna + klimakonwektory	Agregat	1 899	1 804	1 481	95 000	Wymiana na agregat inwerterowy 50 kW (SEER 5,0) z ...
RAZEM V2		1 899	1 804	1 481	95 000	

Oszczędność energii: 861 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 818 zł/rok

Redukcja CO₂: 671 kgCO₂/rok

SPBT: 116,2 lat

Urządzenia w wariancie V3 (1 urządzeń)

Opis wariantu V3: Wymiana na agregat inwerterowy (SEER 5,0) + pompa proporcjonalna + harmonogram 7:00–19:00 w dni robocze. Nakład 96 500 zł netto.

Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Agregat chłodu 50 kW Chłodzenie budynku - klimatyzacja precyzyjna + klimakonwektory	Agregat	1 376	1 307	1 073	96 500	Wymiana na agregat inwerterowy (SEER 5,0) + pompa ...
RAZEM V3		1 376	1 307	1 073	96 500	

Oszczędność energii: 1 384 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 1 315 zł/rok

Redukcja CO₂: 1 080 kgCO₂/rok

SPBT: 73,4 lat

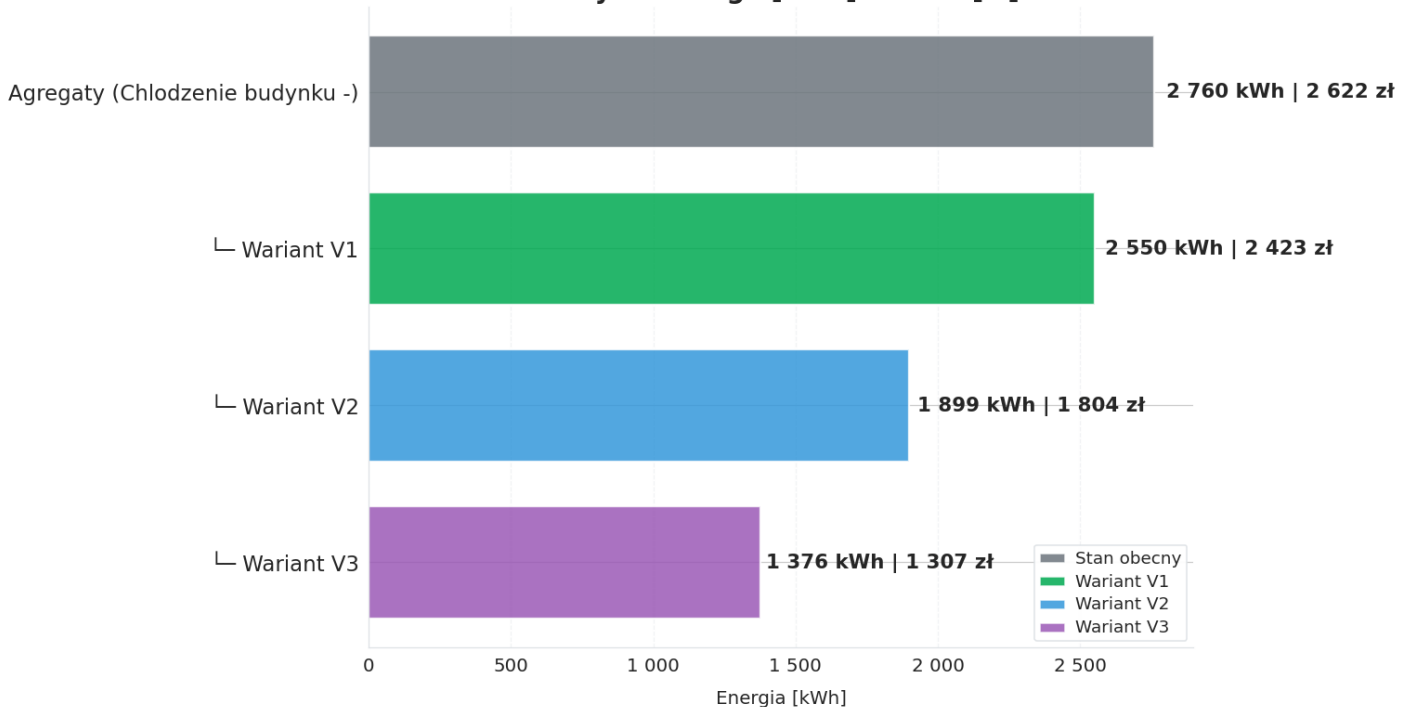
Analiza rozwiązania - porównanie wariantów

Lp	Pozycja	Jednostka	Baza Stan obecny	V1 Tylko zmiana st...	V2 Wymiana na agre...	V3 Wymiana na agre...
1	Zużycie energii przez agregaty (chłodzenie budynku -)	kWh/rok	2 760	2 550	1 899	1 376
2	Całkowite zużycie energii	kWh/rok	2 760	2 550	1 899	1 376
3	Koszt zużycia energii przez agregaty (chłodzenie budynku -)	zł/rok	2 622	2 423	1 804	1 307
4	Całkowity koszt zużycia energii	zł/rok	2 622	2 423	1 804	1 307
5	Oszczędność zużycia energii	kWh/rok	-	210	861	1 384
6	Oszczędność kosztów energii	zł/rok	-	199	818	1 315
7	Redukcja emisji CO₂	kgCO₂/rok	-	164	671	1 080
8	Nakłady inwestycyjne	zł	-	1 500	95 000	96 500
9	SPBT (Prosty okres zwrotu)	lata	-	7.5	116.2	73.4

Roczne zużycie energii i koszty — Baza vs warianty

Każdy słupek to jeden wariant tej grupy; „Stan obecny” (szary) jest punktem odniesienia. Wartości roczne: zużycie energii [kWh/rok] i koszt [zł/rok].

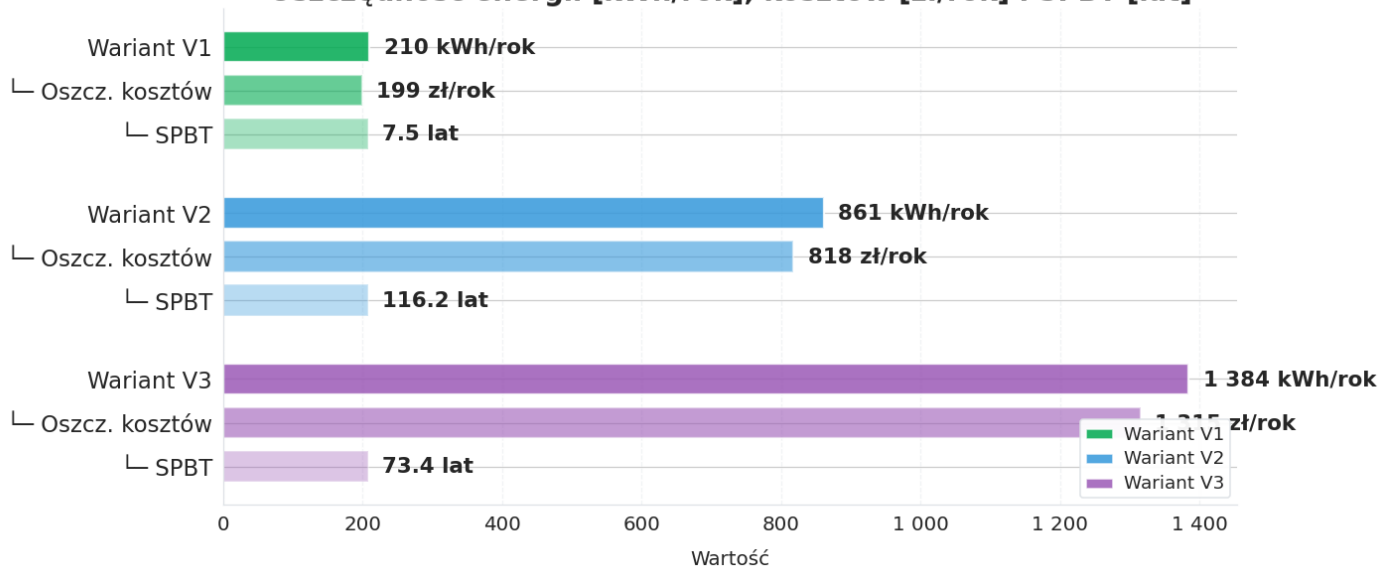
Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram Zużycie energii [kWh] i Koszt [zł]



Oszczędności względem stanu obecnego i okres zwrotu

Dla każdego wariantu: oszczędność energii [kWh/rok] i kosztów [zł/rok] względem stanu obecnego oraz prosty okres zwrotu nakładów SPBT [lat].

Oszczędności - Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram Oszczędność energii [kWh/rok], kosztów [zł/rok] i SPBT [lat]



5.2 Klimatyzacja precyzyjna – free cooling (wymiennik glikolowy)

Analizowane warianty: **Stan obecny (Baza)** **V1** (Free cooling pełny: poniżej 15...) **V2** (Free cooling pełny poniżej 15 ...)

Liczba urządzeń

3

Oszczędność energii

35 858

kWh/rok

Oszczędność kosztów

34 065

PLN/rok

Okres zwrotu (SPBT)

1,9

lat

OPIS STANU OBECNEGO

Serwerownia: klimatyzacja precyzyjna 50 kW (sprężarki DX, EER 2,8) przy stałym obciążeniu ok. 35 kW (70 % mocy nominalnej) pracuje 24/7, także zimą, gdy chłód można brać wprost z powietrza zewnętrznego.

OPIS STANU DOCELOWEGO

Free cooling pełny poniżej 15 °C (V1) albo pełny + częściowy do 20 °C (V2); sprężarki pracują tylko wtedy, gdy powietrze zewnętrzne nie wystarcza.

WYMAGANE DZIAŁANIA

Montaż drycoolera i wymiennika glikolowego, pompa glikolu, przebudowa automatyki (przełączanie trybów wg temperatury zewnętrznej).

Urządzenia w wariancie **Stan obecny (Baza)** (1 urządzeń)

Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Klimatyzacja precyzyjna 50 kW Serwerownia	Klimatyzacja precyzyjna	112 128	106 522	87 460	0	-
RAZEM Grupa bazowa		112 128	106 522	87 460	0	

Urządzenia w wariancie **V1** (1 urządzeń)

Opis wariantu V1: Free cooling pełny: poniżej 15 °C na zewnątrz chłód dostarcza wymiennik glikolowy z drycoolerem, sprężarki stoją; pompa glikolu 2 kW i wentylatory EC drycoolera 2 kW (modulowane). Nakład 45 000 zł netto: drycooler, wymiennik, pompa, automatyka.

Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Klimatyzacja precyzyjna 50 kW Serwerownia	Klimatyzacja precyzyjna	78 768	74 830	61 439	45 000	Free cooling pełny: poniżej 15 °C na zewnątrz chłód...
RAZEM V1		78 768	74 830	61 439	45 000	

Oszczędność energii: 33 360 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 31 692 zł/rok

Redukcja CO₂: 26 021 kgCO₂/rok

SPBT: 1,4 lat

Urządzenia w wariancie **V2** (1 urządzeń)

Opis wariantu V2: Free cooling pełny poniżej 15 °C oraz częściowy do 20 °C (drycooler większy o jeden stopień typoszeregu, płynne mieszanie chłodu z otoczenia i ze sprężarek); pompa glikolu 2 kW i wentylatory EC 2 kW (modulowane). Nakład 65 000 zł netto.

Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Klimatyzacja precyzyjna 50 kW Serwerownia	Klimatyzacja precyzyjna	76 270	72 456	59 490	65 000	Free cooling pełny poniżej 15 °C oraz częściowy do...
RAZEM V2		76 270	72 456	59 490	65 000	

Oszczędność energii: 35 858 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 34 065 zł/rok

Redukcja CO₂: 27 969 kgCO₂/rok

SPBT: 1,9 lat

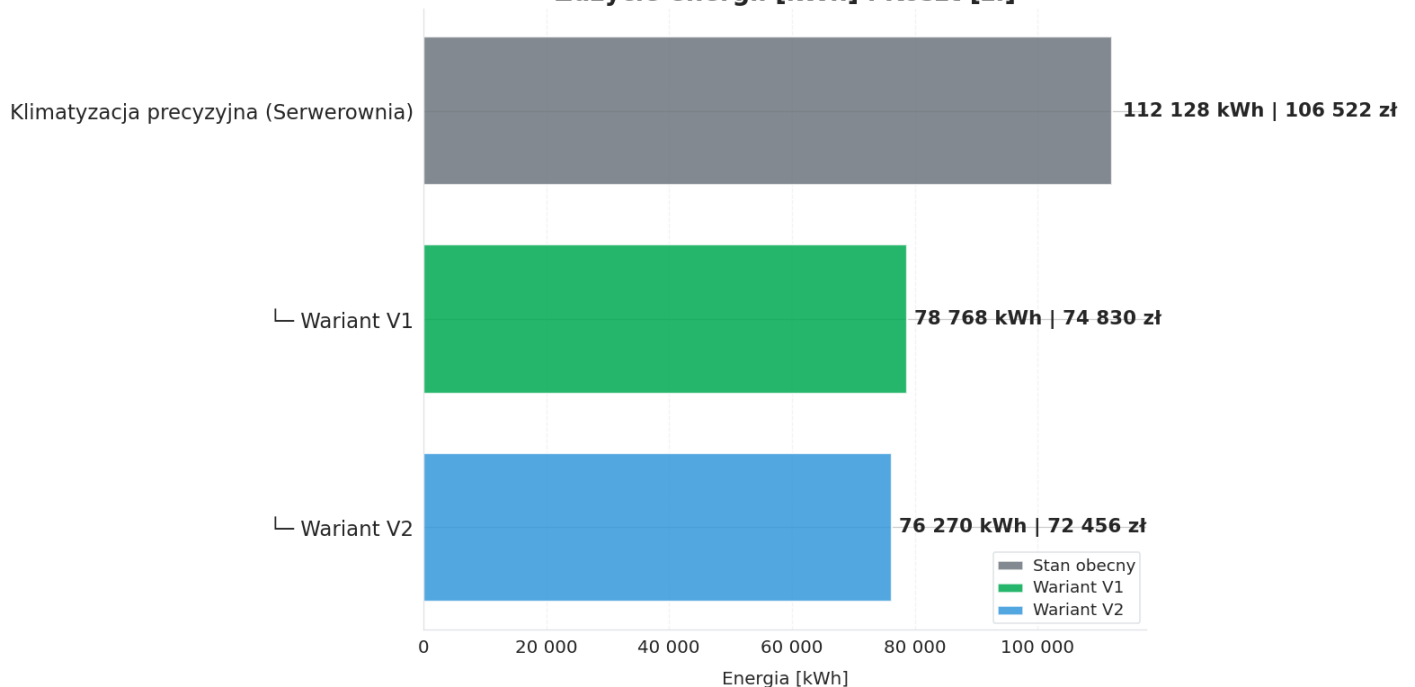
Analiza rozwiązania - porównanie wariantów

Lp	Pozycja	Jednostka	Baza Stan obecny	V1 Free cooling pe...	V2 Free cooling pe...
1	Zużycie energii przez klimatyzacja precyzyjna (serwerownia)	kWh/rok	112 128	78 768	76 270
2	Całkowite zużycie energii	kWh/rok	112 128	78 768	76 270
3	Koszt zużycia energii przez klimatyzacja precyzyjna (serwerownia)	zł/rok	106 522	74 830	72 456
4	Całkowity koszt zużycia energii	zł/rok	106 522	74 830	72 456
5	Oszczędność zużycia energii	kWh/rok	-	33 360	35 858
6	Oszczędność kosztów energii	zł/rok	-	31 692	34 065
7	Redukcja emisji CO₂	kgCO₂/rok	-	26 021	27 969
8	Nakłady inwestycyjne	zł	-	45 000	65 000
9	SPBT (Prosty okres zwrotu)	lata	-	1.4	1.9

Roczne zużycie energii i koszty — Baza vs warianty

Każdy słupek to jeden wariant tej grupy; „Stan obecny” (szary) jest punktem odniesienia. Wartości roczne: zużycie energii [kWh/rok] i koszt [zł/rok].

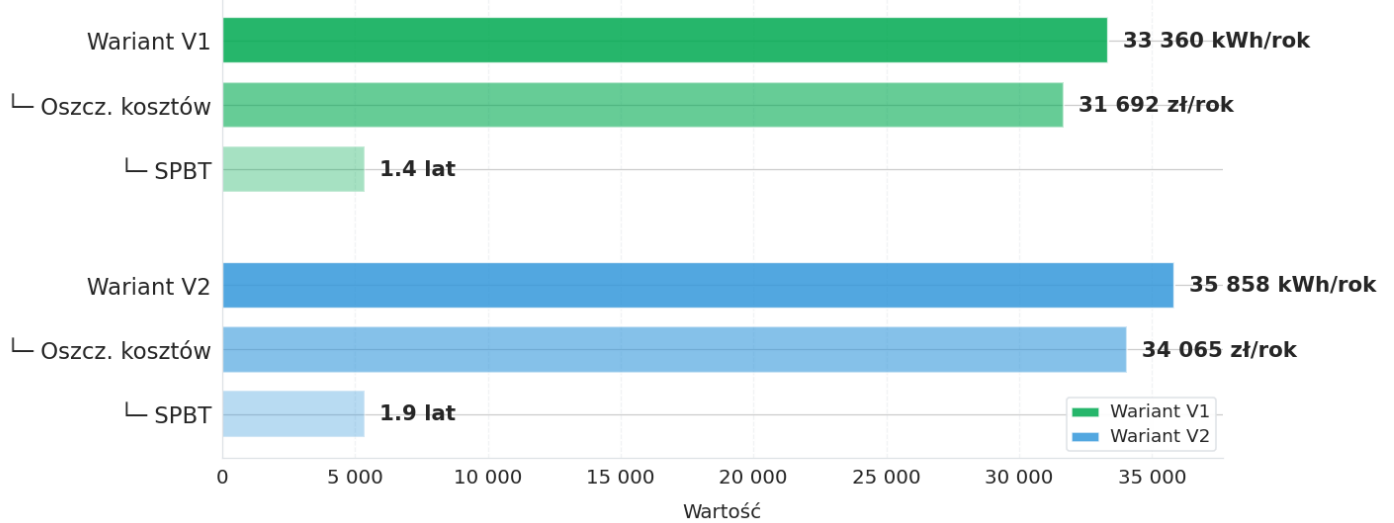
Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymienник glikolowy) Zużycie energii [kWh] i Koszt [zł]



Oszczędności względem stanu obecnego i okres zwrotu

Dla każdego wariantu: oszczędność energii [kWh/rok] i kosztów [zł/rok] względem stanu obecnego oraz prosty okres zwrotu nakładów SPBT [lat].

Oszczędności - Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy) Oszczędność energii [kWh/rok], kosztów [zł/rok] i SPBT [lat]



5.3 Montaż fotowoltaiki

Analizowane warianty: **Stan obecny (Baza)** **V1** (Instalacja PV 33 kWp na dachu ...)

Liczba urządzeń

4

Oszczędność energii

82 189

kWh/rok

Oszczędność kosztów

78 079

PLN/rok

Okres zwrotu (SPBT)

7,5

lat

OPIS STANU OBECNEGO

Stan obecny: brak własnej produkcji energii elektrycznej.

OPIS STANU DOCELOWEGO

Instalacja PV 33 kWp na dachu (SE, 30°) oraz 82,5 kWp na carportach parkingu (SW, 15°).

WYMAGANE DZIAŁANIA

Projekt i montaż instalacji, przyłączenie do sieci, zgłoszenie do OSD.

Urządzenia w wariantcie **Stan obecny (Baza)** (2 urządzeń)

Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
PV — dach południowo- wschodni Budynek główny	Fotowoltaika	0	0	0	0	-
PV — parking południowo-zachodni Parking firmowy (carport)	Fotowoltaika	0	0	0	0	-
RAZEM Grupa bazowa		0	0	0	0	

Urządzenia w wariantcie **V1** (2 urządzeń)

Opis wariantu V1: Instalacja PV 33 kWp na dachu — orientacja SE, nachylenie 30°. Nakład 132 000 zł netto (4 000 zł/kWp). Autokonsumpcja 75 % — budynek pobiera średnio ok. 45 kW przez całą dobę.

Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
PV — dach południowo-wschodni Budynek główny	Fotowoltaika	-23 958	-22 760	-18 687	132 000	Instalacja PV 33 kWp na dachu — orientacja SE, nac...
PV — parking południowo-zachodni Parking firmowy (carport)	Fotowoltaika	-58 231	-55 319	-45 420	453 750	Instalacja PV 82,5 kWp na carportach parkingu — or...
RAZEM V1		-82 189	-78 079	-64 107	585 750	

Oszczędność energii: 82 189 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 78 079 zł/rok

Redukcja CO₂: 64 107 kgCO₂/rok

SPBT: 7,5 lat

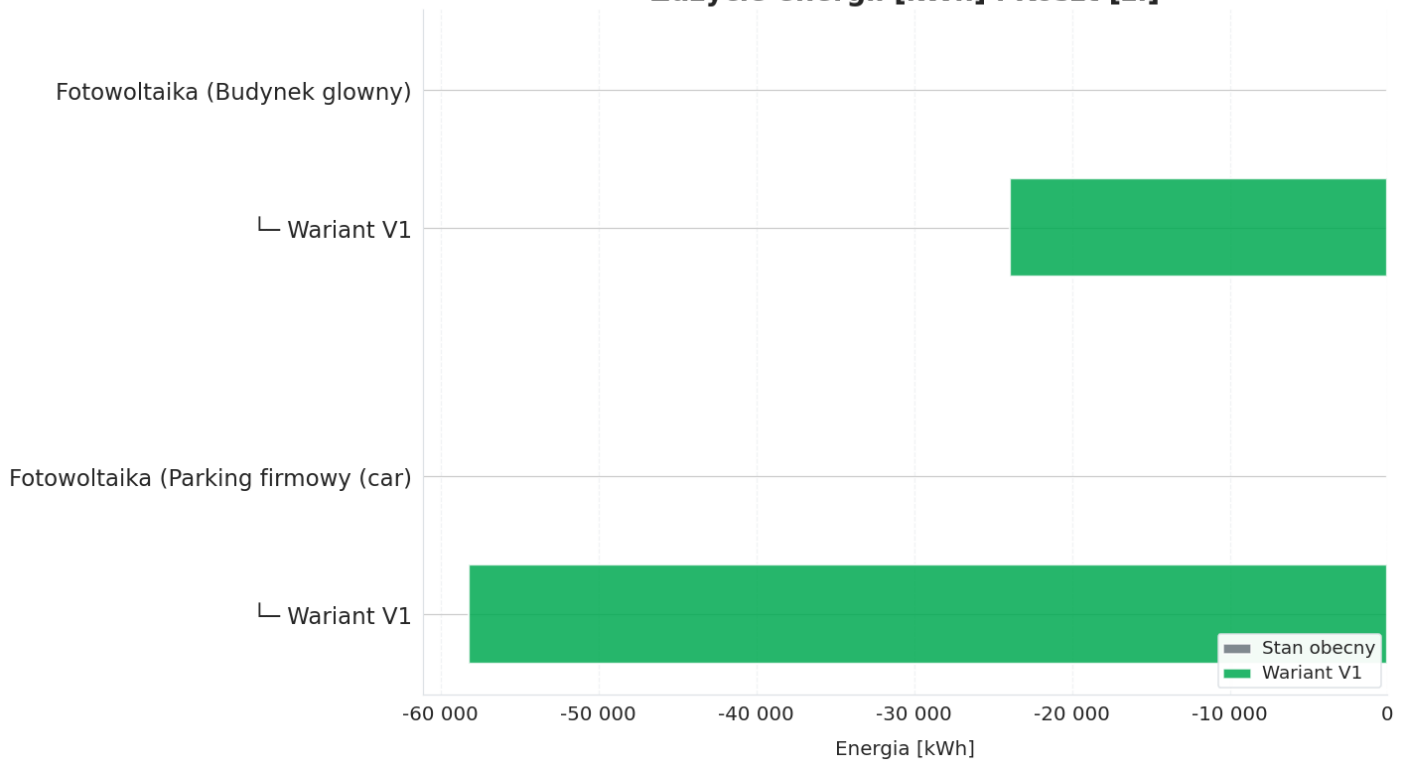
Analiza rozwiązania - porównanie wariantów

Lp	Pozycja	Jednostka	Baza Stan obecny	V1 Instalacja PV 3...
1	Zużycie energii przez fotowoltaikę (budynek główny)	kWh/rok	0	-23 958
2	Zużycie energii przez fotowoltaikę (parking firmowy (car))	kWh/rok	0	-58 231
3	Całkowite zużycie energii	kWh/rok	0	-82 189
4	Koszt zużycia energii przez fotowoltaikę (budynek główny)	zł/rok	0	-22 760
5	Koszt zużycia energii przez fotowoltaikę (parking firmowy (car))	zł/rok	0	-55 319
6	Całkowity koszt zużycia energii	zł/rok	0	-78 079
7	Oszczędność zużycia energii	kWh/rok	-	82 189
8	Oszczędność kosztów energii	zł/rok	-	78 079
9	Redukcja emisji CO₂	kgCO₂/rok	-	64 107
10	Nakłady inwestycyjne	zł	-	585 750
11	SPBT (Prosty okres zwrotu)	lata	-	7.5

Roczne zużycie energii i koszty — Baza vs warianty

Każdy słupek to jeden wariant tej grupy; „Stan obecny” (szary) jest punktem odniesienia. Wartości roczne: zużycie energii [kWh/rok] i koszt [zł/rok].

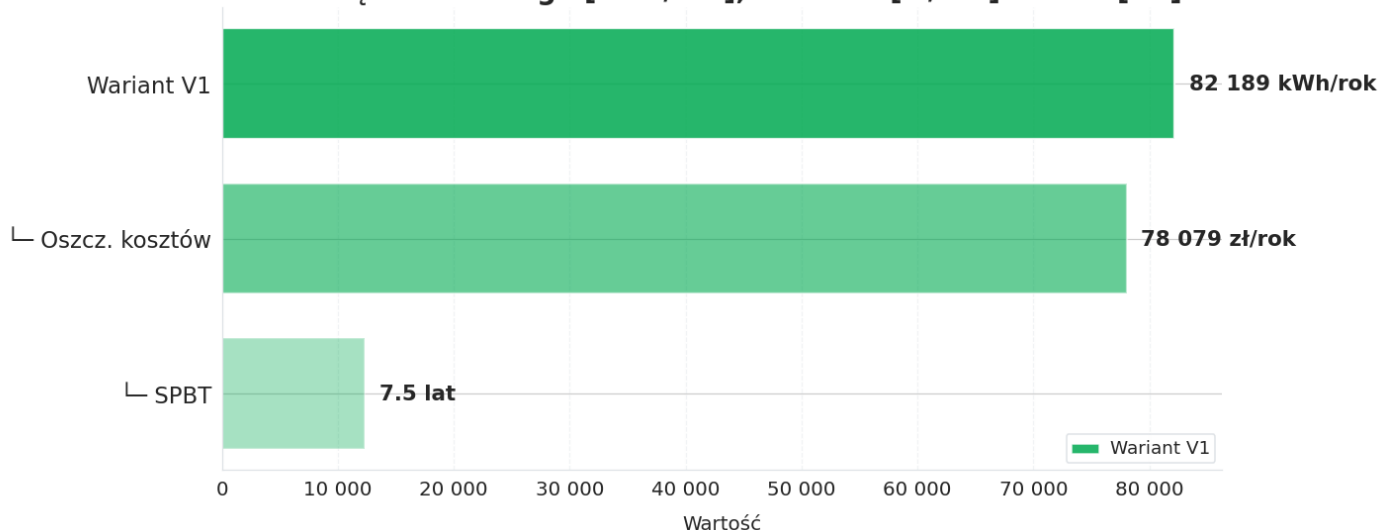
Montaż fotowoltaiki Zużycie energii [kWh] i Koszt [zł]



Oszczędności względem stanu obecnego i okres zwrotu

Dla każdego wariantu: oszczędność energii [kWh/rok] i kosztów [zł/rok] względem stanu obecnego oraz prosty okres zwrotu nakładów SPBT [lat].

Oszczędności - Montaż fotowoltaiki Oszczędność energii [kWh/rok], kosztów [zł/rok] i SPBT [lat]



5.4 Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)

Analizowane warianty: **Stan obecny (Baza)** **V2** (Tryb komfortowy w godzinach 6:...)

Liczba urządzeń

14

Oszczędność energii

23 655

kWh/rok

Oszczędność kosztów

11 684

PLN/rok

Okres zwrotu (SPBT)

1,4

lat

OPIS STANU OBECNEGO

Stan obecny: stałe utrzymanie 22 °C również nocą i w weekendy — nadmierne zużycie energii.

OPIS STANU DOCELOWEGO

Tryb komfortowy 6:00–19:00 w dni robocze (start 1 h przed otwarciem biura o 7:00); nocą i w weekendy tryb ograniczony: chłodzenie 26 °C, grzanie 20 °C (obniżenie nastawy o 2 K — ogrzewania nie wyłącza się, bo budynek wychładza się, a poranne dogrzewanie zjada oszczędność), nawiew centrali 18 °C przy zmniejszonym wydatku. Urządzenia nie są wyłączane.

WYMAGANE DZIAŁANIA

Programowanie sterownika z dwoma profilami (komfort/eco), optymalizacja nastaw nocnych, kampania informacyjna dla użytkowników.

Parametry Modernizacji

Parametr	Jednostka	Grupa Bazowa	V2
Godziny trybu komfortowego	h	24/7	06:00–19:00
Dni trybu komfortowego / tydzień	d	5–7	5
Nastawa grzania noc/weekend	°C	22	20
Nastawa chłodzenia noc/weekend	°C	22	26

Urządzenia w wariantcie **Stan obecny (Baza)** **(7 urządzeń)**

Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Centrala wentylacyjna 5000 m³/h Strefy biurowe 1-3 piętro (open space + sale konferencyjne)	Centrala	49 571	29 514	23 448	0	-
Nagrzewnica kanałowa elektryczna 15 kW Wejście główne	Nagrzewnica	42 891	40 746	33 455	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
Pompa chłodzenia 1 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m ² każdy)	Pompa	156	148	122	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
Pompa grzania 1 kW Wejście główne	Pompa	2 857	2 714	2 228	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
Klimakonwektor 5 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m ² każdy)	Klimakonwektor	316	300	247	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
Klimatyzator 5 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m ² każdy)	Klimatyzator	867	823	676	0	-
Kurtyna 2 kW Wejście główne	Kurtyna	6 620	2 408	1 804	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
RAZEM Grupa bazowa		103 277	76 654	61 979	0	

Urządzenia w wariantcie **V2** (7 urządzeń)

Opis wariantu V2: Tryb komfortowy w godzinach 6:00–19:00 w dni robocze; nocą i w weekendy tryb ograniczony (nawiew 18 °C zimą, zmniejszony wydatek). Nakład 12 000 zł netto: sterownik z dwoma profilami i integracja z BMS.

Nazwa	Typ	Energia [kWh/ rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ / rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Centrala wentylacyjna 5000 m³/h Strefy biurowe 1-3 piętro (open space + sale konferencyjne)	Centrala	32 959	22 684	18 240	12 000	Tryb komfortowy w godzinach 6:00–19:00 w dni robocze...
Nagrzewnica kanałowa elektryczna 15 kW Wejście główne	Nagrzewnica	39 231	37 269	30 600	1 500	Nawiew 22 °C w godzinach 6:00–19:00 w dni robocze;...
Pompa chłodzenia 1 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m ² każdy)	Pompa	126	120	99	300	Pełna praca w godzinach 6:00–19:00 w dni robocze; ...
Pompa grzania 1 kW Wejście główne	Pompa	2 733	2 596	2 132	300	Pełna praca w godzinach 6:00–19:00 w dni robocze; ...
Klimakonwektor 5 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m ² każdy)	Klimakonwektor	239	227	187	400	Tryb komfortowy 22 °C w godzinach 6:00–19:00 w dni...
Klimatyzator 5 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m ² każdy)	Klimatyzator	826	785	644	1 200	Tryb komfortowy 6:00–19:00 w dni robocze; nocą i w...
Kurtyna 2 kW Wejście główne	Kurtyna	3 507	1 288	967	900	Nastawa 22 °C w godzinach 6:00–19:00 w dni robocze...
RAZEM V2		79 622	64 970	52 868	16 600	

Oszczędność energii: 23 655 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 11 684 zł/rok

Redukcja CO₂: 9 112 kgCO₂/rok

SPBT: 1,4 lat

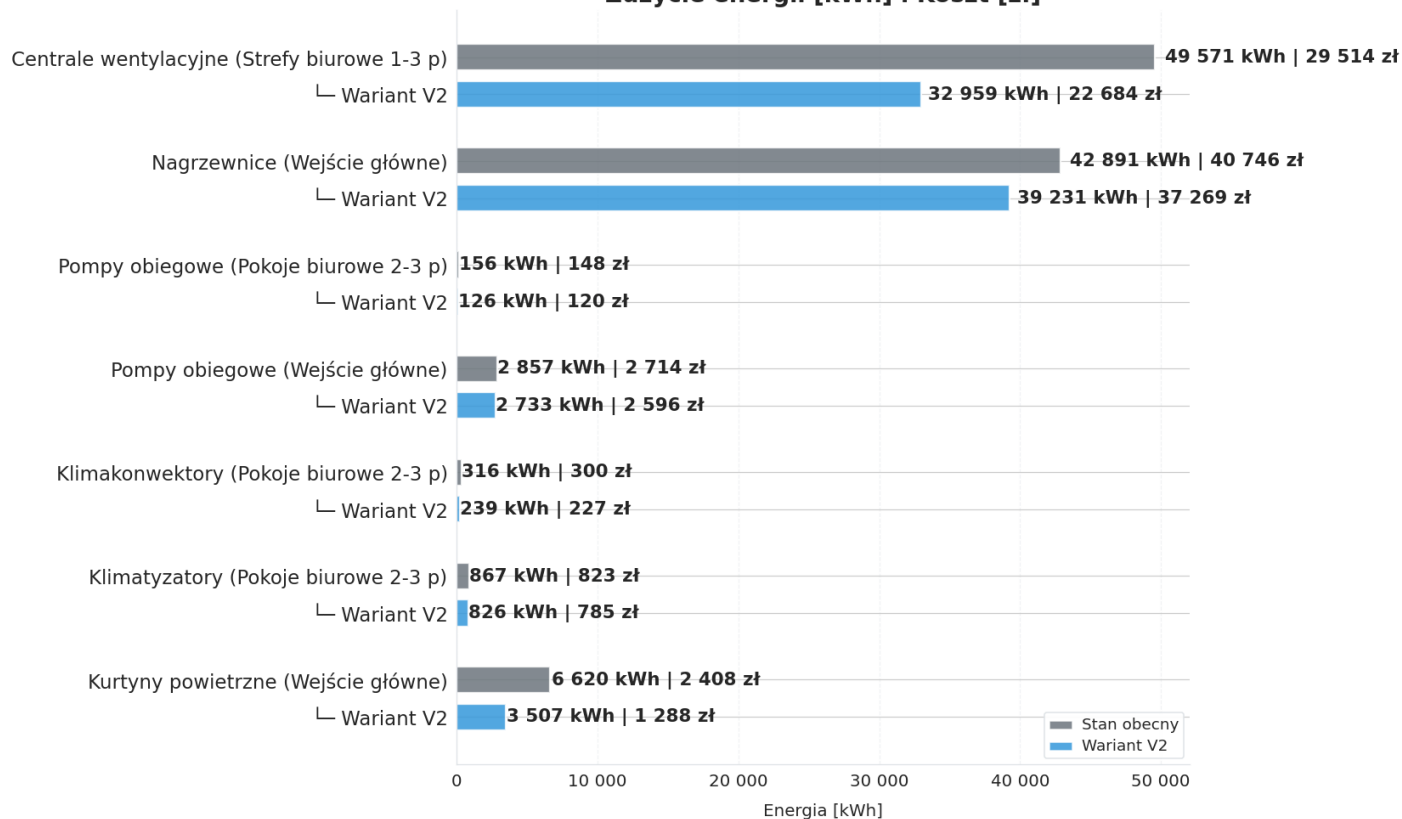
Analiza rozwiązania - porównanie wariantów

Lp	Pozycja	Jednostka	Baza	V2
			Stan obecny	Tryb komfortowy...
1	Zużycie energii przez centrale wentylacyjne (strefy biurowe 1-3 p)	kWh/rok	49 571	32 959
2	Zużycie energii przez klimakonwektory (pokoje biurowe 2-3 p)	kWh/rok	316	239
3	Zużycie energii przez klimatyzatory (pokoje biurowe 2-3 p)	kWh/rok	867	826
4	Zużycie energii przez kurtyny powietrzne (wejście główne)	kWh/rok	6 620	3 507
5	Zużycie energii przez nagrzewnice (wejście główne)	kWh/rok	42 891	39 231
6	Zużycie energii przez pompy obiegowe (pokoje biurowe 2-3 p)	kWh/rok	156	126
7	Zużycie energii przez pompy obiegowe (wejście główne)	kWh/rok	2 857	2 733
8	Całkowite zużycie energii	kWh/rok	103 277	79 622
9	Koszt zużycia energii przez centrale wentylacyjne (strefy biurowe 1-3 p)	zł/rok	29 514	22 684
10	Koszt zużycia energii przez klimakonwektory (pokoje biurowe 2-3 p)	zł/rok	300	227
11	Koszt zużycia energii przez klimatyzatory (pokoje biurowe 2-3 p)	zł/rok	823	785
12	Koszt zużycia energii przez kurtyny powietrzne (wejście główne)	zł/rok	2 408	1 288
13	Koszt zużycia energii przez nagrzewnice (wejście główne)	zł/rok	40 746	37 269
14	Koszt zużycia energii przez pompy obiegowe (pokoje biurowe 2-3 p)	zł/rok	148	120
15	Koszt zużycia energii przez pompy obiegowe (wejście główne)	zł/rok	2 714	2 596
16	Całkowity koszt zużycia energii	zł/rok	76 654	64 970
17	Oszczędność zużycia energii	kWh/rok	-	23 655
18	Oszczędność kosztów energii	zł/rok	-	11 684
19	Redukcja emisji CO₂	kgCO₂/rok	-	9 112
20	Nakłady inwestycyjne	zł	-	16 600
21	SPBT (Prosty okres zwrotu)	lata	-	1.4

Roczne zużycie energii i koszty — Baza vs warianty

Każdy słupek to jeden wariant tej grupy; „Stan obecny” (szary) jest punktem odniesienia. Wartości roczne: zużycie energii [kWh/rok] i koszt [zł/rok].

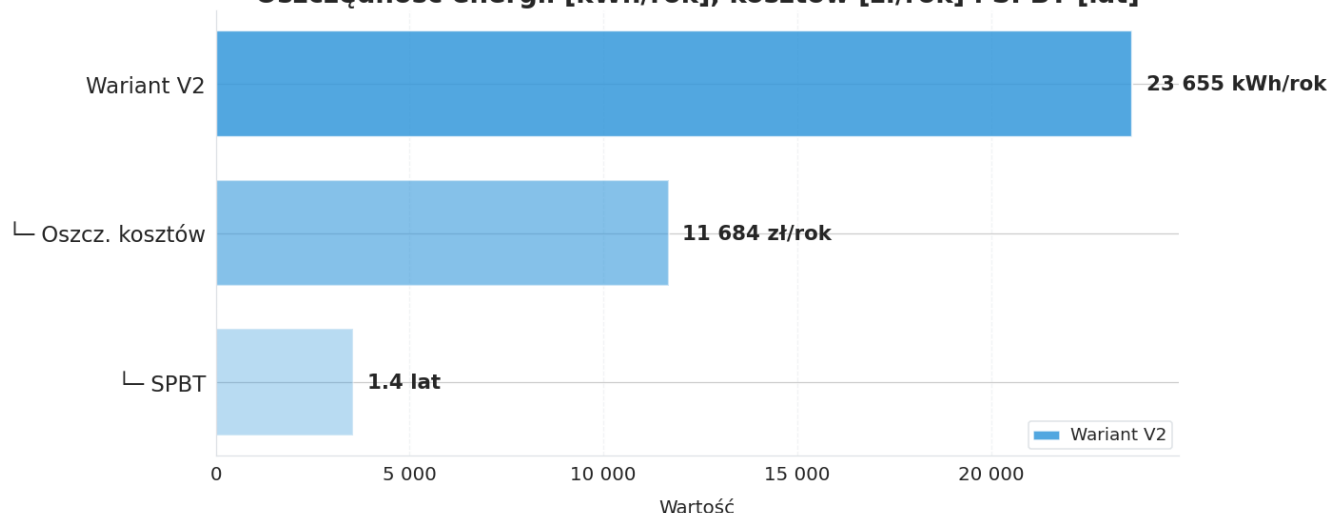
Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00-19:00) Zużycie energii [kWh] i Koszt [zł]



Oszczędności względem stanu obecnego i okres zwrotu

Dla każdego wariantu: oszczędność energii [kWh/rok] i kosztów [zł/rok] względem stanu obecnego oraz prosty okres zwrotu nakładów SPBT [lat].

Oszczędności - Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00-19:00) Oszczędność energii [kWh/rok], kosztów [zł/rok] i SPBT [lat]



5.5 Obniżenie nastawy grzania do 20 °C

Analizowane warianty: **Stan obecny (Baza)** **V3** (Temperatura nawiewu za nagrzew...)

Liczba urządzeń

6

Oszczędność energii

6 522

kWh/rok

Oszczędność kosztów

5 844

PLN/rok

Okres zwrotu (SPBT)

0,2

lat

OPIS STANU OBECNEGO

Stan obecny: nastawa grzania 22 °C przez cały rok na kurtynie, nagrzewnicy kanałowej i obiegu grzewczym.

OPIS STANU DOCELOWEGO

Nastawa grzania 20 °C zamiast 22 °C (każdy 1 °C mniej to ok. 5-6 % energii na grzanie); harmonogram bez zmian.

WYMAGANE DZIAŁANIA

Zmiana nastaw w sterownikach, kampania informacyjna dla użytkowników.

Urządzenia w wariantcie **Stan obecny (Baza)** (3 urządzeń)

Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Nagrzewnica kanałowa elektryczna 15 kW Wejście główne	Nagrzewnica	42 891	40 746	33 455	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
Pompa grzania 1 kW Wejście główne	Pompa	2 857	2 714	2 228	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
Kurtyna 2 kW Wejście główne	Kurtyna	6 620	2 408	1 804	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
RAZEM Grupa bazowa		52 367	45 868	37 487	0	

Urządzenia w wariancie **V3** (3 urządzeń)

Opis wariantu V3: Temperatura nawiewu za nagrzewnicą 20 °C zamiast 22 °C; harmonogram jak w stanie obecnym.

Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Nagrzewnica kanałowa elektryczna 15 kW Wejście główne	Nagrzewnica	37 146	35 289	28 974	300	Temperatura nawiewu za nagrzewnicą 20 °C zamiast 2...
Pompa grzania 1 kW Wejście główne	Pompa	2 635	2 503	2 055	300	Nastawa grzania 20 °C zamiast 22 °C; harmonogram j...
Kurtyna 2 kW Wejście główne	Kurtyna	6 064	2 232	1 675	300	Nastawa grzania 20 °C zamiast 22 °C; harmonogram j...
RAZEM V3		45 845	40 024	32 704	900	

Oszczędność energii: 6 522 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 5 844 zł/rok

Redukcja CO₂: 4 783 kgCO₂/rok

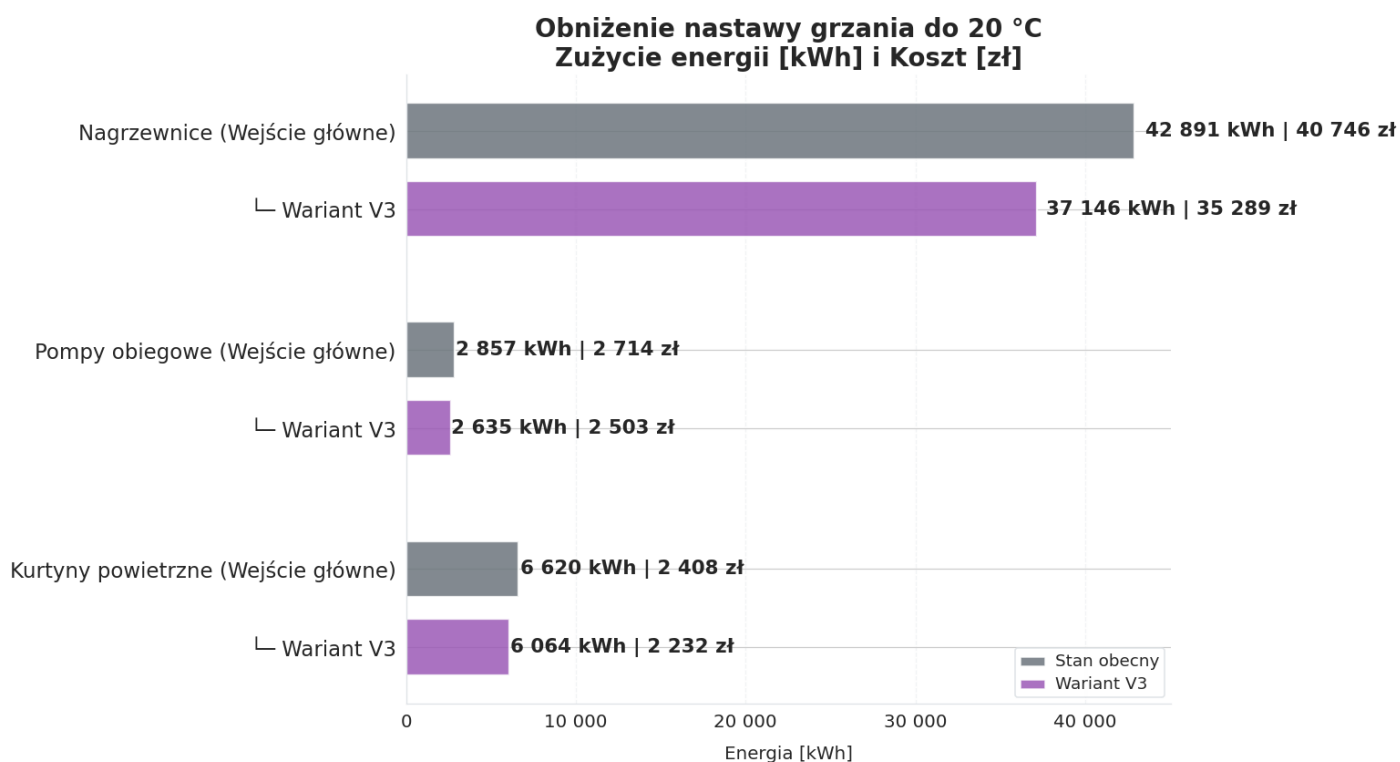
SPBT: 0,2 lat

Analiza rozwiązania - porównanie wariantów

Lp	Pozycja	Jednostka	Baza Stan obecny	V3 Temperatura naw...
1	Zużycie energii przez kurtyny powietrzne (wejście główne)	kWh/rok	6 620	6 064
2	Zużycie energii przez nagrzewnice (wejście główne)	kWh/rok	42 891	37 146
3	Zużycie energii przez pompy obiegowe (wejście główne)	kWh/rok	2 857	2 635
4	Całkowite zużycie energii	kWh/rok	52 367	45 845
5	Koszt zużycia energii przez kurtyny powietrzne (wejście główne)	zł/rok	2 408	2 232
6	Koszt zużycia energii przez nagrzewnice (wejście główne)	zł/rok	40 746	35 289
7	Koszt zużycia energii przez pompy obiegowe (wejście główne)	zł/rok	2 714	2 503
8	Całkowity koszt zużycia energii	zł/rok	45 868	40 024
9	Oszczędność zużycia energii	kWh/rok	-	6 522
10	Oszczędność kosztów energii	zł/rok	-	5 844
11	Redukcja emisji CO₂	kgCO₂/rok	-	4 783
12	Nakłady inwestycyjne	zł	-	900
13	SPBT (Prosty okres zwrotu)	lata	-	0.2

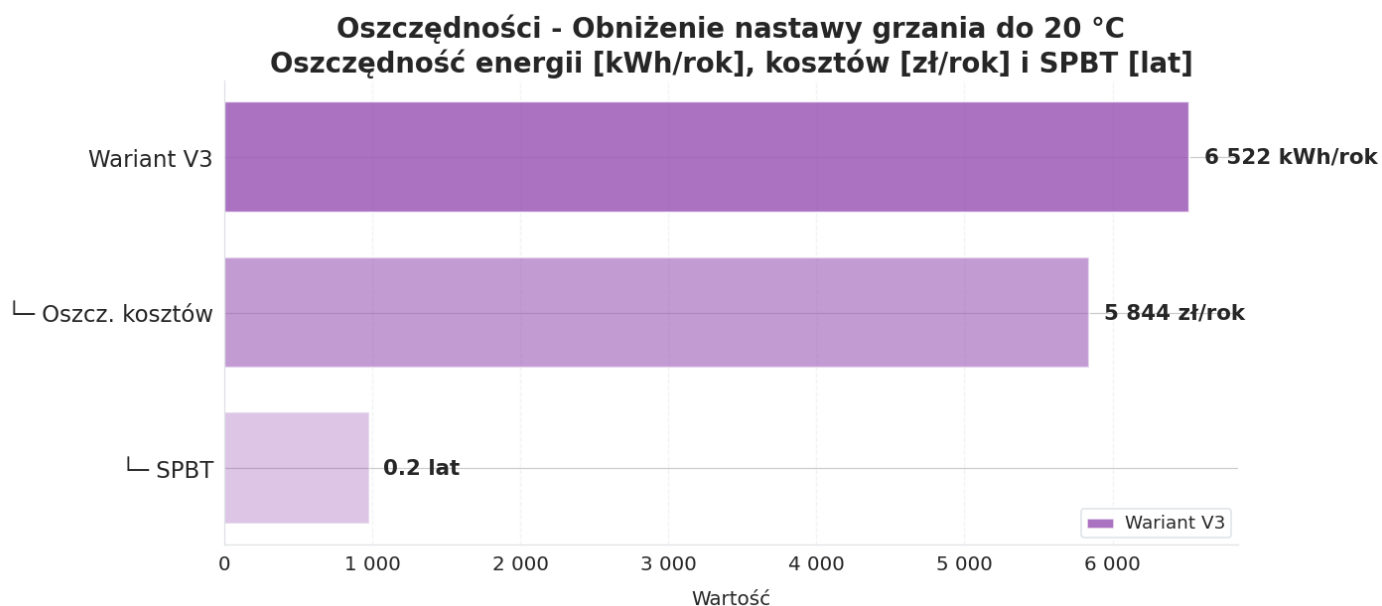
Roczne zużycie energii i koszty — Baza vs warianty

Każdy słupek to jeden wariant tej grupy; „Stan obecny” (szary) jest punktem odniesienia. Wartości roczne: zużycie energii [kWh/rok] i koszt [zł/rok].



Oszczędności względem stanu obecnego i okres zwrotu

Dla każdego wariantu: oszczędność energii [kWh/rok] i kosztów [zł/rok] względem stanu obecnego oraz prosty okres zwrotu nakładów SPBT [lat].



5.6 Podwyższenie nastawy chłodzenia do 26 °C

Analizowane warianty: **Stan obecny (Baza)** **V3** (Próg chłodzenia 26 °C zamiast ...)

Liczba urządzeń

4

Oszczędność energii

170

kWh/rok

Oszczędność kosztów

161

PLN/rok

Okres zwrotu (SPBT)

4,3

lat

OPIS STANU OBECNEGO

Stan obecny: nastawa chłodzenia 22 °C przez cały rok na klimakonwektorze i obiegu chłodu.

OPIS STANU DOCELOWEGO

Nastawa chłodzenia 26 °C zamiast 22 °C; harmonogram bez zmian.

WYMAGANE DZIAŁANIA

Zmiana nastaw w sterownikach, kampania informacyjna dla użytkowników.

Urządzenia w wariantcie **Stan obecny (Baza)** (2 urządzeń)

Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Pompa chłodzenia 1 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m ² każdy)	Pompa	156	148	122	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
Klimakonwektor 5 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m ² każdy)	Klimakonwektor	316	300	247	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
RAZEM Grupa bazowa		472	448	368	0	

Urządzenia w wariantcie **V3** (2 urządzeń)

Opis wariantu V3: Próg chłodzenia 26 °C zamiast 22 °C — pompa obiegu chłodu rusza dopiero przy wyższej temperaturze; harmonogram jak w stanie obecnym.

Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Pompa chłodzenia 1 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m ² każdy)	Pompa	74	70	58	300	Próg chłodzenia 26 °C zamiast 22 °C — pompa obiegu...
Klimakonwektor 5 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m ² każdy)	Klimakonwektor	228	217	178	400	Nastawa chłodzenia 26 °C zamiast 22 °C; harmonogra...
RAZEM V3		302	287	236	700	

Oszczędność energii: 170 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 161 zł/rok

Redukcja CO₂: 132 kgCO₂/rok

SPBT: 4,3 lat

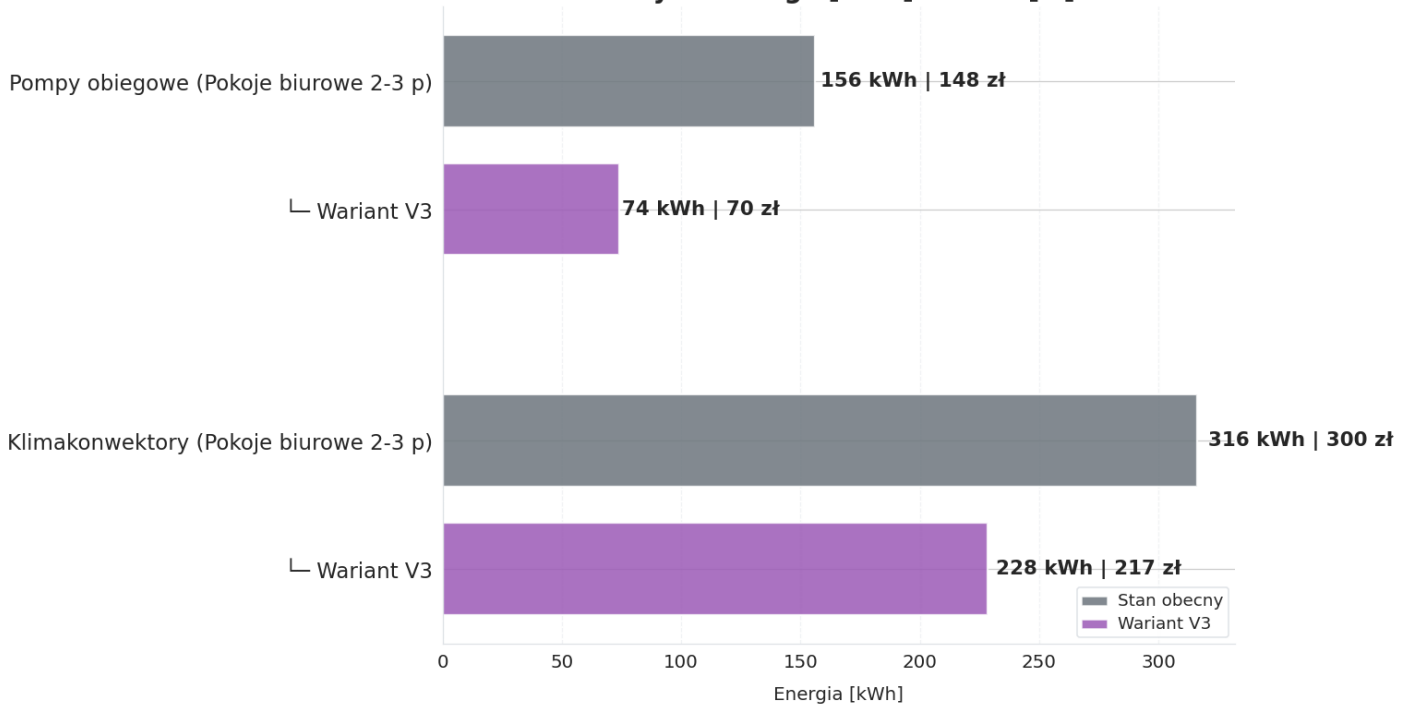
Analiza rozwiązania - porównanie wariantów

Lp	Pozycja	Jednostka	Baza	V3
			Stan obecny	Próg chłodzenia...
1	Zużycie energii przez klimakonwektory (pokoje biurowe 2-3 p)	kWh/rok	316	228
2	Zużycie energii przez pompy obiegowe (pokoje biurowe 2-3 p)	kWh/rok	156	74
3	Całkowite zużycie energii	kWh/rok	472	302
4	Koszt zużycia energii przez klimakonwektory (pokoje biurowe 2-3 p)	zł/rok	300	217
5	Koszt zużycia energii przez pompy obiegowe (pokoje biurowe 2-3 p)	zł/rok	148	70
6	Całkowity koszt zużycia energii	zł/rok	448	287
7	Oszczędność zużycia energii	kWh/rok	-	170
8	Oszczędność kosztów energii	zł/rok	-	161
9	Redukcja emisji CO₂	kgCO₂/rok	-	132
10	Nakłady inwestycyjne	zł	-	700
11	SPBT (Prosty okres zwrotu)	lata	-	4.3

Roczne zużycie energii i koszty — Baza vs warianty

Każdy słupek to jeden wariant tej grupy; „Stan obecny” (szary) jest punktem odniesienia. Wartości roczne: zużycie energii [kWh/rok] i koszt [zł/rok].

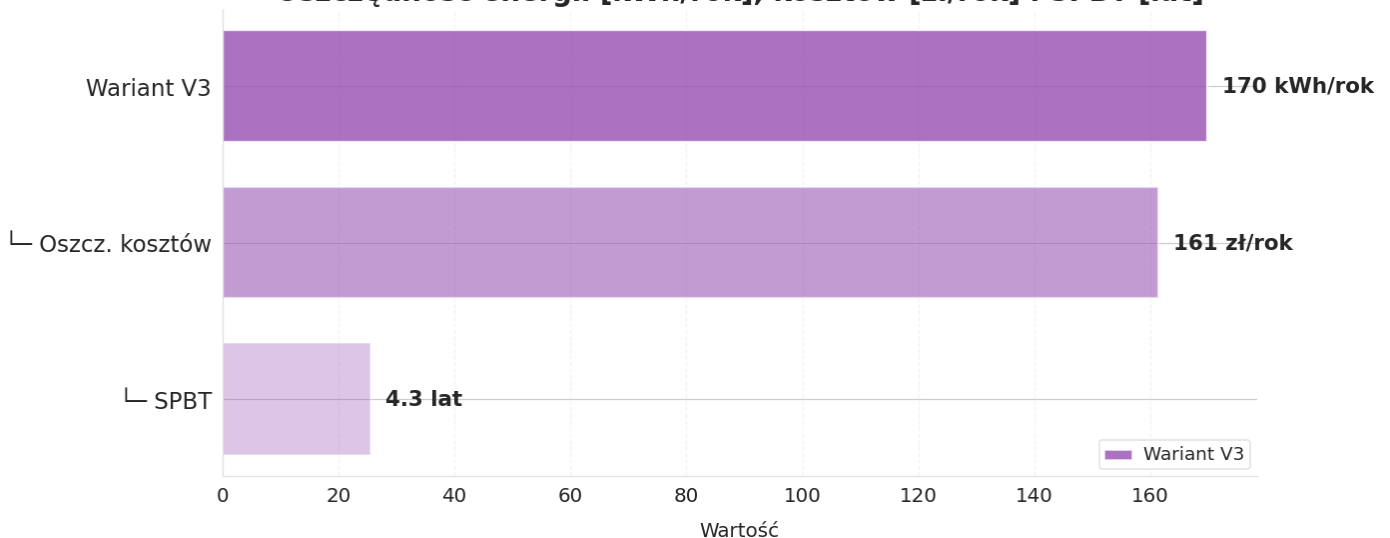
Podwyższenie nastawy chłodzenia do 26 °C Zużycie energii [kWh] i Koszt [zł]



Oszczędności względem stanu obecnego i okres zwrotu

Dla każdego wariantu: oszczędność energii [kWh/rok] i kosztów [zł/rok] względem stanu obecnego oraz prosty okres zwrotu nakładów SPBT [lat].

Oszczędności - Podwyższenie nastawy chłodzenia do 26 °C Oszczędność energii [kWh/rok], kosztów [zł/rok] i SPBT [lat]



5.7 Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00-19:00)

Analizowane warianty: **Stan obecny (Baza)** **V2** (Pełny wydatek w godzinach 7:00...)

Liczba urządzeń

6

Oszczędność energii

27 950

kWh/rok

Oszczędność kosztów

26 552

PLN/rok

Okres zwrotu (SPBT)

0,3

lat

OPIS STANU OBECNEGO

Stan obecny: praca ciągła 7 dni w tygodniu, bez ograniczenia nocnego i weekendowego.

OPIS STANU DOCELOWEGO

Praca 24/7: pełna moc w godz. 7:00-19:00 w dni robocze, poza — 30 % mocy.

WYMAGANE DZIAŁANIA

Instalacja sterownika z dwoma profilami (komfort / eco).

Urządzenia w wariantcie **Stan obecny (Baza)** (3 urządzeń)

Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Wentylator 5000 m³/h Wentylacja ogólna budynku	Wentylator	9 656	9 173	7 532	0	-
Nawilżacz 3000 m³/h Strefa biurowa - nawilżanie	Nawilżacz	47 544	45 167	37 084	0	Wariant bazowy — proporcjonalny 24/7, praca ciągła...
Inne 1 kW Pozostałe odbiory elektryczne (sprzęt biurowy / serwerownia)	Inne	8 760	8 322	6 833	0	Wariant bazowy — praca non stop 24/7.
RAZEM Grupa bazowa		65 960	62 662	51 449	0	

Urządzenia w wariantcie **V2** (3 urządzeń)

Opis wariantu V2: Pełny wydatek w godzinach 7:00–19:00 w dni robocze; poza nimi 30 % wydatku. Nakład 4 500 zł: przemiennik częstotliwości.

Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Wentylator 5000 m³/h Wentylacja ogólna budynku	Wentylator	5 313	5 048	4 145	4 500	Pełny wydatek w godzinach 7:00–19:00 w dni robocze...
Nawilżacz 3000 m³/h Strefa biurowa - nawilżanie	Nawilżacz	27 877	26 483	21 744	1 500	Pełne nawilżanie w godzinach 7:00–19:00 w dni robo...
Inne 1 kW Pozostałe odbiory elektryczne (sprzęt biurowy / serwerownia)	Inne	4 820	4 579	3 760	800	Pełna moc w godzinach 7:00–19:00 w dni robocze; po...
RAZEM V2		38 011	36 110	29 648	6 800	

Oszczędność energii: 27 950 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 26 552 zł/rok

Redukcja CO₂: 21 801 kgCO₂/rok

SPBT: 0,3 lat

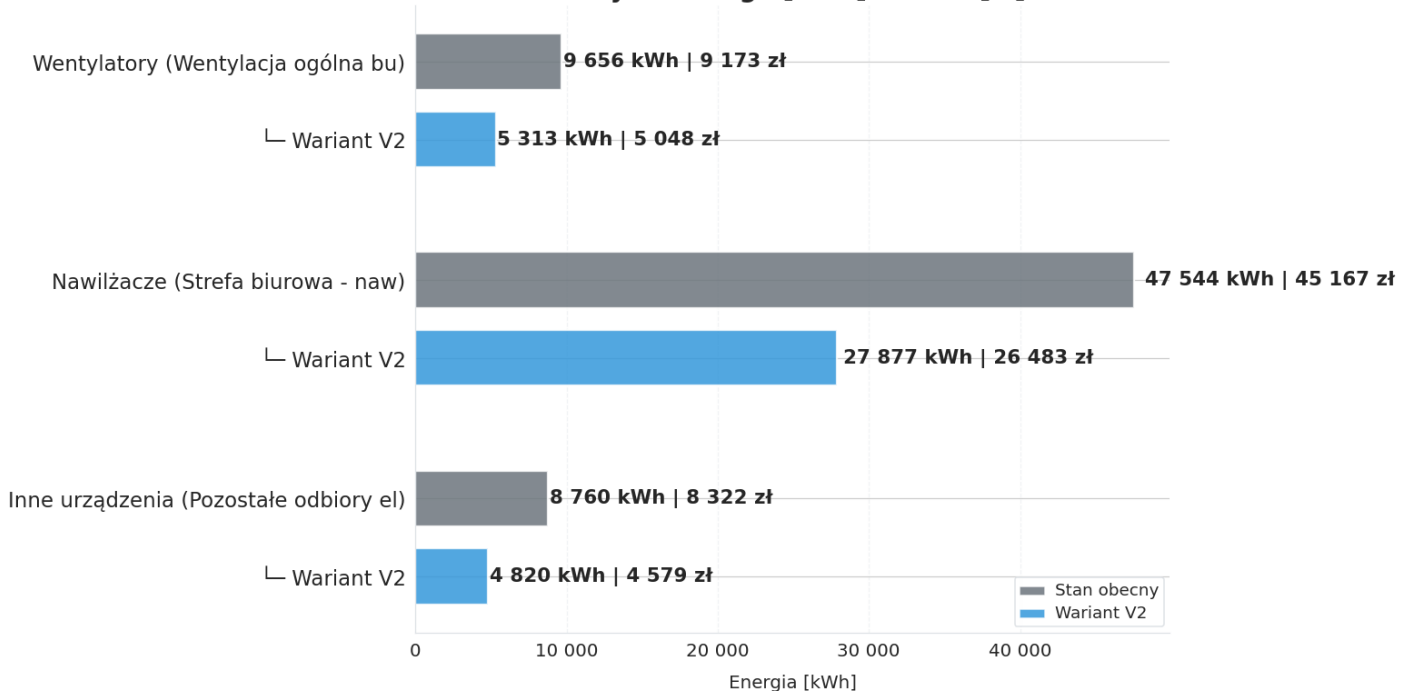
Analiza rozwiązania - porównanie wariantów

Lp	Pozycja	Jednostka	Baza Stan obecny	V2 Pełny wydatek w...
1	Zużycie energii przez inne urządzenia (pozostałe odbiory el)	kWh/rok	8 760	4 820
2	Zużycie energii przez nawilżacze (strefa biurowa - naw)	kWh/rok	47 544	27 877
3	Zużycie energii przez wentylatory (wentylacja ogólna bu)	kWh/rok	9 656	5 313
4	Całkowite zużycie energii	kWh/rok	65 960	38 011
5	Koszt zużycia energii przez inne urządzenia (pozostałe odbiory el)	zł/rok	8 322	4 579
6	Koszt zużycia energii przez nawilżacze (strefa biurowa - naw)	zł/rok	45 167	26 483
7	Koszt zużycia energii przez wentylatory (wentylacja ogólna bu)	zł/rok	9 173	5 048
8	Całkowity koszt zużycia energii	zł/rok	62 662	36 110
9	Oszczędność zużycia energii	kWh/rok	-	27 950
10	Oszczędność kosztów energii	zł/rok	-	26 552
11	Redukcja emisji CO₂	kgCO₂/rok	-	21 801
12	Nakłady inwestycyjne	zł	-	6 800
13	SPBT (Prosty okres zwrotu)	lata	-	0.3

Roczne zużycie energii i koszty — Baza vs warianty

Każdy słupek to jeden wariant tej grupy; „Stan obecny” (szary) jest punktem odniesienia. Wartości roczne: zużycie energii [kWh/rok] i koszt [zł/rok].

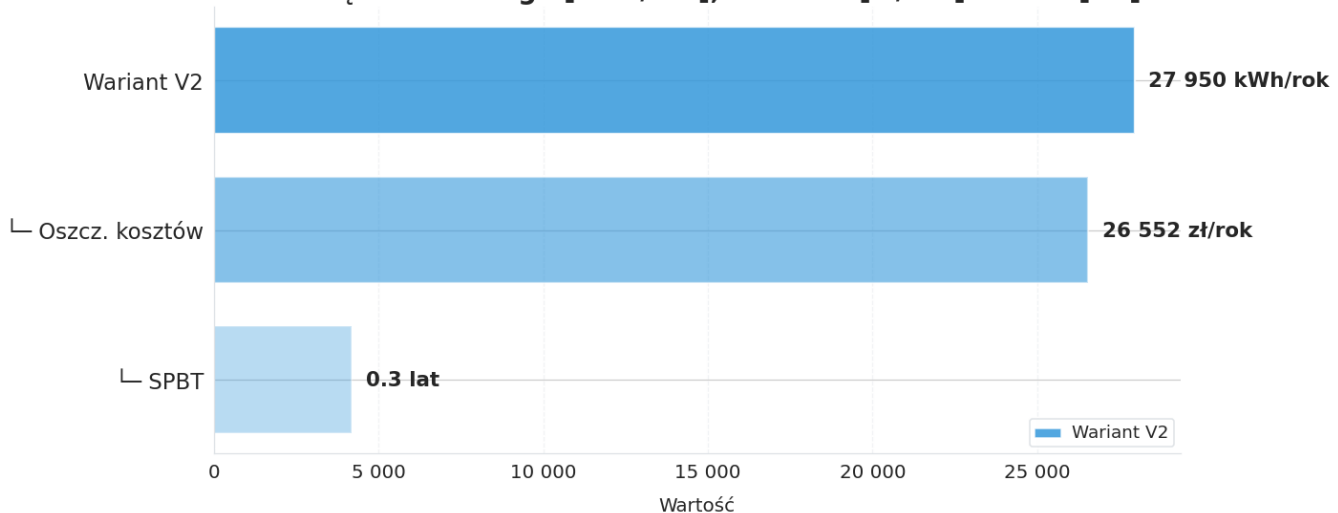
Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00-19:00) Zużycie energii [kWh] i Koszt [zł]



Oszczędności względem stanu obecnego i okres zwrotu

Dla każdego wariantu: oszczędność energii [kWh/rok] i kosztów [zł/rok] względem stanu obecnego oraz prosty okres zwrotu nakładów SPBT [lat].

Oszczędności - Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00-19:00) Oszczędność energii [kWh/rok], kosztów [zł/rok] i SPBT [lat]



5.8 Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy

Analizowane warianty: **Stan obecny (Baza)** **V1** (Granica ogrzewania 17 °C zamia...) **V2** (Granica ogrzewania 17 °C; c.w....) **V3** (Granica ogrzewania 15 °C; bez ...) **V4** (Granica ogrzewania 17 °C; bez ...)

Liczba urządzeń

5

Oszczędność energii

7 566

kWh/rok

Oszczędność kosztów

2 933

PLN/rok

Okres zwrotu (SPBT)

0,5

lat

OPIS STANU OBECNEGO

Optymalizacja regulacji kotłowni gazowej 10 kW: warianty granicy ogrzewania (15/17 °C), uwzględnienie c.w.u. oraz wyłączenie sezonowe (V-VIII).

OPIS STANU DOCELOWEGO

Optymalizacja granicy ogrzewania i harmonogramu pracy kotłowni.

WYMAGANE DZIAŁANIA

Przeprogramowanie regulatora pogodowego, kalibracja krzywej grzewczej.

Urządzenia w wariantcie **Stan obecny (Baza)** (1 urządzeń)

Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Kotłownia gazowa 10 kW Centralne ogrzewanie + c.w.u.	Źródło ciepła	34 218	12 982	7 816	0	-
RAZEM Grupa bazowa		34 218	12 982	7 816	0	

Urządzenia w wariancie **V1** (1 urządzeń)

Opis wariantu V1: Granica ogrzewania 17 °C zamiast 20 °C; kocioł nadal przygotowuje c.w.u.; praca cały rok. Nakład 1 500 zł: przeprogramowanie regulatora pogodowego.

Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Kotłownia gazowa 10 kW Centralne ogrzewanie + c.w.u.	Źródło ciepła	33 871	12 861	7 747	1 500	Granica ogrzewania 17 °C zamiast 20 °C; kocioł nad...
RAZEM V1		33 871	12 861	7 747	1 500	

Oszczędność energii: 347 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 121 zł/rok

Redukcja CO₂: 69 kgCO₂/rok

SPBT: 12,4 lat

Urządzenia w wariancie **V2** (1 urządzeń)

Opis wariantu V2: Granica ogrzewania 17 °C; c.w.u. poza kotłem (tylko c.o./c.t.); praca cały rok. Nakład 1 500 zł: przeprogramowanie regulatora.

Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Kotłownia gazowa 10 kW Centralne ogrzewanie + c.w.u.	Źródło ciepła	30 419	11 519	6 927	1 500	Granica ogrzewania 17 °C; c.w.u. poza kotłem (tylk...
RAZEM V2		30 419	11 519	6 927	1 500	

Oszczędność energii: 3 799 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 1 463 zł/rok

Redukcja CO₂: 889 kgCO₂/rok

SPBT: 1,0 lat

Urządzenia w wariancie **V3** (1 urządzeń)

Opis wariantu V3: Granica ogrzewania 15 °C; bez c.w.u.; sprawność kotła 93 % po regulacji palnika. Nakład 2 500 zł: regulacja palnika i regulatora.

Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Kotłownia gazowa 10 kW Centralne ogrzewanie + c.w.u.	Źródło ciepła	29 329	11 083	6 657	2 500	Granica ogrzewania 15 °C; bez c.w.u.; sprawność ko...
RAZEM V3		29 329	11 083	6 657	2 500	

Oszczędność energii: 4 889 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 1 899 zł/rok

Redukcja CO₂: 1 159 kgCO₂/rok

SPBT: 1,3 lat

Urządzenia w wariancie **V4** (1 urządzeń)

Opis wariantu V4: Granica ogrzewania 17 °C; bez c.w.u.; kocioł wyłączony poza sezonem grzewczym (V–VIII). Nakład 1 500 zł: przeprogramowanie regulatora.

Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Kotłownia gazowa 10 kW Centralne ogrzewanie + c.w.u.	Źródło ciepła	26 652	10 049	6 027	1 500	Granica ogrzewania 17 °C; bez c.w.u.; kocioł wyłącz...
RAZEM V4		26 652	10 049	6 027	1 500	

Oszczędność energii: 7 566 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 2 933 zł/rok

Redukcja CO₂: 1 789 kgCO₂/rok

SPBT: 0,5 lat

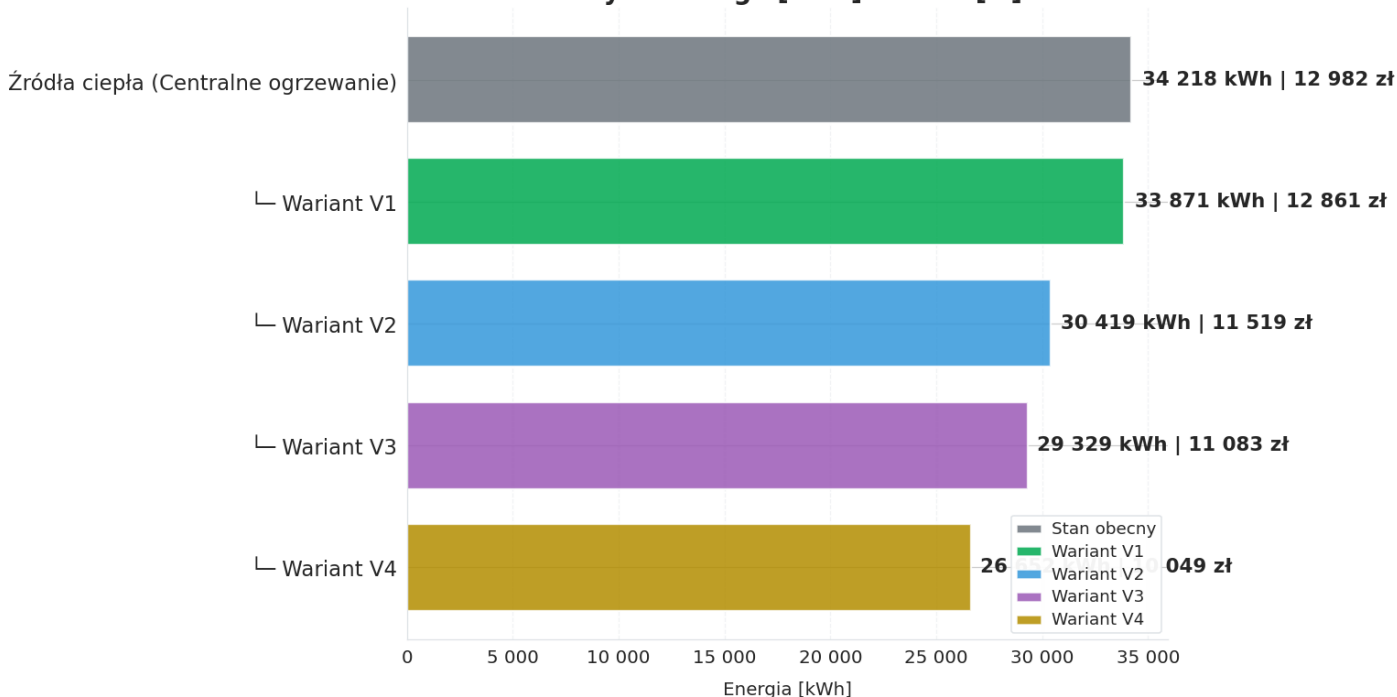
Analiza rozwiązania - porównanie wariantów

Lp	Pozycja	Jednostka	Baza Stan obecny	V1 Granica ogrzewa...	V2 Granica ogrzewa...	V3 Granica ogrzewa...	V4 Granica ogrzewa...
1	Zużycie energii przez źródła ciepła (centralne ogrzewanie)	kWh/rok	34 218	33 871	30 419	29 329	26 652
2	Całkowite zużycie energii	kWh/rok	34 218	33 871	30 419	29 329	26 652
3	Koszt zużycia energii przez źródła ciepła (centralne ogrzewanie)	zł/rok	12 982	12 861	11 519	11 083	10 049
4	Całkowity koszt zużycia energii	zł/rok	12 982	12 861	11 519	11 083	10 049
5	Oszczędność zużycia energii	kWh/rok	-	347	3 799	4 889	7 566
6	Oszczędność kosztów energii	zł/rok	-	121	1 463	1 899	2 933
7	Redukcja emisji CO₂	kgCO₂/rok	-	69	889	1 159	1 789
8	Nakłady inwestycyjne	zł	-	1 500	1 500	2 500	1 500
9	SPBT (Prosty okres zwrotu)	lata	-	12.4	1.0	1.3	0.5

Roczne zużycie energii i koszty — Baza vs warianty

Każdy słupek to jeden wariant tej grupy; „Stan obecny” (szary) jest punktem odniesienia. Wartości roczne: zużycie energii [kWh/rok] i koszt [zł/rok].

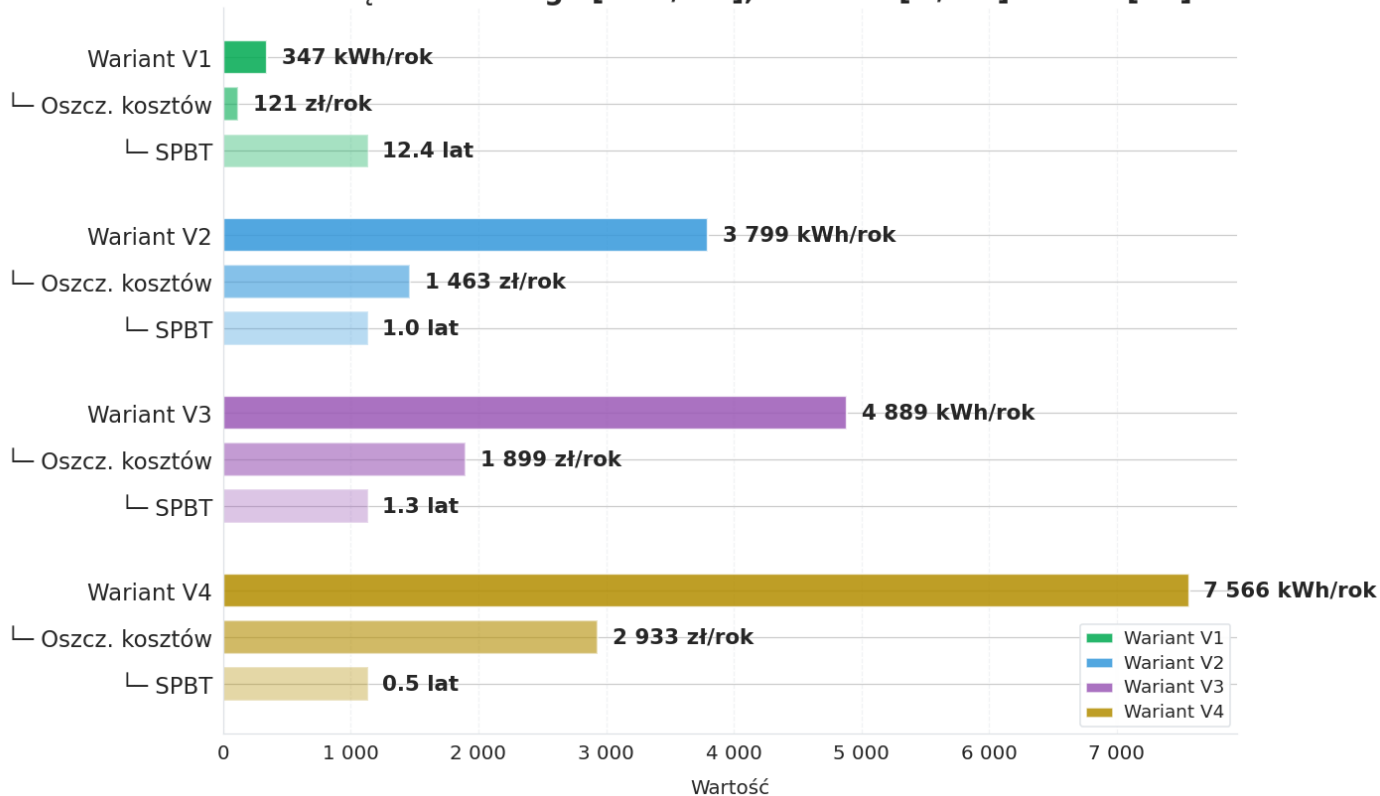
Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy Zużycie energii [kWh] i Koszt [zł]



Oszczędności względem stanu obecnego i okres zwrotu

Dla każdego wariantu: oszczędność energii [kWh/rok] i kosztów [zł/rok] względem stanu obecnego oraz prosty okres zwrotu nakładów SPBT [lat].

Oszczędności - Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy Oszczędność energii [kWh/rok], kosztów [zł/rok] i SPBT [lat]



5.9 Wymiana świetlówek na LED

Analizowane warianty: **Stan obecny (Baza)** **V1** (Wymiana 1:1 wszystkich 135 opr...)

Liczba urządzeń

2

Oszczędność energii

6 811

kWh/rok

Oszczędność kosztów

6 470

PLN/rok

Okres zwrotu (SPBT)

4,8

lat

OPIS STANU OBECNEGO

Oświetlenie: 135 opraw świetłówkowych T8/T5, kompaktowych i halogenowych, sterowanie czasowe.

OPIS STANU DOCELOWEGO

Wymiana opraw na LED 1:1 z zachowaniem poziomu natężenia oświetlenia.

WYMAGANE DZIAŁANIA

Demontaż starych opraw, montaż LED, utylizacja świetlówek.

Urządzenia w wariantcie **Stan obecny (Baza)** (1 urządzeń)

Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Oświetlenie — budynek Cały budynek (open space, korytarze, sanitariaty, techniczne, recepcja)	Oświetlenie	13 776	13 088	10 746	0	Wariant bazowy - istniejące oprawy ze świetłówkami...
RAZEM Grupa bazowa		13 776	13 088	10 746	0	

Urządzenia w wariantcie **V1** (1 urządzeń)

Opis wariantu V1: Wymiana 1:1 wszystkich 135 opraw na LED przy tym samym strumieniu świetlnym; moc opraw spada o 50–90 %. Nakład 31 000 zł netto: oprawy, montaż, utylizacja świetlówek.

Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Oświetlenie — budynek Cały budynek (open space, korytarze, sanitariaty, techniczne, recepcja)	Oświetlenie	6 966	6 617	5 433	31 000	Wymiana 1:1 wszystkich 135 opraw na LED przy tym s...
RAZEM V1		6 966	6 617	5 433	31 000	

Oszczędność energii: 6 811 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 6 470 zł/rok

Redukcja CO₂: 5 312 kgCO₂/rok

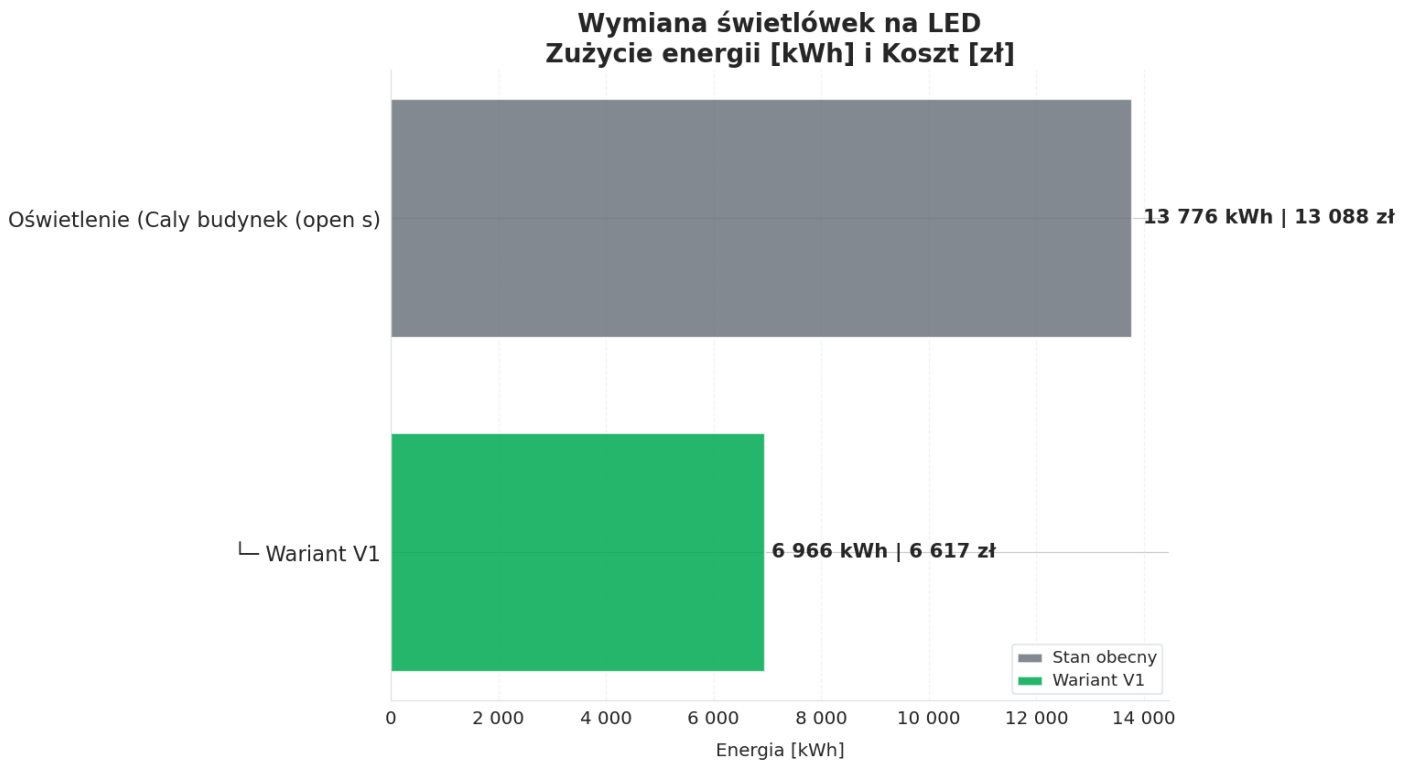
SPBT: 4,8 lat

Analiza rozwiązania - porównanie wariantów

Lp	Pozycja	Jednostka	Baza	V1
			Stan obecny	Wymiana 1:1 wsz...
1	Zużycie energii przez oświetlenie (cały budynek (open s))	kWh/rok	13 776	6 966
2	Całkowite zużycie energii	kWh/rok	13 776	6 966
3	Koszt zużycia energii przez oświetlenie (cały budynek (open s))	zł/rok	13 088	6 617
4	Całkowity koszt zużycia energii	zł/rok	13 088	6 617
5	Oszczędność zużycia energii	kWh/rok	-	6 811
6	Oszczędność kosztów energii	zł/rok	-	6 470
7	Redukcja emisji CO₂	kgCO₂/rok	-	5 312
8	Nakłady inwestycyjne	zł	-	31 000
9	SPBT (Prosty okres zwrotu)	lata	-	4.8

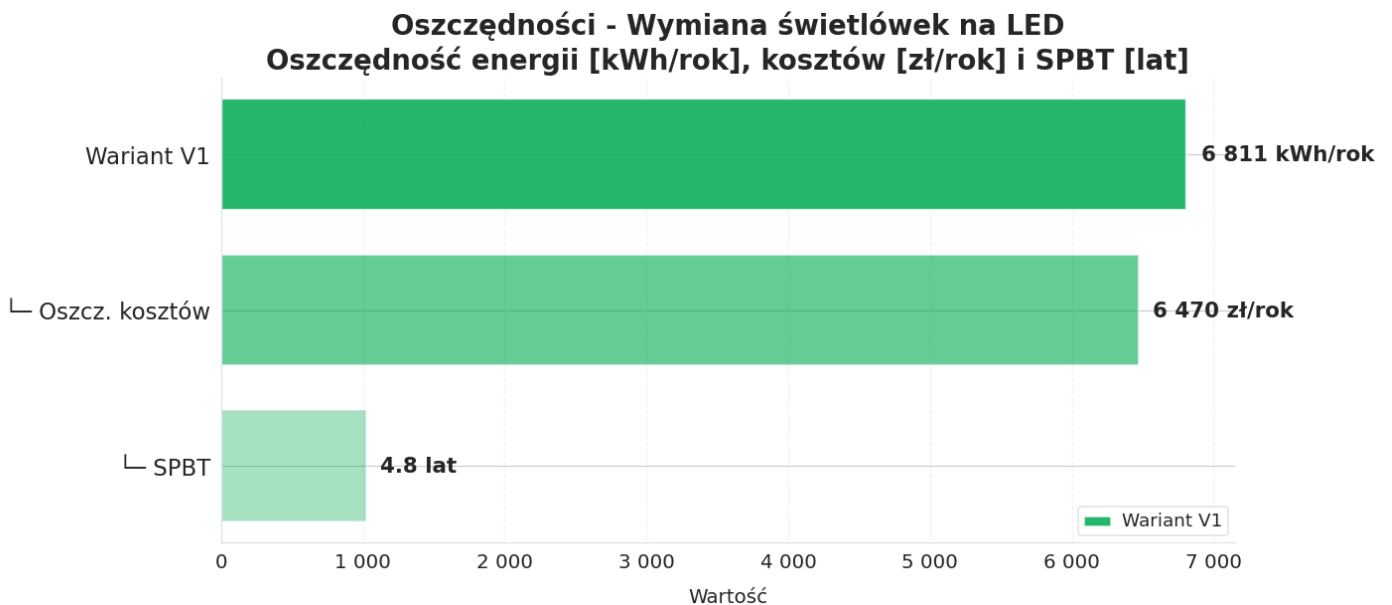
Roczne zużycie energii i koszty — Baza vs warianty

Każdy słupek to jeden wariant tej grupy; „Stan obecny” (szary) jest punktem odniesienia. Wartości roczne: zużycie energii [kWh/rok] i koszt [zł/rok].



Oszczędności względem stanu obecnego i okres zwrotu

Dla każdego wariantu: oszczędność energii [kWh/rok] i kosztów [zł/rok] względem stanu obecnego oraz prosty okres zwrotu nakładów SPBT [lat].



5.10 Wymiana źródła ciepła — pompa ciepła, węzeł lub kocioł elektryczny

Analizowane warianty: **Stan obecny (Baza)** **V5** (Wymiana kotła gazowego na pomp...) **V6** (Wymiana kotła gazowego na węze...) **V7** (Wymiana kotła gazowego na koci...)

Liczba urządzeń

4

Oszczędność energii

1 992

kWh/rok

Oszczędność kosztów

2 836

PLN/rok

Okres zwrotu (SPBT)

15,9

lat

OPIS STANU OBECNEGO

Porównanie technologii źródła ciepła: pompa ciepła / sieć ciepłna / boiler elektryczny — alternatywy do bazowej kotłowni gazowej.

OPIS STANU DOCELOWEGO

Zastąpienie kotła gazowego pompą ciepła, węzłem cieplnym lub kotłem elektrycznym.

WYMAGANE DZIAŁANIA

Demontaż kotłowni gazowej, montaż nowego źródła, przebudowa wpięć i automatyki.

Urządzenia w wariantcie **Stan obecny (Baza)** (1 urządzeń)

Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Kotłownia gazowa 10 kW Centralne ogrzewanie + c.w.u.	Źródło ciepła	34 218	12 982	7 816	0	-
RAZEM Grupa bazowa		34 218	12 982	7 816	0	

Urządzenia w wariancie **V5** (1 urządzeń)

Opis wariantu V5: Wymiana kotła gazowego na pompę ciepła powietrze-woda 10 kW (SCOP 3,5). Nakład 55 000 zł netto: jednostka, bufor, automatyka, demontaż kotłowni.

Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Kotłownia gazowa 10 kW Centralne ogrzewanie + c.w.u.	Źródło ciepła	10 440	9 918	8 143	55 000	Wymiana kotła gazowego na pompę ciepła powietrze-w...
RAZEM V5		10 440	9 918	8 143	55 000	

Oszczędność energii: 23 778 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 3 064 zł/rok

Redukcja CO₂: -327 kgCO₂/rok

SPBT: 17,9 lat

Urządzenia w wariancie **V6** (1 urządzeń)

Opis wariantu V6: Wymiana kotła gazowego na węzeł cieplny (sieć miejska), 10 kW. Nakład 45 000 zł netto: węzeł kompaktowy, przyłącze, opłata przyłączeniowa.

Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Kotłownia gazowa 10 kW Centralne ogrzewanie + c.w.u.	Źródło ciepła	32 226	10 147	7 418	45 000	Wymiana kotła gazowego na węzeł cieplny (sieć miej...
RAZEM V6		32 226	10 147	7 418	45 000	

Oszczędność energii: 1 992 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 2 836 zł/rok

Redukcja CO₂: 398 kgCO₂/rok

SPBT: 15,9 lat

Urządzenia w wariantcie V7 (1 urządzeń)

Opis wariantu V7: Wymiana kotła gazowego na kocioł elektryczny 10 kW. Nakład 12 000 zł netto: kocioł i przystosowanie zasilania.

Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Kotłownia gazowa 10 kW Centralne ogrzewanie + c.w.u.	Źródło ciepła	34 212	32 502	26 685	12 000	Wymiana kotła gazowego na kocioł elektryczny 10 kW...
RAZEM V7		34 212	32 502	26 685	12 000	

Oszczędność energii: 6 kWh/rok

Oszczędność kosztów: -19 519 zł/rok

Redukcja CO₂: -18 869 kgCO₂/rok

SPBT: -

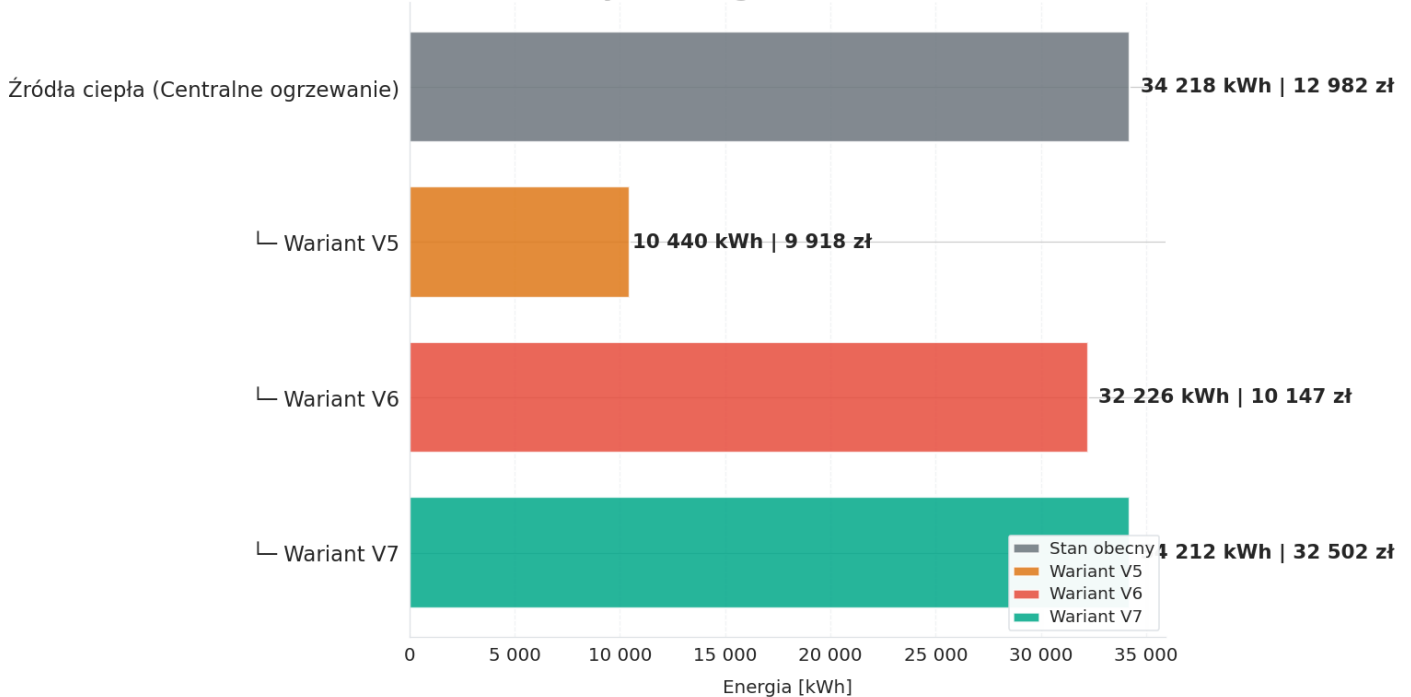
Analiza rozwiązania - porównanie wariantów

Lp	Pozycja	Jednostka	Baza Stan obecny	V5 Wymiana kotła g...	V6 Wymiana kotła g...	V7 Wymiana kotła g...
1	Zużycie energii przez źródła ciepła (centralne ogrzewanie)	kWh/rok	34 218	10 440	32 226	34 212
2	Całkowite zużycie energii	kWh/rok	34 218	10 440	32 226	34 212
3	Koszt zużycia energii przez źródła ciepła (centralne ogrzewanie)	zł/rok	12 982	9 918	10 147	32 502
4	Całkowity koszt zużycia energii	zł/rok	12 982	9 918	10 147	32 502
5	Oszczędność zużycia energii	kWh/rok	-	23 778	1 992	6
6	Oszczędność kosztów energii	zł/rok	-	3 064	2 836	-19 519
7	Redukcja emisji CO₂	kgCO₂/rok	-	-327	398	-18 869
8	Nakłady inwestycyjne	zł	-	55 000	45 000	12 000
9	SPBT (Prosty okres zwrotu)	lata	-	17.9	15.9	-

Roczne zużycie energii i koszty — Baza vs warianty

Każdy słupek to jeden wariant tej grupy; „Stan obecny” (szary) jest punktem odniesienia. Wartości roczne: zużycie energii [kWh/rok] i koszt [zł/rok].

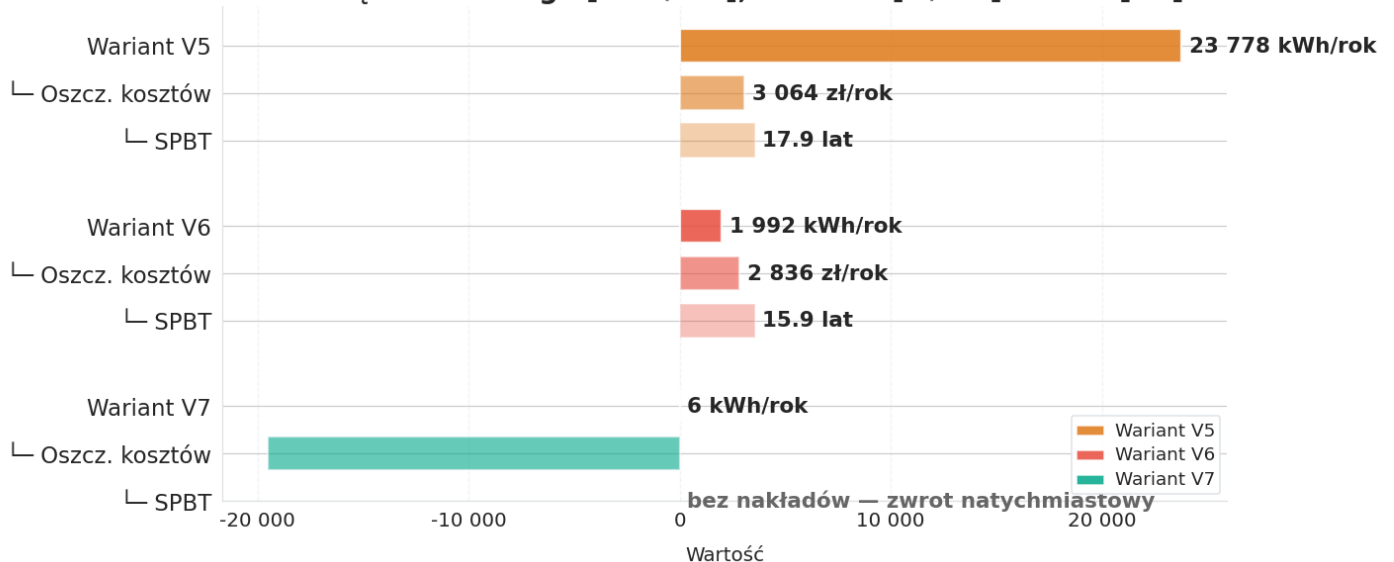
Wymiana źródła ciepła — pompa ciepła, węzeł lub kocioł elektryczny Zużycie energii [kWh] i Koszt [zł]



Oszczędności względem stanu obecnego i okres zwrotu

Dla każdego wariantu: oszczędność energii [kWh/rok] i kosztów [zł/rok] względem stanu obecnego oraz prosty okres zwrotu nakładów SPBT [lat].

Oszczędności - Wymiana źródła ciepła — pompa ciepła, węzeł lub kocioł elektryczny Oszczędność energii [kWh/rok], kosztów [zł/rok] i SPBT [lat]



5.11 Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00-19:00)

Analizowane warianty: **Stan obecny (Baza)** **V1** (Centrala pracuje w godzinach 5...)

Liczba urządzeń 8	Oszczędność energii 29 712 kWh/rok	Oszczędność kosztów 17 273 PLN/rok	Okres zwrotu (SPBT) 0,8 lat
-----------------------------	---	---	--

OPIS STANU OBECNEGO

Stan obecny: wentylacja i chłodzenie biur pracują 24/7 — jednostki uruchamiane ręcznie przez użytkowników, często pozostawione na noc i na weekend.

OPIS STANU DOCELOWEGO

Centrala wentylacyjna, klimatyzator, klimakonwektor i pompa obiegu chłodu pracują 5:00-19:00 w dni robocze (start 2 h przed otwarciem biura o 7:00 — przewietrzenie i schłodzenie pomieszczeń). W nocy i w weekendy urządzenia wyłączone. Ogrzewanie NIE jest wyłączane — jego harmonogram obejmuje osobna grupa „Obniżenie nastaw”.

WYMAGANE DZIAŁANIA

Sterownik centralny (BMS) z programem tygodniowym dla centrali i klimatyzacji, zegar dla pompy chłodu, integracja z systemem kontroli dostępu.

Parametry Modernizacji

Parametr	Jednostka	Grupa Bazowa	V1
Godziny pracy	h	24/7	05:00-19:00
Dni pracy / tydzień	d	5-7	5

Urządzenia w wariantcie **Stan obecny (Baza)** **(4 urządzeń)**

Nazwa	Typ	Energia [kWh/ rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ / rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Centrala wentylacyjna 5000 m3/h Strefy biurowe 1-3 piętro (open space + sale konferencyjne)	Centrala	49 571	29 514	23 448	0	-
Pompa chłodzenia 1 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m ² każdy)	Pompa	156	148	122	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
Klimakonwektor 5 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m ² każdy)	Klimakonwektor	316	300	247	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
Klimatyzator 5 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m ² każdy)	Klimatyzator	867	823	676	0	-
RAZEM Grupa bazowa		50 910	30 786	24 492	0	

Urządzenia w wariancie **V1** (4 urządzeń)

Opis wariantu V1: Centrala pracuje w godzinach 5:00–19:00 w dni robocze; poza harmonogramem wyłączona. Nakład 12 000 zł netto: sterownik z programem tygodniowym i integracja z BMS.

Nazwa	Typ	Energia [kWh/ rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ / rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Centrala wentylacyjna 5000 m³/h † Strefy biurowe 1-3 piętro (open space + sale konferencyjne)	Centrala	20 457	12 809	10 221	12 000	Centrala pracuje w godzinach 5:00–19:00 w dni robo...
Pompa chłodzenia 1 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m ² każdy)	Pompa	114	108	89	300	Pompa pracuje w godzinach 5:00–19:00 w dni robocze...
Klimakonwektor 5 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m ² każdy)	Klimakonwektor	221	210	173	400	Chłodzenie w godzinach 5:00–19:00 w dni robocze; p...
Klimatyzator 5 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m ² każdy)	Klimatyzator	406	386	317	1 200	Chłodzenie w godzinach 5:00–19:00 w dni robocze; p...
RAZEM V1		21 198	13 513	10 799	13 900	

† **Górna granica oszczędności.** Harmonogram z wyłączeniem poza godzinami pracy (typ regulacji 3/6/9): model liczy każdą godzinę w stanie ustalonym — bez bezwładności cieplnej budynku, bez dogrzewania po przerwie i bez sprzężenia z innymi źródłami ciepła. Dla urządzeń grzewczych w sezonie grzewczym wynik jest górną granicą oszczędności, nie prognozą. W praktyce ogrzewania nie wyłącza się, lecz obniża nastawę o ok. 2 K (typ regulacji 4/7, tryb ograniczony); chłodzenie i wentylację można wyłączać, z wyprzedzeniem startu 1–2 h przed pracą.

Oszczędność energii: 29 712 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 17 273 zł/rok

Redukcja CO₂: 13 693 kgCO₂/rok

SPBT: 0,8 lat

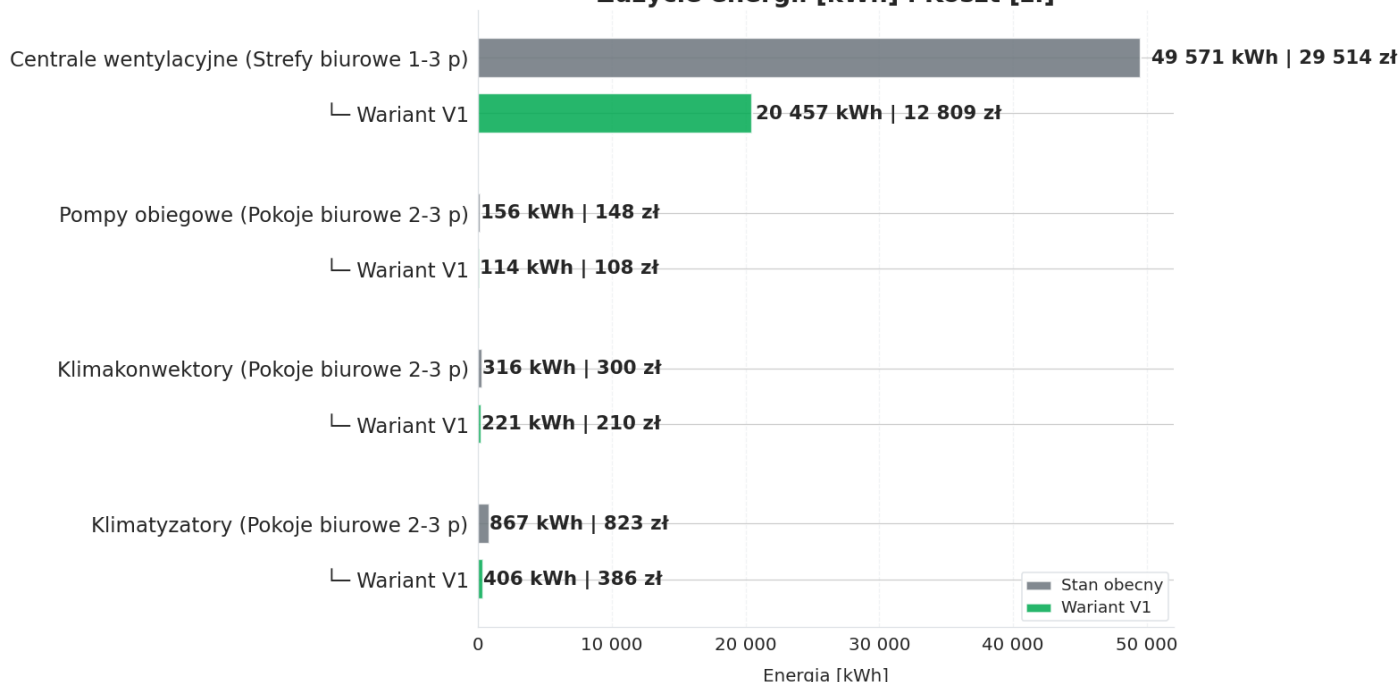
Analiza rozwiązania - porównanie wariantów

Lp	Pozycja	Jednostka	Baza Stan obecny	V1 Centrala pracuj...
1	Zużycie energii przez centrale wentylacyjne (strefy biurowe 1-3 p)	kWh/rok	49 571	20 457
2	Zużycie energii przez klimakonwektory (pokoje biurowe 2-3 p)	kWh/rok	316	221
3	Zużycie energii przez klimatyzatory (pokoje biurowe 2-3 p)	kWh/rok	867	406
4	Zużycie energii przez pompy obiegowe (pokoje biurowe 2-3 p)	kWh/rok	156	114
5	Całkowite zużycie energii	kWh/rok	50 910	21 198
6	Koszt zużycia energii przez centrale wentylacyjne (strefy biurowe 1-3 p)	zł/rok	29 514	12 809
7	Koszt zużycia energii przez klimakonwektory (pokoje biurowe 2-3 p)	zł/rok	300	210
8	Koszt zużycia energii przez klimatyzatory (pokoje biurowe 2-3 p)	zł/rok	823	386
9	Koszt zużycia energii przez pompy obiegowe (pokoje biurowe 2-3 p)	zł/rok	148	108
10	Całkowity koszt zużycia energii	zł/rok	30 786	13 513
11	Oszczędność zużycia energii	kWh/rok	-	29 712
12	Oszczędność kosztów energii	zł/rok	-	17 273
13	Redukcja emisji CO₂	kgCO₂/rok	-	13 693
14	Nakłady inwestycyjne	zł	-	13 900
15	SPBT (Prosty okres zwrotu)	lata	-	0.8

Roczne zużycie energii i koszty — Baza vs warianty

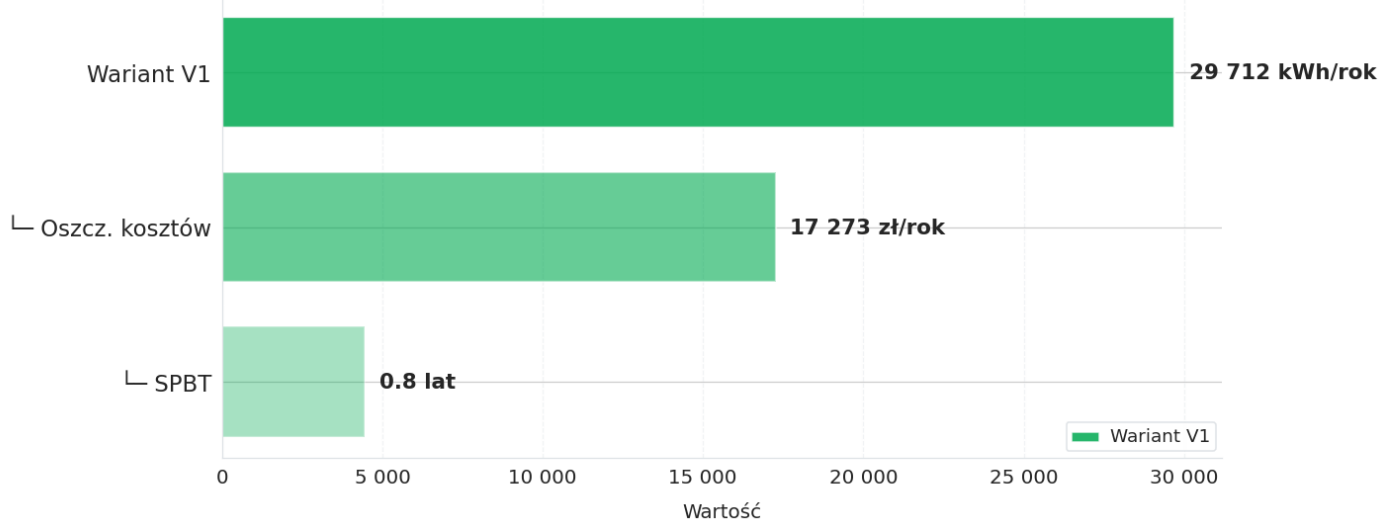
Każdy słupek to jeden wariant tej grupy; „Stan obecny” (szary) jest punktem odniesienia. Wartości roczne: zużycie energii [kWh/rok] i koszt [zł/rok].

Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00-19:00) Zużycie energii [kWh] i Koszt [zł]



Oszczędności względem stanu obecnego i okres zwrotu

Dla każdego wariantu: oszczędność energii [kWh/rok] i kosztów [zł/rok] względem stanu obecnego oraz prosty okres zwrotu nakładów SPBT [lat].

Oszczędności - Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00-19:00)
Oszczędność energii [kWh/rok], kosztów [zł/rok] i SPBT [lat]

5.12 Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00-19:00)

Analizowane warianty: **Stan obecny (Baza)** **V1** (Wentylator pracuje tylko w god...)

Liczba urządzeń

6

Oszczędność energii

43 203

kWh/rok

Oszczędność kosztów

41 043

PLN/rok

Okres zwrotu (SPBT)

0,1

lat

OPIS STANU OBECNEGO

Stan obecny: praca ciągła 7 dni w tygodniu, bez ograniczenia nocnego i weekendowego.

OPIS STANU DOCELOWEGO

Praca wyłącznie w godz. 7:00-19:00 w dni robocze; poza harmonogramem urządzenie wyłączone.

WYMAGANE DZIAŁANIA

Instalacja sterownika czasowego / integracja z BMS.

Urządzenia w wariantcie **Stan obecny (Baza)** (3 urządzeń)

Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Wentylator 5000 m³/h Wentylacja ogólna budynku	Wentylator	9 656	9 173	7 532	0	-
Nawilżacz 3000 m³/h Strefa biurowa - nawilżanie	Nawilżacz	47 544	45 167	37 084	0	Wariant bazowy — proporcjonalny 24/7, praca ciągła...
Inne 1 kW Pozostałe odbiory elektryczne (sprzęt biurowy / serwerownia)	Inne	8 760	8 322	6 833	0	Wariant bazowy — praca non stop 24/7.
RAZEM Grupa bazowa		65 960	62 662	51 449	0	

Urządzenia w wariantcie **V1** (3 urządzeń)

Opis wariantu V1: Wentylator pracuje tylko w godzinach 7:00-19:00 w dni robocze; poza harmonogramem wyłączony. Nakład 1 200 zł: zegar tygodniowy.

Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Wentylator 5000 m³/h Wentylacja ogólna budynku	Wentylator	3 452	3 280	2 693	1 200	Wentylator pracuje tylko w godzinach 7:00-19:00 w ...
Nawilżacz 3000 m³/h Strefa biurowa - nawilżanie	Nawilżacz	16 173	15 364	12 615	1 500	Nawilżanie tylko w godzinach 7:00-19:00 w dni robo...
Inne 1 kW Pozostałe odbiory elektryczne (sprzęt biurowy / serwerownia)	Inne	3 132	2 975	2 443	800	Urządzenie pracuje tylko w godzinach 7:00-19:00 w ...
RAZEM V1		22 757	21 619	17 750	3 500	

Oszczędność energii: 43 203 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 41 043 zł/rok

Redukcja CO₂: 33 699 kgCO₂/rok

SPBT: 0,1 lat

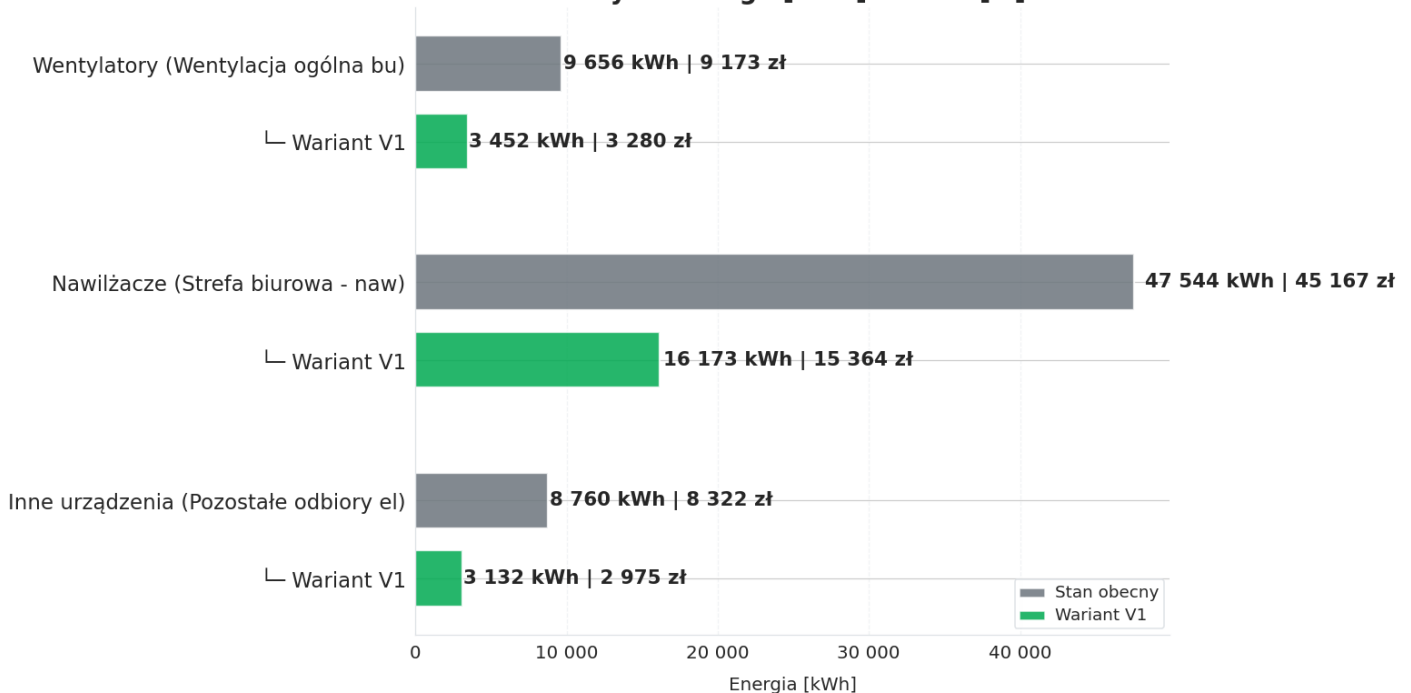
Analiza rozwiązania - porównanie wariantów

Lp	Pozycja	Jednostka	Baza Stan obecny	V1 Wentylator prac...
1	Zużycie energii przez inne urządzenia (pozostałe odbiory el)	kWh/rok	8 760	3 132
2	Zużycie energii przez nawilżacze (strefa biurowa - naw)	kWh/rok	47 544	16 173
3	Zużycie energii przez wentylatory (wentylacja ogólna bu)	kWh/rok	9 656	3 452
4	Całkowite zużycie energii	kWh/rok	65 960	22 757
5	Koszt zużycia energii przez inne urządzenia (pozostałe odbiory el)	zł/rok	8 322	2 975
6	Koszt zużycia energii przez nawilżacze (strefa biurowa - naw)	zł/rok	45 167	15 364
7	Koszt zużycia energii przez wentylatory (wentylacja ogólna bu)	zł/rok	9 173	3 280
8	Całkowity koszt zużycia energii	zł/rok	62 662	21 619
9	Oszczędność zużycia energii	kWh/rok	-	43 203
10	Oszczędność kosztów energii	zł/rok	-	41 043
11	Redukcja emisji CO₂	kgCO₂/rok	-	33 699
12	Nakłady inwestycyjne	zł	-	3 500
13	SPBT (Prosty okres zwrotu)	lata	-	0.1

Roczne zużycie energii i koszty — Baza vs warianty

Każdy słupek to jeden wariant tej grupy; „Stan obecny” (szary) jest punktem odniesienia. Wartości roczne: zużycie energii [kWh/rok] i koszt [zł/rok].

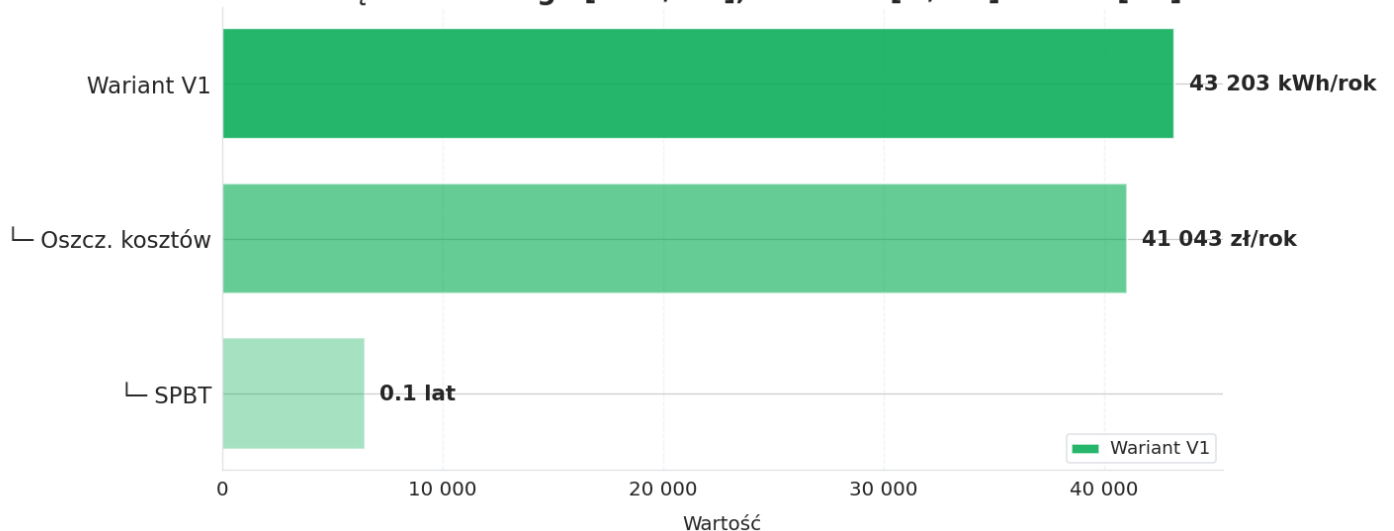
Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00-19:00) Zużycie energii [kWh] i Koszt [zł]



Oszczędności względem stanu obecnego i okres zwrotu

Dla każdego wariantu: oszczędność energii [kWh/rok] i kosztów [zł/rok] względem stanu obecnego oraz prosty okres zwrotu nakładów SPBT [lat].

Oszczędności - Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00-19:00) Oszczędność energii [kWh/rok], kosztów [zł/rok] i SPBT [lat]



6. Ranking modernizacji (TOP 5)

Zestawienia TOP 5 grup modernizacji w układzie stosowanym w audytach efektywności energetycznej: wg prostego okresu zwrotu, oszczędności kosztów, oszczędności energii oraz ograniczenia emisji CO₂. Modernizacje bezkosztowe (np. optymalizacja nastaw i czasu pracy) mają zwrot natychmiastowy i otwierają ranking SPBT.

6.1 TOP 5 — Najkrótszy prosty okres zwrotu (SPBT)

#	Modernizacja	Inwestycja [zł]	Oszcz. kosztów [zł/rok]	SPBT [lat]
1	Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00)	3 500	41 043	0,1
2	Obniżenie nastawy grzania do 20 °C	900	5 844	0,2
3	Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	6 800	26 552	0,3
4	Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	1 500	2 933	0,5
5	Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	13 900	17 273	0,8

6.2 TOP 5 — Największa oszczędność kosztów energii

#	Modernizacja	Inwestycja [zł]	Oszcz. kosztów [zł/rok]	SPBT [lat]
1	Montaż fotowoltaiki	585 750	78 079	7,5
2	Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00)	3 500	41 043	0,1
3	Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymienник glikolowy)	65 000	34 065	1,9
4	Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	6 800	26 552	0,3
5	Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	13 900	17 273	0,8

6.3 TOP 5 — Największa oszczędność zużycia energii

#	Modernizacja	Inwestycja [zł]	Oszcz. energii [kWh/rok]	SPBT [lat]
1	Montaż fotowoltaiki	585 750	82 189	7,5
2	Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00)	3 500	43 203	0,1
3	Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymienник glikolowy)	65 000	35 858	1,9
4	Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	13 900	29 712	0,8
5	Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	6 800	27 950	0,3

6.4 TOP 5 — Największe ograniczenie emisji CO₂

#	Modernizacja	Inwestycja [zł]	Oszcz. emisji [kg CO ₂ /rok]	SPBT [lat]
1	Montaż fotowoltaiki	585 750	64 107	7,5
2	Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00)	3 500	33 699	0,1
3	Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymienник glikolowy)	65 000	27 969	1,9
4	Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	6 800	21 801	0,3
5	Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	13 900	13 693	0,8

7. Analiza kosztów cyklu życia (LCC)

7.1 Założenia analizy

Horyzont analizy: **9 lat** (ustawienie projektu). Koszt cyklu życia = inwestycja + modernizacje + eksploatacja (przeglądy, materiały, naprawy) × 9 lat + koszt energii z obliczeń × 9 lat, bez dyskontowania. Koszty eksploatacji pochodzą z wartości domyślnych projektu dla typu urządzenia.

7.2 Koszty cyklu życia projektu

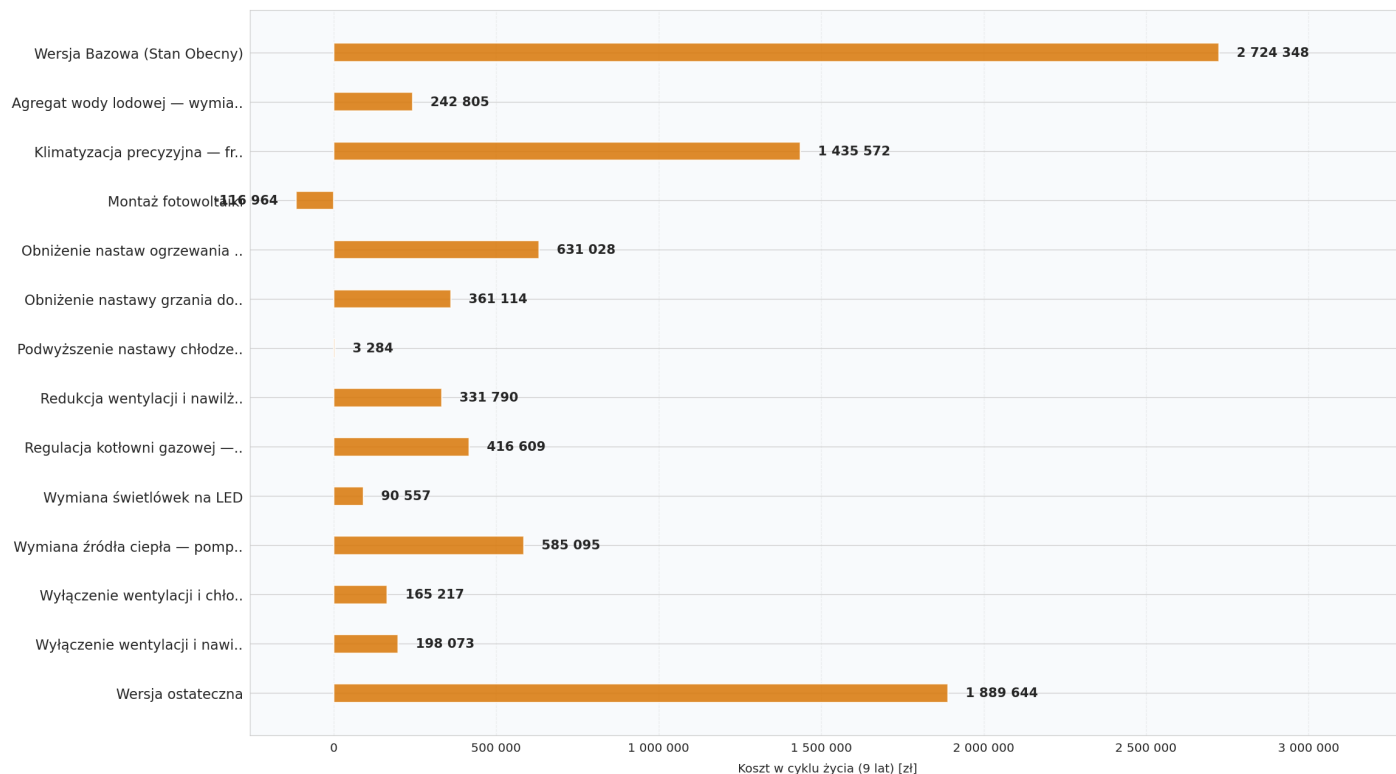
Składnik	Koszt [zł / 9 lat]
Inwestycja	103 000,00
Modernizacje	0,00
Eksploatacja (przeglądy, materiały, naprawy)	29 700,00
Energia	2 591 648,05
RAZEM	2 724 348,05

7.3 Porównanie scenariuszy

Słupki porównujemy, nie sumujemy. „Wersja Bazowa” i „Wersja ostateczna” obejmują cały projekt; słupek grupy modernizacji to suma urządzeń tej grupy.

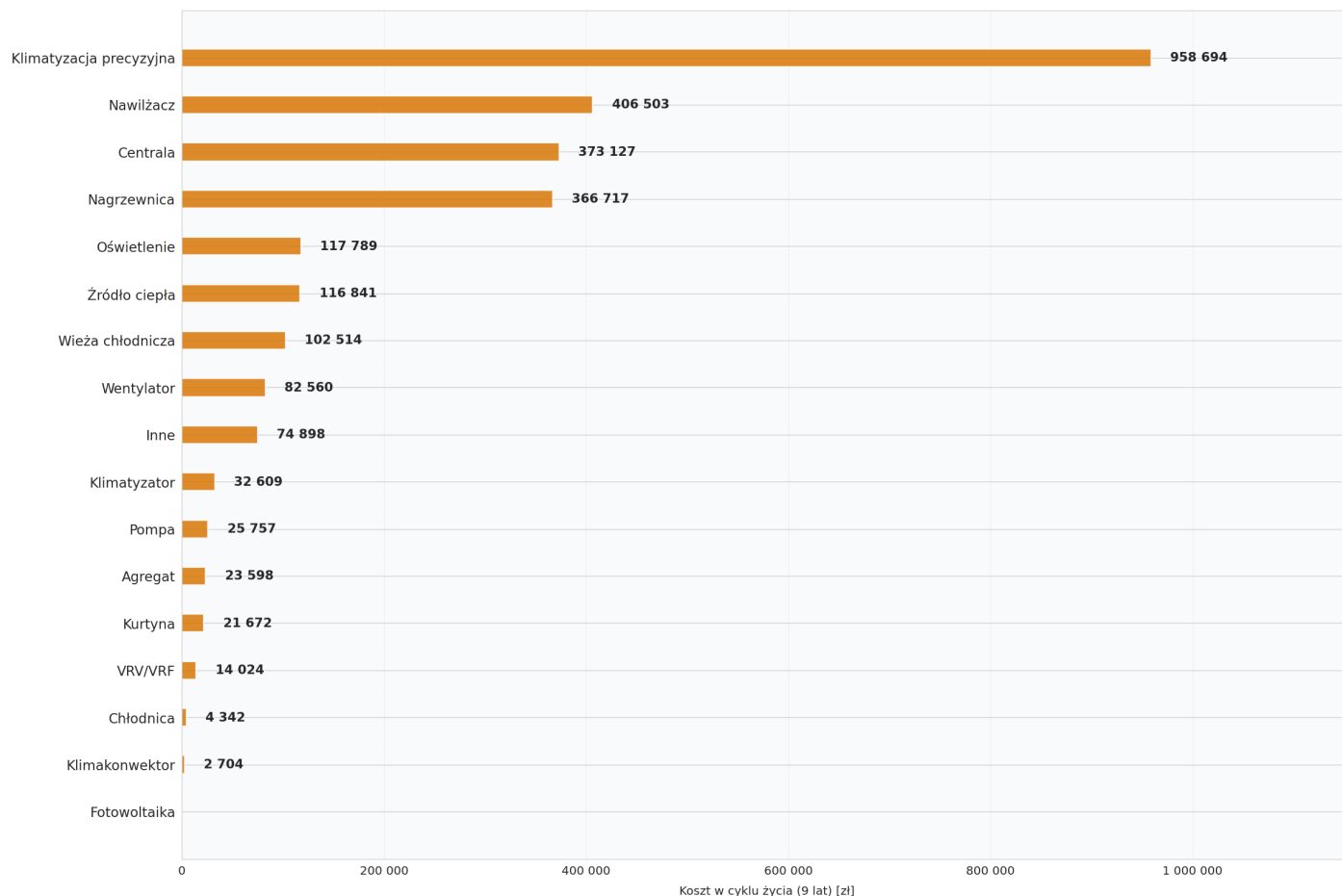
Scenariusz	Inwestycja + modern. [zł]	Eksploatacja [zł]	Energia [zł]	RAZEM [zł]
Wersja Bazowa (Stan Obecny)	103 000,00	29 700,00	2 591 648,05	2 724 348,05
Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram	193 000,00	0,00	49 805,19	242 805,19
Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	110 000,00	0,00	1 325 572,20	1 435 572,20
Montaż fotowoltaiki	585 750,00	0,00	-702 713,88	-116 963,88
Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	16 600,00	29 700,00	584 728,17	631 028,17
Obniżenie nastawy grzania do 20 °C	900,00	0,00	360 214,45	361 114,45
Podwyższenie nastawy chłodzenia do 26 °C	700,00	0,00	2 584,08	3 284,08
Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	6 800,00	0,00	324 989,91	331 789,91
Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	7 000,00	0,00	409 608,63	416 608,63
Wymiana świetlówek na LED	31 000,00	0,00	59 557,14	90 557,14
Wymiana źródła ciepła — pompa ciepła, węzeł lub kocioł elektryczny	112 000,00	0,00	473 095,26	585 095,26
Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	13 900,00	29 700,00	121 617,36	165 217,36
Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00)	3 500,00	0,00	194 572,53	198 072,53
Wersja ostateczna	708 150,00	29 700,00	1 151 794,05	1 889 644,05

Różnica kosztu cyklu życia między wersją bazową a ostateczną: **834 704,00 zł** w 9 lat.



7.4 Koszty wg typu urządzenia

Typ urządzenia	Szt.	Inwestycja + modern. [zł]	Eksploatacja [zł]	Energia [zł]	RAZEM [zł]
Klimatyzacja precyzyjna	1	0,00	0,00	958 694,40	958 694,40
Nawilżacz	1	0,00	0,00	406 502,73	406 502,73
Centrala	1	85 000,00	22 500,00	265 627,26	373 127,26
Nagrzewnica	1	0,00	0,00	366 716,88	366 716,88
Oświetlenie	1	0,00	0,00	117 789,03	117 789,03
Źródło ciepła	1	0,00	0,00	116 840,61	116 840,61
Wieża chłodnicza	1	0,00	0,00	102 514,50	102 514,50
Wentylator	1	0,00	0,00	82 559,70	82 559,70
Inne	1	0,00	0,00	74 898,00	74 898,00
Klimatyzator	1	18 000,00	7 200,00	7 408,98	32 608,98
Pompa	2	0,00	0,00	25 757,10	25 757,10
Agregat	1	0,00	0,00	23 597,82	23 597,82
Kurtyna	1	0,00	0,00	21 671,68	21 671,68
VRV/VRF	1	0,00	0,00	14 024,25	14 024,25
Chłodnica	1	0,00	0,00	4 341,60	4 341,60
Klimakonwektor	1	0,00	0,00	2 703,51	2 703,51
Fotowoltaika	2	0,00	0,00	0,00	0,00
RAZEM	19	103 000,00	29 700,00	2 591 648,05	2 724 348,05



7.5 Koszty wg urządzenia

Urządzenie	Typ	Eksplatacja [zł/ rok]	Energia [zł/ rok]	RAZEM [zł / 9 lat]
Klimatyzacja precyzyjna 50 kW	Klimatyzacja precyzyjna	0,00	106 521,60	958 694,40
Nawilżacz 3000 m³/h	Nawilżacz	0,00	45 166,97	406 502,73
Centrala wentylacyjna 5000 m3/h	Centrala	2 500,00	29 514,14	373 127,26
Nagrzewnica kanałowa elektryczna 15 kW	Nagrzewnica	0,00	40 746,32	366 716,88
Oświetlenie — budynek	Oświetlenie	0,00	13 087,67	117 789,03
Kotłownia gazowa 10 kW	Źródło ciepła	0,00	12 982,29	116 840,61
Wieża chłodnicza	Wieża chłodnicza	0,00	11 390,50	102 514,50
Wentylator 5000 m3/h	Wentylator	0,00	9 173,30	82 559,70
Inne 1 kW	Inne	0,00	8 322,00	74 898,00
Klimatyzator 5 kW	Klimatyzator	800,00	823,22	32 608,98
Pompa grzania 1 kW	Pompa	0,00	2 713,82	24 424,38
Agregat chłodu 50 kW	Agregat	0,00	2 621,98	23 597,82
Kurtyna 2 kW	Kurtyna	0,00	2 407,96	21 671,68
System VRV 50 kW	VRV/VRF	0,00	1 558,25	14 024,25
Chłodnica wodna 2000 m³/h	Chłodnica	0,00	482,40	4 341,60
Klimakonwektor 5 kW	Klimakonwektor	0,00	300,39	2 703,51
Pompa chłodzenia 1 kW	Pompa	0,00	148,08	1 332,72

Urządzenie	Typ	Eksplatacja [zł/ rok]	Energia [zł/ rok]	RAZEM [zł / 9 lat]
PV — dach południowo-wschodni	Fotowoltaika	0,00	0,00	0,00
PV — parking południowo-zachodni	Fotowoltaika	0,00	0,00	0,00

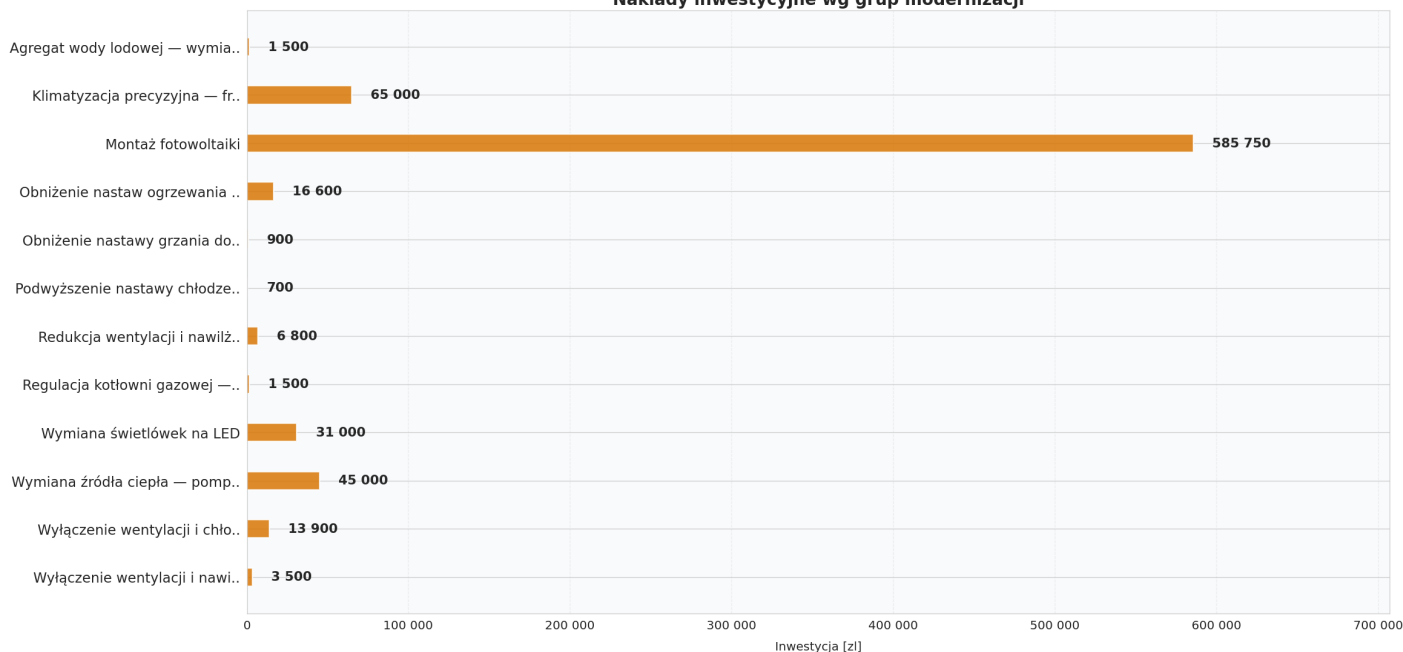
8. Podsumowanie Grup Modernizacji

Uwaga: grupy modernizacji i warianty to nakładające się sposoby analizy tych samych urządzeń — jedno urządzenie może występować w kilku grupach/wariantach. Suma „RAZEM” wg grup nie jest prostym bilansem projektu (te same pozycje mogą się powtarzać). Jednoznaczny bilans jednego scenariusza przedstawia sekcja „Grupa Wersja Ostateczna”.

8.1 Nakłady inwestycyjne wg grup modernizacji

Grupa	Wariant	Inwestycja [zł]	Udział [%]	Oszcz. kosztów [zł/rok]	SPBT [lat]
Montaż fotowoltaiki	V1	585 750,00	75,9	78 079,32	7,5
Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	V2	65 000,00	8,4	34 065,40	1,9
Wymiana źródła ciepła — pompa ciepła, węzeł lub kocioł elektryczny	V6	45 000,00	5,8	2 835,74	15,9
Wymiana świetlówek na LED	V1	31 000,00	4,0	6 470,21	4,8
Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	V2	16 600,00	2,1	11 684,14	1,4
Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	V1	13 900,00	1,8	17 272,79	0,8
Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	V2	6 800,00	0,9	26 552,28	0,3
Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00)	V1	3 500,00	0,5	41 043,10	0,1
Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram	V1	1 500,00	0,2	199,19	7,5
Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	V4	1 500,00	0,2	2 933,24	0,5
Obniżenie nastawy grzania do 20 °C	V3	900,00	0,1	5 844,28	0,2
Podwyższenie nastawy chłodzenia do 26 °C	V3	700,00	0,1	161,35	4,3
RAZEM		772 150,00	100,0	227 141,03	3,4

Nakłady inwestycyjne wg grup modernizacji



8.2 Zużycie energii wg grup modernizacji

Grupa	En. bazowa [kWh/rok]	En. po mod. [kWh/rok]	Oszcz. energii [kWh/rok]
Montaż fotowoltaiki	0,00	-82 188,75	82 188,75
Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00)	65 960,29	22 757,02	43 203,27
Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	112 128,00	76 269,68	35 858,32
Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	50 909,63	21 197,99	29 711,64
Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	65 960,29	38 010,51	27 949,78
Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	103 276,69	79 621,52	23 655,18
Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	34 217,94	26 652,13	7 565,81
Wymiana świetlówek na LED	13 776,50	6 965,75	6 810,75
Obniżenie nastawy grzania do 20 °C	52 367,06	45 844,94	6 522,12
Wymiana źródła ciepła — pompa ciepła, węzeł lub kocioł elektryczny	34 217,94	32 225,62	1 992,32
Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram	2 759,98	2 550,31	209,67
Podwyższenie nastawy chłodzenia do 26 °C	472,07	302,23	169,84
RAZEM	536 046,40	270 208,95	265 837,44

8.3 Oszczędności energii wg grup modernizacji

Grupa	Oszcz. energii [kWh/rok]	Inwestycja [zł]	SPBT [lat]
Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00)	43 203,27	3 500,00	0,1
Obniżenie nastawy grzania do 20 °C	6 522,12	900,00	0,2
Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	27 949,78	6 800,00	0,3
Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	7 565,81	1 500,00	0,5
Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	29 711,64	13 900,00	0,8
Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	23 655,18	16 600,00	1,4
Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	35 858,32	65 000,00	1,9
Podwyższenie nastawy chłodzenia do 26 °C	169,84	700,00	4,3
Wymiana świetlówek na LED	6 810,75	31 000,00	4,8
Montaż fotowoltaiki	82 188,75	585 750,00	7,5
Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram	209,67	1 500,00	7,5
Wymiana źródła ciepła — pompa ciepła, węzeł lub kocioł elektryczny	1 992,32	45 000,00	15,9
RAZEM	265 837,44	772 150,00	3,4

8.4 Koszty energii wg grup modernizacji

Grupa	Koszt baz. [zł/rok]	Koszt po mod. [zł/rok]	Oszcz. kosztów [zł/rok]
Montaż fotowoltaiki	0,00	-78 079,32	78 079,32
Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00)	62 662,27	21 619,17	41 043,10
Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	106 521,60	72 456,20	34 065,40
Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	62 662,27	36 109,99	26 552,28
Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	30 785,83	13 513,04	17 272,79
Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	76 653,93	64 969,80	11 684,14
Wymiana świetlówek na LED	13 087,67	6 617,46	6 470,21
Obniżenie nastawy grzania do 20 °C	45 868,10	40 023,83	5 844,28
Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	12 982,29	10 049,05	2 933,24
Wymiana źródła ciepła — pompa ciepła, węzeł lub kocioł elektryczny	12 982,29	10 146,55	2 835,74
Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram	2 621,98	2 422,79	199,19
Podwyższenie nastawy chłodzenia do 26 °C	448,47	287,12	161,35
RAZEM	427 276,71	200 135,67	227 141,03

8.5 Oszczędności kosztów wg grup modernizacji

Grupa	Oszcz. kosztów [zł/rok]	Inwestycja [zł]	SPBT [lat]
Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00)	41 043,10	3 500,00	0,1
Obniżenie nastawy grzania do 20 °C	5 844,28	900,00	0,2
Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	26 552,28	6 800,00	0,3
Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	2 933,24	1 500,00	0,5
Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	17 272,79	13 900,00	0,8
Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	11 684,14	16 600,00	1,4
Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	34 065,40	65 000,00	1,9
Podwyższenie nastawy chłodzenia do 26 °C	161,35	700,00	4,3
Wymiana świetlówek na LED	6 470,21	31 000,00	4,8
Montaż fotowoltaiki	78 079,32	585 750,00	7,5
Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram	199,19	1 500,00	7,5
Wymiana źródła ciepła — pompa ciepła, węzeł lub kocioł elektryczny	2 835,74	45 000,00	15,9
RAZEM	227 141,03	772 150,00	3,4

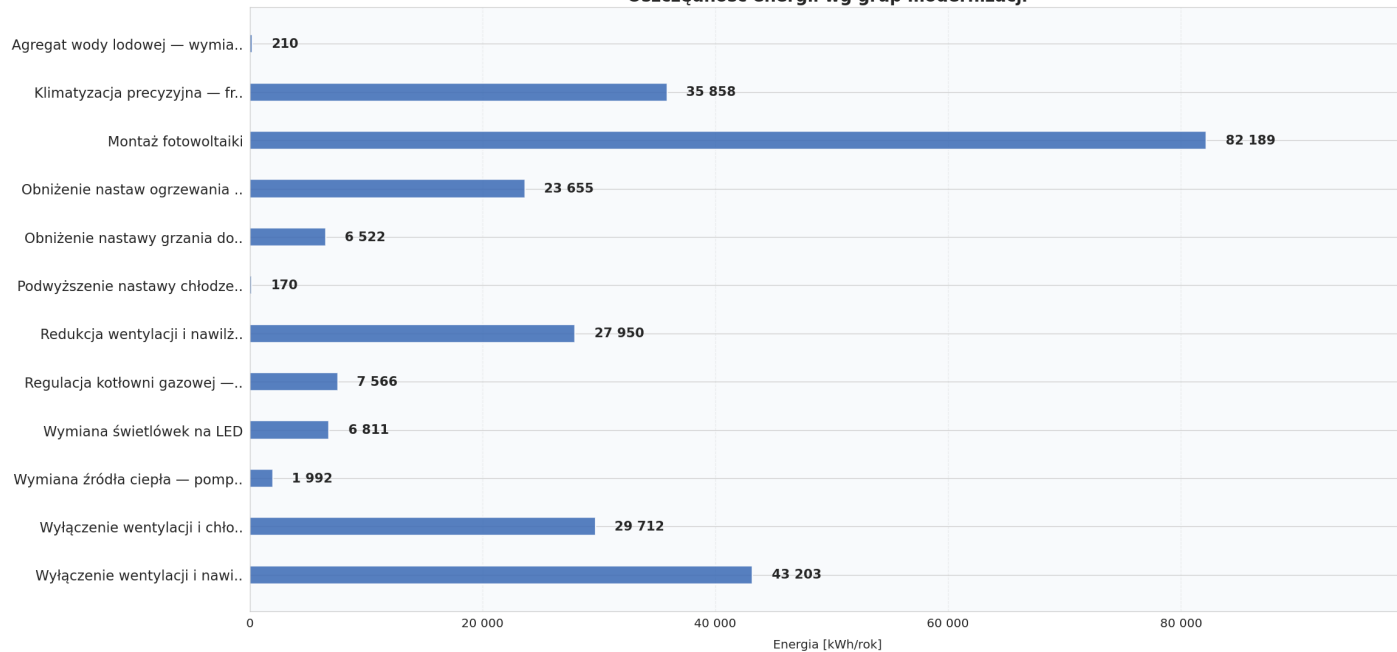
8.6 Emisja wg grup modernizacji

Grupa	Em. bazowa [kg CO ₂ /rok]	Em. po mod. [kg CO ₂ /rok]	Oszcz. emisji [kg CO ₂ /rok]
Montaż fotowoltaiki	0,00	-64 107,24	64 107,24
Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00)	51 449,03	17 750,47	33 698,56
Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	87 459,84	59 490,35	27 969,49
Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	51 449,03	29 648,19	21 800,84
Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	24 492,45	10 799,32	13 693,13
Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	61 979,43	52 867,52	9 111,90
Wymiana świetlówek na LED	10 745,67	5 433,28	5 312,39
Obniżenie nastawy grzania do 20 °C	37 486,98	32 704,22	4 782,75
Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	7 816,06	6 027,21	1 788,85
Wymiana źródła ciepła — pompa ciepła, węzeł lub kocioł elektryczny	7 816,06	7 417,60	398,46
Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram	2 152,78	1 989,24	163,54
Podwyższenie nastawy chłodzenia do 26 °C	368,21	235,74	132,47
RAZEM	343 215,53	160 255,90	182 959,63

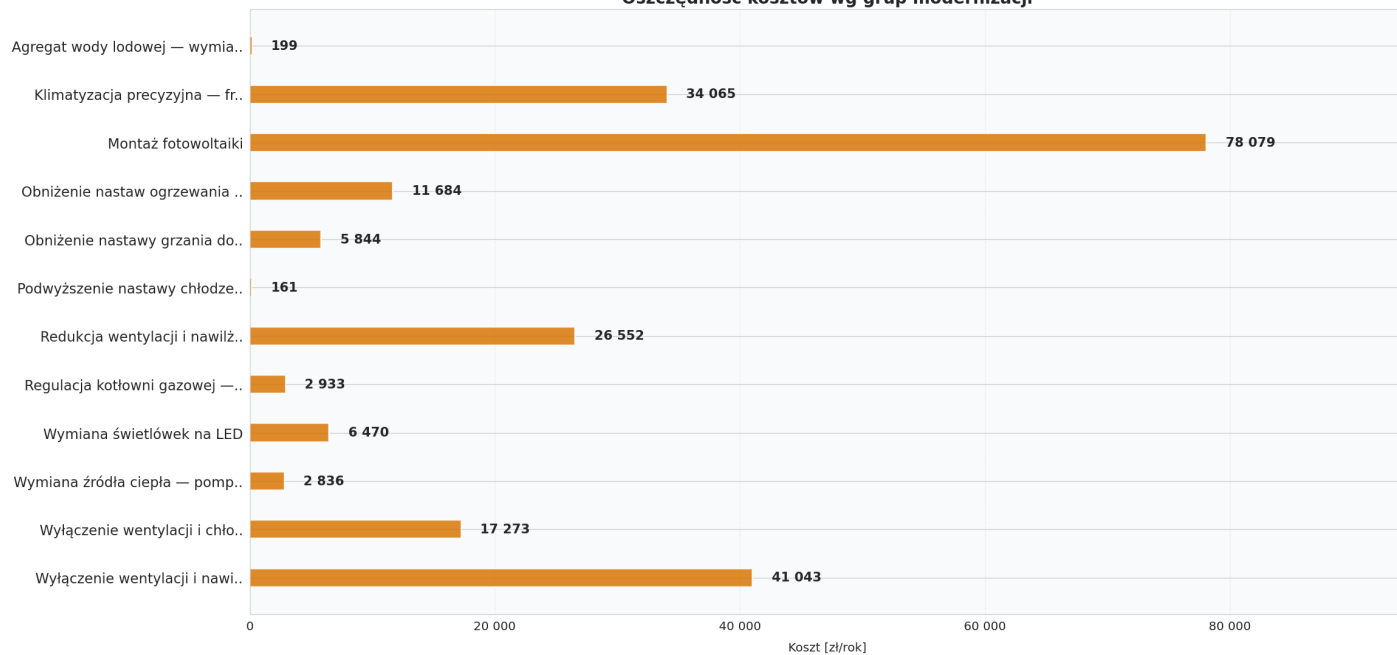
8.7 Oszczędności emisji wg grup modernizacji

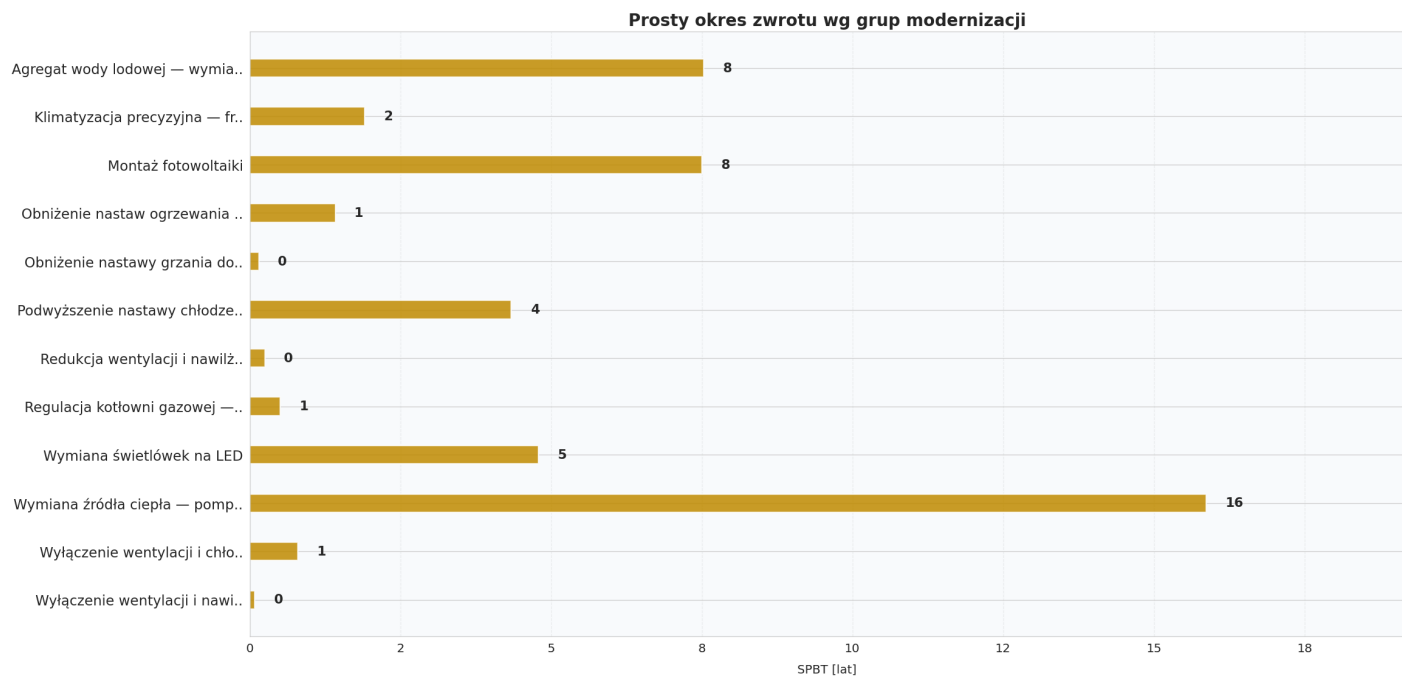
Grupa	Oszcz. emisji [kg CO ₂ /rok]	Inwestycja [zł]	SPBT [lat]
Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00)	33 698,56	3 500,00	0,1
Obniżenie nastawy grzania do 20 °C	4 782,75	900,00	0,2
Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	21 800,84	6 800,00	0,3
Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	1 788,85	1 500,00	0,5
Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	13 693,13	13 900,00	0,8
Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	9 111,90	16 600,00	1,4
Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	27 969,49	65 000,00	1,9
Podwyższenie nastawy chłodzenia do 26 °C	132,47	700,00	4,3
Wymiana świetlówek na LED	5 312,39	31 000,00	4,8
Montaż fotowoltaiki	64 107,24	585 750,00	7,5
Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram	163,54	1 500,00	7,5
Wymiana źródła ciepła — pompa ciepła, węzeł lub kocioł elektryczny	398,46	45 000,00	15,9
RAZEM	182 959,63	772 150,00	3,4

Oszczędność energii wg grup modernizacji



Oszczędność kosztów wg grup modernizacji





9. Plan wdrożenia

9.1 Zgodność rekomendacji z Wersją Ostateczną

Grupa modernizacji	Rekomendowany wariant	Status	Oznaczono
Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram	V1	Zrealizowana — oznaczono rekomendowany wariant	—
Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	V2	Zrealizowana — oznaczono rekomendowany wariant	—
Montaż fotowoltaiki	V1	Zrealizowana — oznaczono rekomendowany wariant	—
Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	V2	Zrealizowana — oznaczono rekomendowany wariant	—
Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	V2	Zrealizowana — oznaczono rekomendowany wariant	—
Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	V4	Zrealizowana — oznaczono rekomendowany wariant	—
Wymiana świetlówek na LED	V1	Zrealizowana — oznaczono rekomendowany wariant	—

Rekomendacje wskazują wariant per grupa modernizacji; Wersja Ostateczna to flaga na konkretnym urządzeniu-wariancie. „Zrealizowana wariantem łączonym” oznacza, że jako ostateczny oznaczono wariant, którego rodowód obejmuje tę rekomendację (wypadkowa kilku modernizacji tej samej rodziny urządzeń).

9.2 Wybór wariantów modernizacji

Grupa / Wariant	Inwestycja [zł]	SPBT [lat]	En. akt. [kWh/rok]	Oszcz. en. [kWh/rok]	Koszt akt. [zł/rok]	Oszcz. koszt. [zł/ rok]	Emisja akt. [kgCO ₂ /rok]	Oszcz. emisji [kgCO ₂ /rok]
Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram / V1 ★	1 500	7,5	2 760	210	2 622	199	2 153	164
Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy) / V2 ★	65 000	1,9	112 128	35 858	106 522	34 065	87 460	27 969
Montaż fotowoltaiki / V1 ★	585 750	7,5	0	82 189	0	78 079	0	64 107
Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00) / V2 ★	16 600	1,4	103 277	23 655	76 654	11 684	61 979	9 112
Obniżenie nastawy grzania do 20 °C / V3	900	0,2	52 367	6 522	45 868	5 844	37 487	4 783
Podwyższenie nastawy chłodzenia do 26 °C / V3	700	4,3	472	170	448	161	368	132
Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00) / V2 ★	6 800	0,3	65 960	27 950	62 662	26 552	51 449	21 801
Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy / V4 ★	1 500	0,5	34 218	7 566	12 982	2 933	7 816	1 789
Wymiana świetlówek na LED / V1 ★	31 000	4,8	13 776	6 811	13 088	6 470	10 746	5 312
Wymiana źródła ciepła — pompa ciepła, węzeł lub kocioł elektryczny / V6	45 000	15,9	34 218	1 992	12 982	2 836	7 816	398
Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00) / V1	13 900	0,8	50 910	29 712	30 786	17 273	24 492	13 693
Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00) / V1	3 500	0,1	65 960	43 203	62 662	41 043	51 449	33 699
RAZEM	772 150	3,4	536 046	265 837	427 277	227 141	343 216	182 960

9.3 Rekomendowane modernizacje

Rekomendowane przez autora grupy modernizacji:

- **Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram** — wariant V1
- **Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)** — wariant V2
- **Montaż fotowoltaiki** — wariant V1
- **Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00-19:00)** — wariant V2
- **Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00-19:00)** — wariant V2
- **Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy** — wariant V4
- **Wymiana świetlówek na LED** — wariant V1

Grupa / Wariant	Inwestycja [zł]	SPBT [lat]	En. akt. [kWh/rok]	Oszcz. en. [kWh/rok]	Koszt akt. [zł/rok]	Oszcz. koszt. [zł/rok]	Emisja akt. [kgCO ₂ /rok]	Oszcz. emisji [kgCO ₂ /rok]
Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram / V1	1 500	7,5	2 760	210	2 622	199	2 153	164
Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy) / V2	65 000	1,9	112 128	35 858	106 522	34 065	87 460	27 969
Montaż fotowoltaiki / V1	585 750	7,5	0	82 189	0	78 079	0	64 107
Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00-19:00) / V2	16 600	1,4	103 277	23 655	76 654	11 684	61 979	9 112
Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00-19:00) / V2	6 800	0,3	65 960	27 950	62 662	26 552	51 449	21 801
Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy / V4	1 500	0,5	34 218	7 566	12 982	2 933	7 816	1 789
Wymiana świetlówek na LED / V1	31 000	4,8	13 776	6 811	13 088	6 470	10 746	5 312
RAZEM	708 150	4,4	332 119	184 238	274 530	159 984	221 603	130 254

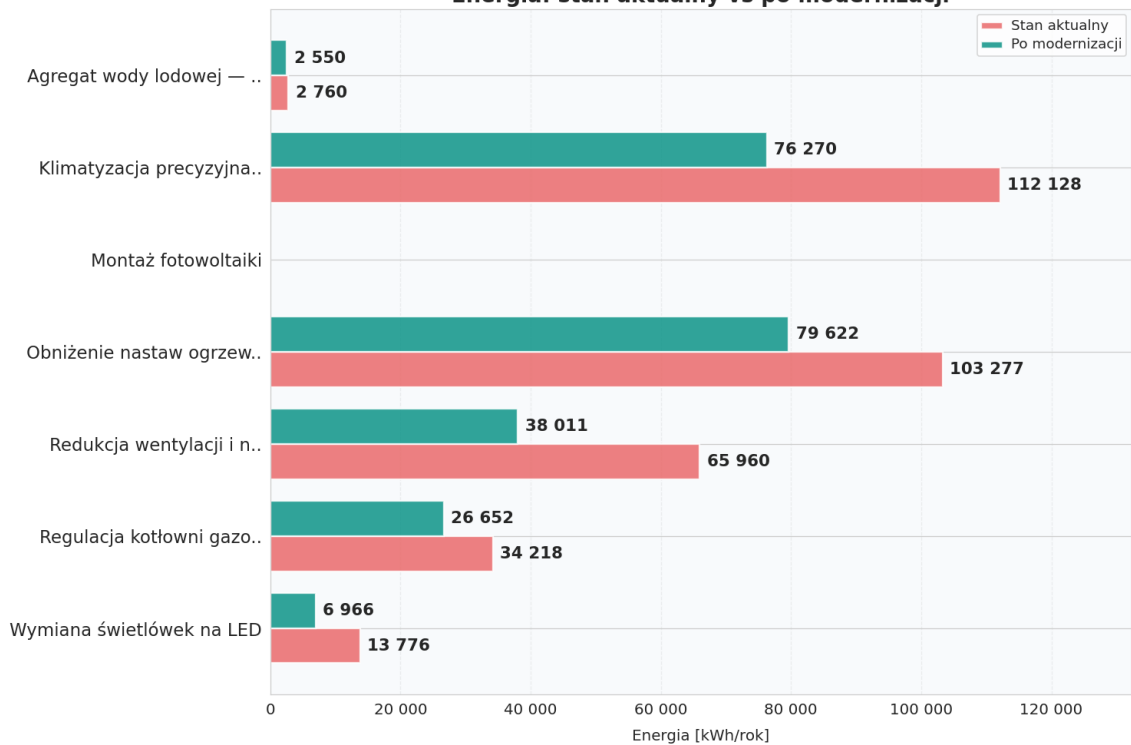
Oszczędności kosztów
159 984 zł/rok

Nakłady inwestycyjne
708 150 zł

SPBT
4,4 lat

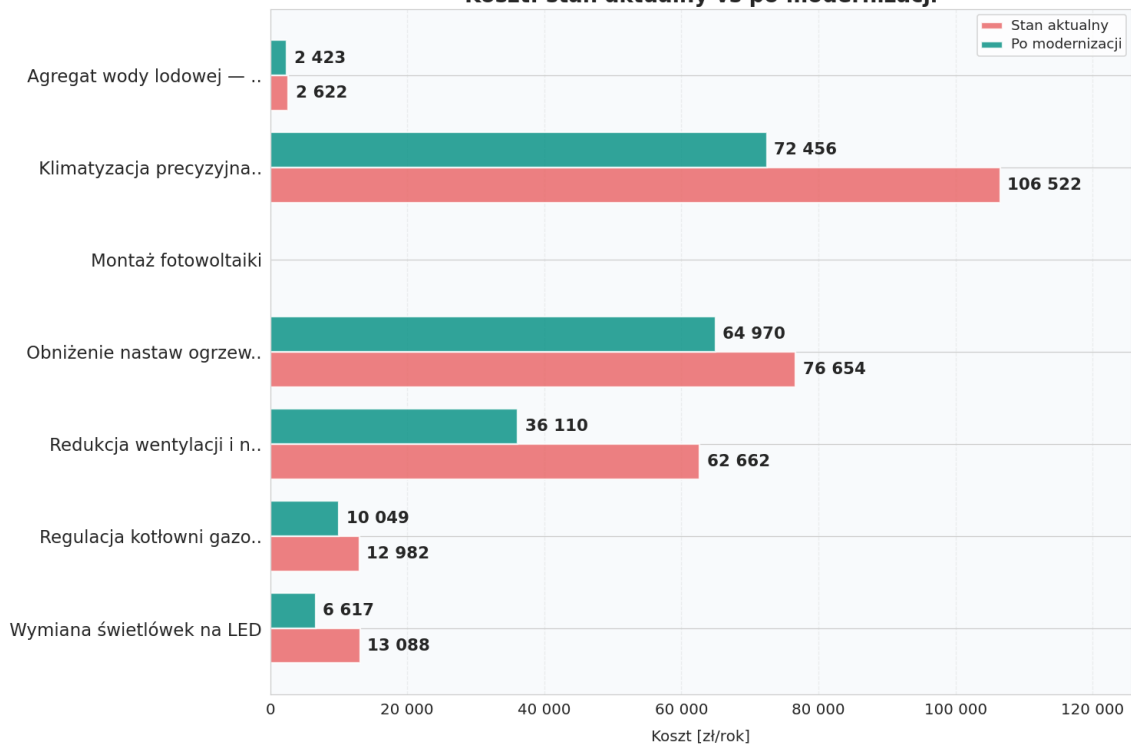
Energia: stan aktualny vs po modernizacji

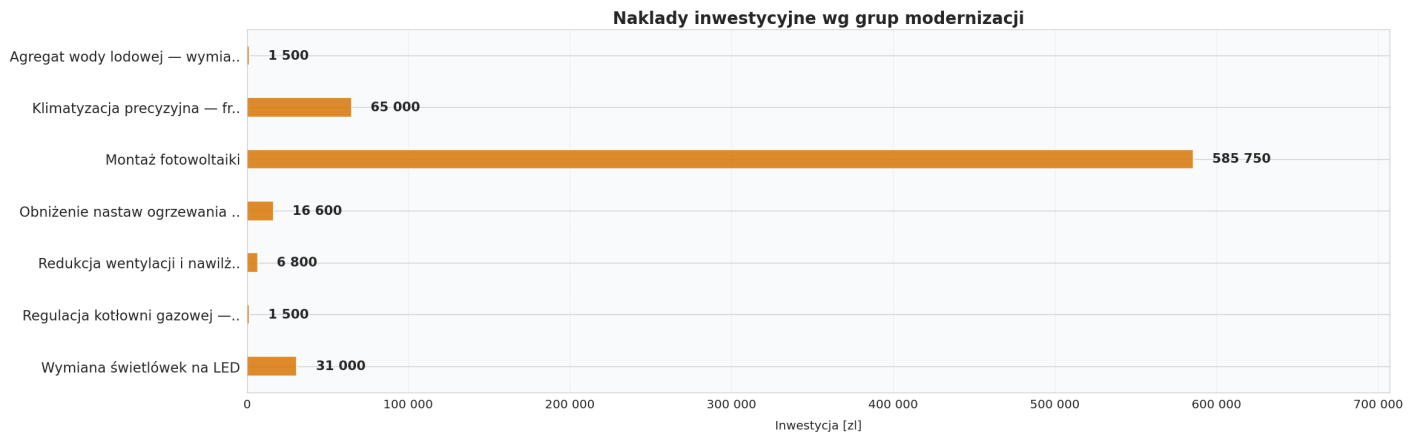
-82 189



Koszt: stan aktualny vs po modernizacji

-78 079





9.4 Scenariusz Wersji Ostatecznej

Sekcja porównuje urządzenia oznaczone jako **Wersja Ostateczna** z ich odpowiednikami w **Wersji Bazowej** (stan obecny). „Grupa Wersja Ostateczna” to kompletny plan końcowy całego projektu — po jednym wariancie na urządzenie (oznaczonym jako Wersja Ostateczna; brak wskazania → wersja bazowa). Pozycje bez wybranej wersji pozostają w stanie bazowym.

Liczba urządzeń

19

Oszczędność energii

184 238

kWh/rok

Oszczędność kosztów

159 984

PLN/rok

Okres zwrotu (SPBT)

4,4

lat

Ograniczenie emisji: 130 254 kg CO₂/rok | **Łączny koszt inwestycji:** 708 150 zł

9.5 Porównanie: Wersja Bazowa vs Wersja Ostateczna

Pozycja	Jednostka	Wersja Bazowa	Wersja Ostateczna	Oszczędność
Zużycie energii	kWh/rok	346 257	162 019	184 238
Koszt energii	zł/rok	287 961	127 977	159 984
Emisja CO ₂	kg CO ₂ /rok	232 630	102 376	130 254
Nakłady inwestycyjne	zł	0	708 150	-

9.6 Urządzenia — Wersja Bazowa

Nazwa	Typ	Energia [kWh/ rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ / rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Klimatyzacja precyzyjna 50 kW Serwerownia	Klimatyzacja precyzyjna	112 128	106 522	87 460	0	-
Nawilżacz 3000 m³/h Strefa biurowa - nawilżanie	Nawilżacz	47 544	45 167	37 084	0	Wariant bazowy — proporcjonalny 24/7, praca ciągła...
Nagrzewnica kanałowa elektryczna 15 kW Wejście główne	Nagrzewnica	42 891	40 746	33 455	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
Centrala wentylacyjna 5000 m³/h Strefy biurowe 1-3 piętro (open space + sale konferencyjne)	Centrala	49 571	29 514	23 448	0	-
Oświetlenie — budynek Cały budynek (open space, korytarze, sanitariaty, techniczne, recepcja)	Oświetlenie	13 776	13 088	10 746	0	Wariant bazowy - istniejące oprawy ze świetławkami...
Kotłownia gazowa 10 kW Centralne ogrzewanie + c.w.u.	Źródło ciepła	34 218	12 982	7 816	0	-
Wieża chłodnicza	Wieża chłodnicza	11 990	11 390	9 352	0	-
Wentylator 5000 m³/h Wentylacja ogólna budynku	Wentylator	9 656	9 173	7 532	0	-
Inne 1 kW Pozostałe odbiory elektryczne (sprzęt biurowy / serwerownia)	Inne	8 760	8 322	6 833	0	Wariant bazowy — praca non stop 24/7.
Pompa grzania 1 kW Wejście główne	Pompa	2 857	2 714	2 228	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
Agregat chłodu 50 kW Chłodzenie budynku - klimatyzacja precyzyjna + klimakonwektory	Agregat	2 760	2 622	2 153	0	-
Kurtyna 2 kW Wejście główne	Kurtyna	6 620	2 408	1 804	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
System VRV 50 kW	VRV/VRF	1 640	1 558	1 279	0	-
Klimatyzator 5 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m ² każdy)	Klimatyzator	867	823	676	0	-
Chłodnica wodna 2000 m³/h	Chłodnica	508	482	396	0	-
Klimakonwektor 5 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m ² każdy)	Klimakonwektor	316	300	247	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7

Nazwa	Typ	Energia [kWh/ rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ / rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Pompa chłodzenia 1 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m ² każdy)	Pompa	156	148	122	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
PV — dach południowo-wschodni Budynek główny	Fotowoltaika	0	0	0	0	-
PV — parking południowo-zachodni Parking firmowy (carport)	Fotowoltaika	0	0	0	0	-
RAZEM Wersja Bazowa		346 257	287 961	232 630	0	

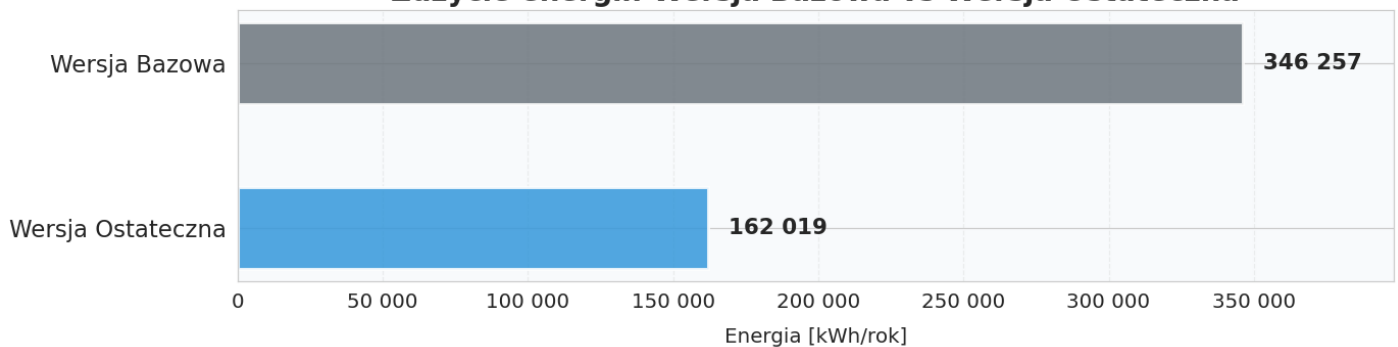
9.7 Urządzenia — Wersja Ostateczna (19 urządzeń)

Nazwa	Typ	Grupa modernizacji	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Klimatyzacja precyzyjna 50 kW Serwerownia	Klimatyzacja precyzyjna	Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	76 270	72 456	59 490	65 000	Free cooling pełny poniżej 15 °C oraz częściowy do...
Nagrzewnica kanałowa elektryczna 15 kW Wejście główne	Nagrzewnica	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	39 231	37 269	30 600	1 500	Nawiew 22 °C w godzinach 6:00–19:00 w dni robocze;...
Nawilżacz 3000 m³/h Strefa biurowa - nawilżanie	Nawilżacz	Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	27 877	26 483	21 744	1 500	Pełne nawilżanie w godzinach 7:00–19:00 w dni robo...
Centrala wentylacyjna 5000 m³/h Strefy biurowe 1-3 piętro (open space + sale konferencyjne)	Centrala	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	32 959	22 684	18 240	12 000	Tryb komfortowy w godzinach 6:00–19:00 w dni roboc...
Wieża chłodnicza	Wieża chłodnicza	-	11 990	11 390	9 352	0	-
Kotłownia gazowa 10 kW Centralne ogrzewanie + c.w.u.	Źródło ciepła	Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	26 652	10 049	6 027	1 500	Granica ogrzewania 17 °C; bez c.w.u.; kocioł wyłącz...
Oświetlenie — budynek Cały budynek (open space, korytarze, sanitariaty, techniczne, recepcja)	Oświetlenie	Wymiana świetlówek na LED	6 966	6 617	5 433	31 000	Wymiana 1:1 wszystkich 135 opraw na LED przy tym s...
Wentylator 5000 m³/h Wentylacja ogólna budynku	Wentylator	Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	5 313	5 048	4 145	4 500	Pełny wydatek w godzinach 7:00–19:00 w dni robocze...

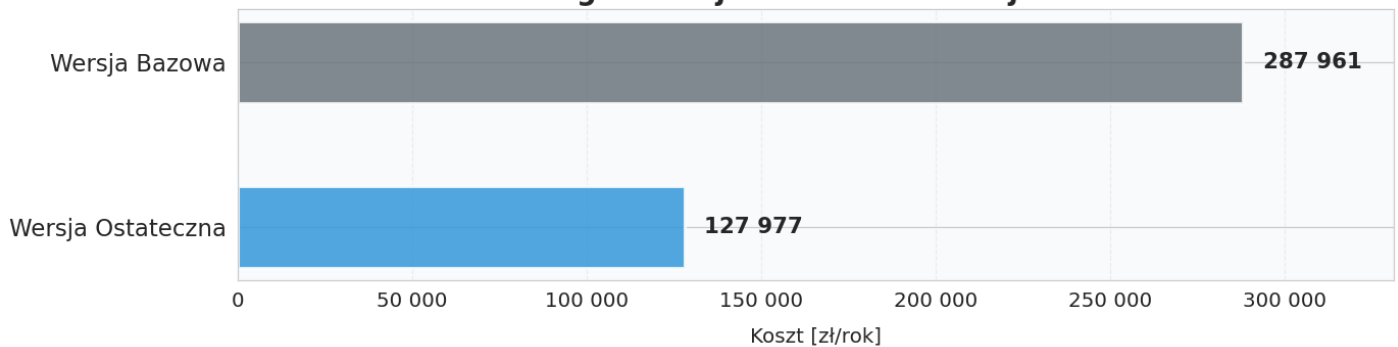
Nazwa	Typ	Grupa modernizacji	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Inne 1 kW Pozostałe odbiory elektryczne (sprzęt biurowy / serwerownia)	Inne	Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	4 820	4 579	3 760	800	Pełna moc w godzinach 7:00–19:00 w dni robocze; po...
Pompa grzania 1 kW Wejście główne	Pompa	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	2 733	2 596	2 132	300	Pełna praca w godzinach 6:00–19:00 w dni robocze; ...
Agregat chłodu 50 kW Chłodzenie budynku - klimatyzacja precyzyjna + klimakonwektory	Agregat	Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram	2 550	2 423	1 989	1 500	Tylko zmiana sterowania — bez wymiany sprzętu: pra...
System VRV 50 kW	VRV/VRF	-	1 640	1 558	1 279	0	-
Kurtyna 2 kW Wejście główne	Kurtyna	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	3 507	1 288	967	900	Nastawa 22 °C w godzinach 6:00–19:00 w dni robocze...
Klimatyzator 5 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m ² każdy)	Klimatyzator	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	826	785	644	1 200	Tryb komfortowy 6:00–19:00 w dni robocze; nocą i w...
Chłodnica wodna 2000 m³/h	Chłodnica	-	508	482	396	0	-
Klimakonwektor 5 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m ² każdy)	Klimakonwektor	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	239	227	187	400	Tryb komfortowy 22 °C w godzinach 6:00–19:00 w dni...
Pompa chłodzenia 1 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m ² każdy)	Pompa	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	126	120	99	300	Pełna praca w godzinach 6:00–19:00 w dni robocze; ...

Nazwa	Typ	Grupa modernizacji	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO ₂ /rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
PV — dach południowo-wschodni Budynek główny	Fotowoltaika	Montaż fotowoltaiki	-23 958	-22 760	-18 687	132 000	Instalacja PV 33 kWp na dachu — orientacja SE, nac...
PV — parking południowo-zachodni Parking firmowy (carport)	Fotowoltaika	Montaż fotowoltaiki	-58 231	-55 319	-45 420	453 750	Instalacja PV 82,5 kWp na carportach parkingu — or...
RAZEM Wersja Ostateczna			162 019	127 977	102 376	708 150	

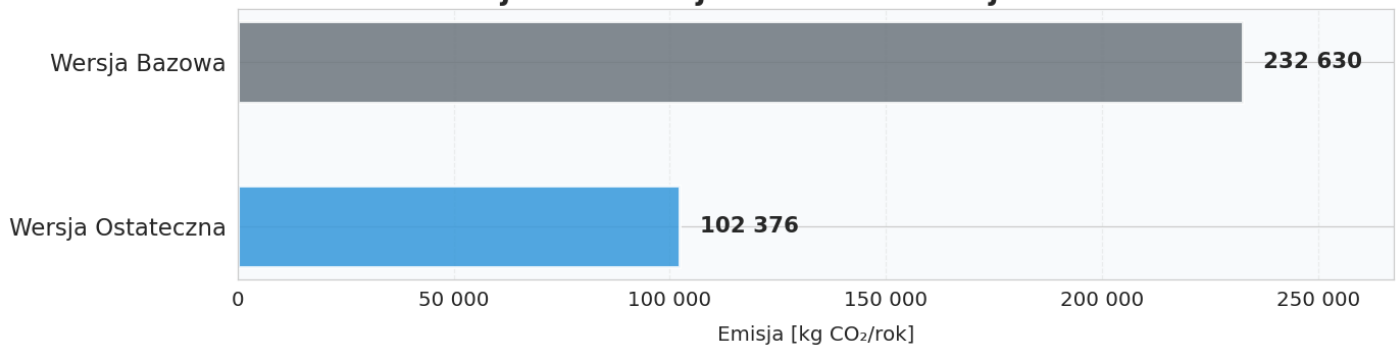
Zużycie energii: Wersja Bazowa vs Wersja Ostateczna



Koszt energii: Wersja Bazowa vs Wersja Ostateczna



Emisja CO₂: Wersja Bazowa vs Wersja Ostateczna



9.8 Zużycie energii wg typu urządzenia

Typ	En. bazowa [kWh/rok]	En. ostateczna [kWh/rok]	Oszcz. energii [kWh/rok]
Fotowoltaika	0	-82 189	82 189
Klimatyzacja precyzyjna	112 128	76 270	35 858
Nawilżacz	47 544	27 877	19 668
Centrala	49 571	32 959	16 612
Źródło ciepła	34 218	26 652	7 566
Oświetlenie	13 776	6 966	6 811
Wentylator	9 656	5 313	4 343
Inne	8 760	4 820	3 940
Nagrzewnica	42 891	39 231	3 660
Kurtyna	6 620	3 507	3 112
Agregat	2 760	2 550	210
Pompa	3 013	2 859	153
Klimakonwektor	316	239	77
Klimatyzator	867	826	40
Chłodnica	508	508	0
VRV/VRF	1 640	1 640	0
Wieża chłodnicza	11 990	11 990	0
RAZEM	346 257	162 019	184 238

9.9 Oszczędności energii wg typu urządzenia

Typ	Oszcz. energii [kWh/rok]	Inwestycja [zł]	SPBT [lat]
Nawilżacz	19 668	1 500	0,1
Inne	3 940	800	0,2
Nagrzewnica	3 660	1 500	0,4
Źródło ciepła	7 566	1 500	0,5
Kurtyna	3 112	900	0,8
Wentylator	4 343	4 500	1,1
Centrala	16 612	12 000	1,8
Klimatyzacja precyzyjna	35 858	65 000	1,9
Pompa	153	600	4,1
Oświetlenie	6 811	31 000	4,8
Klimakonwektor	77	400	5,5
Fotowoltaika	82 189	585 750	7,5
Agregat	210	1 500	7,5
Klimatyzator	40	1 200	31,2
Chłodnica	0	0	-
VRV/VRF	0	0	-
Wieża chłodnicza	0	0	-
RAZEM	184 238	708 150	4,4

9.10 Koszty energii wg typu urządzenia

Typ	Koszt baz. [zł/rok]	Koszt ostat. [zł/rok]	Oszcz. kosztów [zł/rok]
Fotowoltaika	0	-78 079	78 079
Klimatyzacja precyzyjna	106 522	72 456	34 065
Nawilżacz	45 167	26 483	18 684
Centrala	29 514	22 684	6 830
Oświetlenie	13 088	6 617	6 470
Wentylator	9 173	5 048	4 125
Inne	8 322	4 579	3 743
Nagrzewnica	40 746	37 269	3 477
Źródło ciepła	12 982	10 049	2 933
Kurtyna	2 408	1 288	1 120
Agregat	2 622	2 423	199
Pompa	2 862	2 716	146
Klimakonwektor	300	227	73
Klimatyzator	823	785	38
Chłodnica	482	482	0
VRV/VRF	1 558	1 558	0
Wieża chłodnicza	11 390	11 390	0
RAZEM	287 961	127 977	159 984

9.11 Oszczędności kosztów wg typu urządzenia

Typ	Oszcz. kosztów [zł/rok]	Inwestycja [zł]	SPBT [lat]
Nawilżacz	18 684	1 500	0,1
Inne	3 743	800	0,2
Nagrzewnica	3 477	1 500	0,4
Źródło ciepła	2 933	1 500	0,5
Kurtyna	1 120	900	0,8
Wentylator	4 125	4 500	1,1
Centrala	6 830	12 000	1,8
Klimatyzacja precyzyjna	34 065	65 000	1,9
Pompa	146	600	4,1
Oświetlenie	6 470	31 000	4,8
Klimakonwektor	73	400	5,5
Fotowoltaika	78 079	585 750	7,5
Agregat	199	1 500	7,5
Klimatyzator	38	1 200	31,2
Chłodnica	0	0	-
VRV/VRF	0	0	-
Wieża chłodnicza	0	0	-
RAZEM	159 984	708 150	4,4

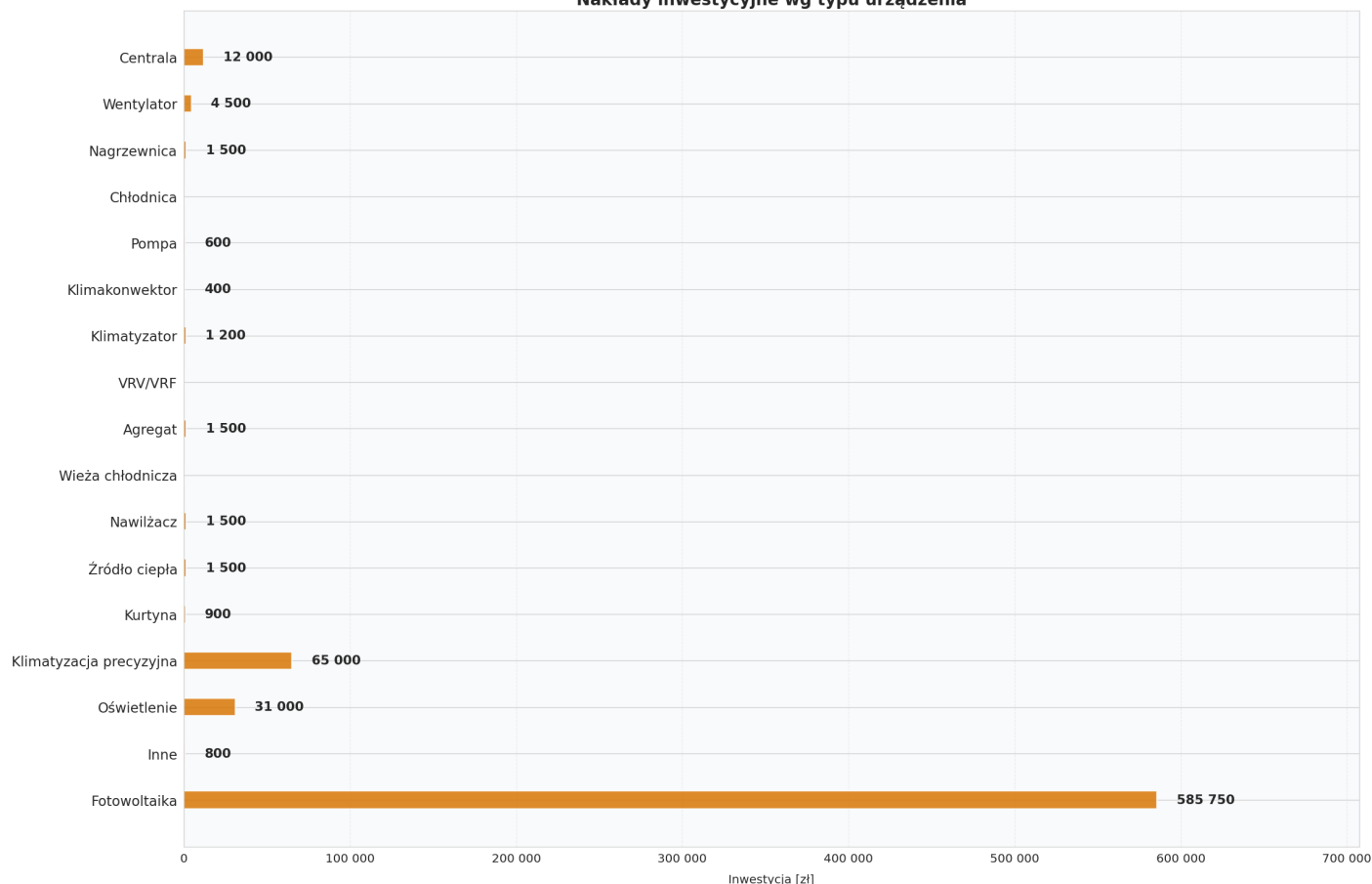
9.12 Emisja wg typu urządzenia

Typ	Em. bazowa [kg CO ₂ /rok]	Em. ostateczna [kg CO ₂ /rok]	Oszcz. emisji [kg CO ₂ /rok]
Fotowoltaika	0	-64 107	64 107
Klimatyzacja precyzyjna	87 460	59 490	27 969
Nawilżacz	37 084	21 744	15 341
Oświetlenie	10 746	5 433	5 312
Centrala	23 448	18 240	5 209
Wentylator	7 532	4 145	3 387
Inne	6 833	3 760	3 073
Nagrzewnica	33 455	30 600	2 855
Źródło ciepła	7 816	6 027	1 789
Kurtyna	1 804	967	837
Agregat	2 153	1 989	164
Pompa	2 350	2 230	120
Klimakonwektor	247	187	60
Klimatyzator	676	644	32
Chłodnica	396	396	0
VRV/VRF	1 279	1 279	0
Wieża chłodnicza	9 352	9 352	0
RAZEM	232 630	102 376	130 254

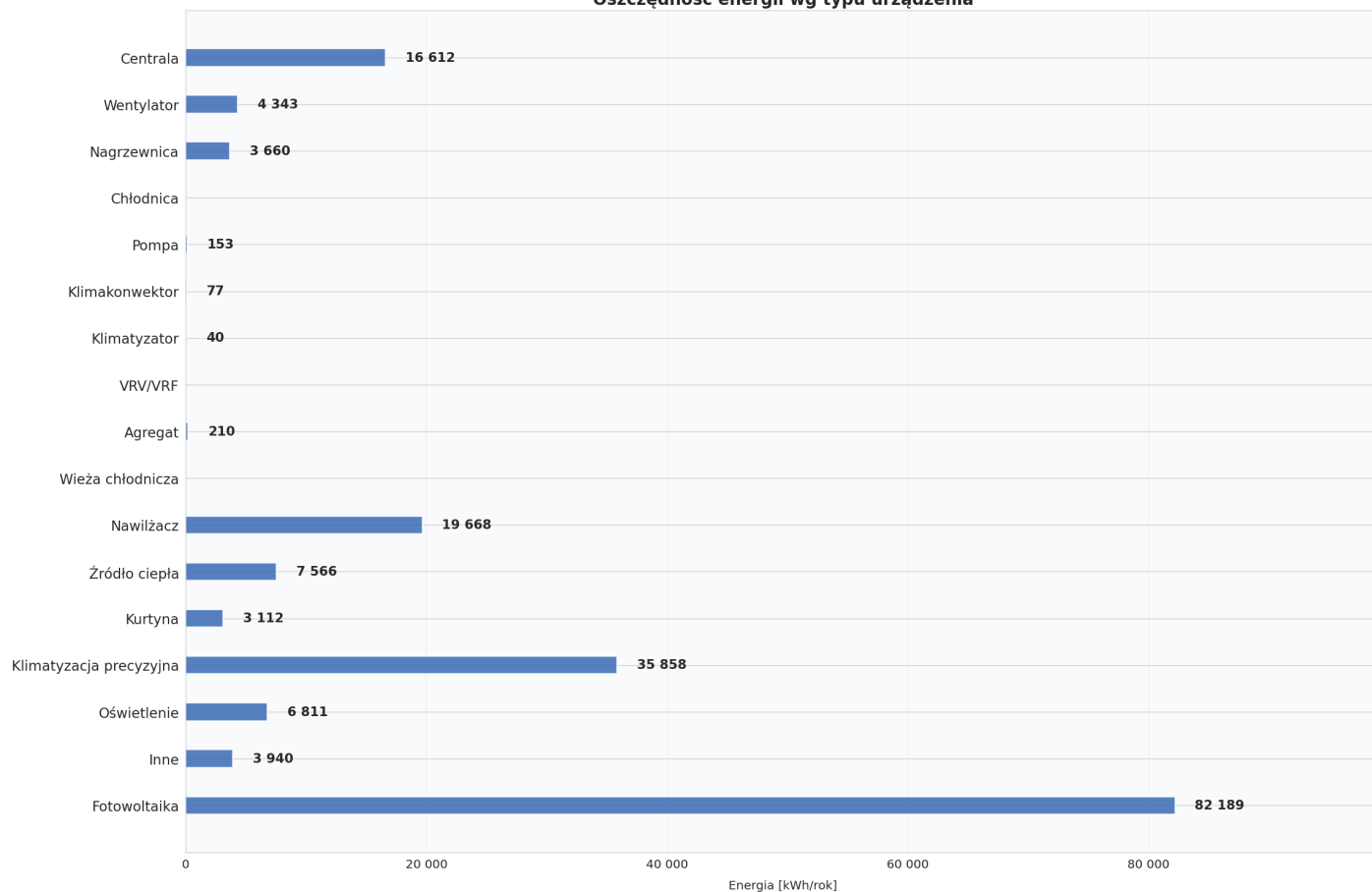
9.13 Oszczędności emisji wg typu urządzenia

Typ	Oszcz. emisji [kg CO ₂ /rok]	Inwestycja [zł]	SPBT [lat]
Nawilżacz	15 341	1 500	0,1
Inne	3 073	800	0,2
Nagrzewnica	2 855	1 500	0,4
Źródło ciepła	1 789	1 500	0,5
Kurtyna	837	900	0,8
Wentylator	3 387	4 500	1,1
Centrala	5 209	12 000	1,8
Klimatyzacja precyzyjna	27 969	65 000	1,9
Pompa	120	600	4,1
Oświetlenie	5 312	31 000	4,8
Klimakonwektor	60	400	5,5
Fotowoltaika	64 107	585 750	7,5
Agregat	164	1 500	7,5
Klimatyzator	32	1 200	31,2
Chłodnica	0	0	-
VRV/VRF	0	0	-
Wieża chłodnicza	0	0	-
RAZEM	130 254	708 150	4,4

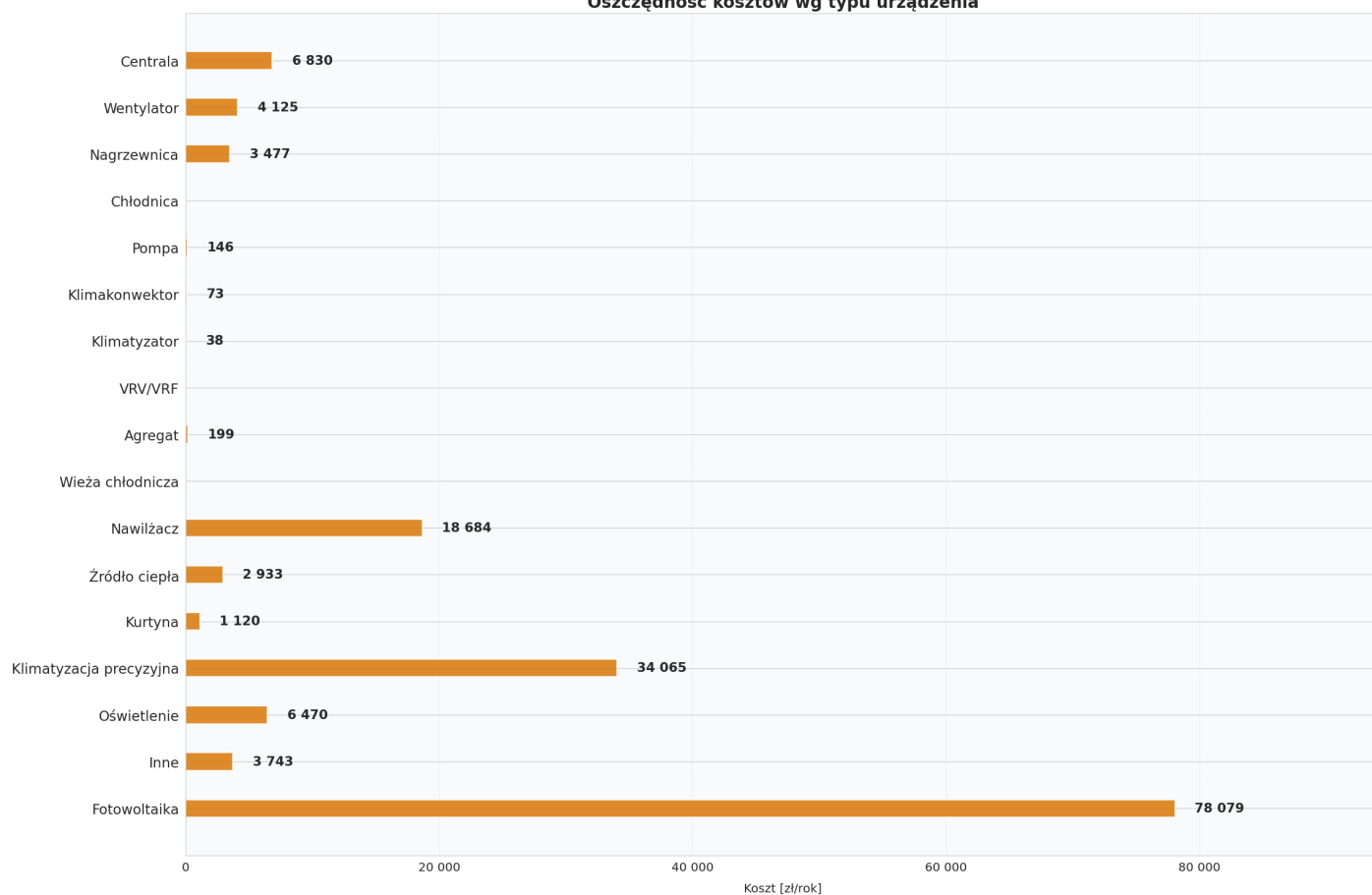
Nakłady inwestycyjne wg typu urządzenia



Oszczędność energii wg typu urządzenia



Oszczędność kosztów wg typu urządzenia



9.14 Pozycje wybrane do realizacji

Urządzenie	Wariant	Grupa	Inwestycja [zł]	Oszcz. kosztów [zł/rok]	SPBT [lat]
PV — parking południowo-zachodni	V1	Montaż fotowoltaiki	453 750	55 319	8,2
Klimatyzacja precyzyjna 50 kW	V2	Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymyennik glikolowy)	65 000	34 065	1,9
PV — dach południowo-wschodni	V1	Montaż fotowoltaiki	132 000	22 760	5,8
Nawilżacz 3000 m³/h	V2	Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	1 500	18 684	0,1
Centrala wentylacyjna 5000 m³/h	V2	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	12 000	6 830	1,8
Oświetlenie — budynek	V1	Wymiana świetlówek na LED	31 000	6 470	4,8
Wentylator 5000 m³/h	V2	Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	4 500	4 125	1,1
Inne 1 kW	V2	Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	800	3 743	0,2
Nagrzewnica kanałowa elektryczna 15 kW	V2	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	1 500	3 477	0,4
Kotłownia gazowa 10 kW	V4	Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	1 500	2 933	0,5
Kurtyna 2 kW	V2	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	900	1 120	0,8
Agregat chłodu 50 kW	V1	Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram	1 500	199	7,5
Pompa grzania 1 kW	V2	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	300	118	2,6
Klimakonwektor 5 kW	V2	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	400	73	5,5
Klimatyzator 5 kW	V2	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	1 200	38	31,2
Pompa chłodzenia 1 kW	V2	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	300	28	10,7

10. Pozostałe sugerowane modernizacje

— Termomodernizacja dachu (dodatkowe 12 cm wełny mineralnej) — Wymiana okien na najwyższej kondygnacji ($U_w = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$) — Modernizacja BMS i integracja z systemem zarządzania energią — Instalacja stacji ładowania pojazdów elektrycznych ($4 \times 22 \text{ kW}$)

11. Metodyka i niepewność obliczeń

11.1 Sposób wyznaczania wyników

Zużycie energii, koszty i emisje przedstawione w raporcie wyznaczono obliczeniowo, odrębnie dla każdego urządzenia, na podstawie wprowadzonych danych technicznych i warunków pracy. Wyniki stanu istniejącego są sumą wyników urządzeń bazowych; warianty modernizacji liczone są tymi samymi modelami obliczeniowymi co urządzenia stanu istniejącego.

Dla większości typów urządzeń obliczenie ma postać symulacji godzinowej obejmującej 8760 godzin roku. W każdej godzinie model ustala stan pracy urządzenia (praca, postój, praca ograniczona) według trybu regulacji i harmonogramu, wyznacza obciążenie oraz sprawność w warunkach zewnętrznych tej godziny, a zużycie sumuje do wyników miesięcznych i rocznego.

Wyjątki stanowią: oświetlenie — liczone metodą wskaźnika LENI według PN-EN 15193 (moc opraw $\times$ roczny czas pracy $\times$ współczynniki obecności F_O i światła dziennego F_D); fotowoltaika — produkcja z godzinowego nasłonecznienia lokalizacji projektu, a gdy lokalizacja nie ma danych nasłonecznienia, z miesięcznych sum nasłonecznienia; zespół urządzeń — nieposiadający własnego modelu, którego wynik jest sumą wyników urządzeń składowych.

Warunki zewnętrzne (temperatura, wilgotność i promieniowanie słoneczne) pochodzą z godzinowych danych typowego roku meteorologicznego (TMY) dla stacji przypisanej do projektu: Warszawa Okęcie. Gdy dane stacji nie zawierają promieniowania słonecznego, przyjmowany jest jego przybliżony przebieg godzinowy, skalowany do miesięcznych sum dla Warszawy.

Czas i sposób pracy urządzeń opisuje jeden z dziewięciu trybów regulacji: tryby stałe (moc zadeklarowana, sterowanie czasowe), proporcjonalne (moc zależna od warunków pracy, np. temperatury zewnętrznej lub obciążenia) oraz sezonowe (odrębne parametry lata i zimy — wyłącznie dla central wentylacyjnych), w połączeniu z harmonogramem: godzinami pracy, liczbą dni pracy w tygodniu i miesiącami aktywnymi. Dostępność trybów zależy od typu urządzenia.

Sprawność urządzeń sprężarkowych (EER przy chłodzeniu, COP przy grzaniu) wyznaczana jest w każdej godzinie z wartości nominalnej podanej dla urządzenia, korygowanej liniowo względem temperatury zewnętrznej — przy chłodzeniu także względem warunków pracy skraplacza (m.in. usytuowania jednostki zewnętrznej i nasłonecznienia), przy grzaniu także o straty odszraniania. Dla sprężarek inwerterowych stosowany jest współczynnik obciążenia częściowego. Praca poniżej mocy minimalnej modelowana jest jako taktowanie z obniżeniem sprawności $PLF = 1 - C_d \cdot (1 - PLR)$; opcjonalnie sporządzający może przyjąć konwencję utrzymywania mocy minimalnej.

11.2 Metodyki typów urządzeń w projekcie

Procedury i algorytmy obliczeniowe stosowane przez aplikację — wzory, wartości domyślne, dostępne tryby regulacji i założenia upraszczające — opisane są w dokumentach metodyki udostępnianych w serwisie odrębnie dla każdego typu urządzenia (przycisk „Metodyka” w formularzu danych urządzenia); tryby regulacji opisuje wspólny dokument metodyka_tryby_regulacji.html. Dokumenty metodyki mają charakter ogólny i mogą nie obejmować wszystkich szczególnych konfiguracji instalacji. Poniższe zestawienie obejmuje urządzenia stanu istniejącego ujęte w projekcie.

Typ urządzenia	Liczba urządzeń	W tym z kalibracją	Dokument metodyki
Centrala wentylacyjna	1	0	metodyka_centrala.html
Wentylator	1	0	metodyka_wentylator.html
Nagrzewnica	1	0	metodyka_nagrzewnica.html

Typ urządzenia	Liczba urządzeń	W tym z kalibracją	Dokument metodyki
Chłodnica	1	0	metodyka_chlodnica.html
Pompa obiegowa	2	0	metodyka_pompa.html
Klimakonwektor	1	0	metodyka_klimakonwektor.html
Klimatyzator	1	0	metodyka_klimatyzator.html
System VRV	1	0	metodyka_vrv.html
Agregat chłodniczy	1	0	metodyka_agregat.html
Wieża chłodnicza	1	0	metodyka_wieza_chlodnicza.html
Nawilżacz	1	0	metodyka_nawilzacz.html
Źródło ciepła	1	0	metodyka_zrodlo_ciepla.html
Kurtyna powietrzna	1	0	metodyka_kurtyna.html
Klimatyzacja precyzyjna	1	0	metodyka_klimatyzacja_precyzyjna.html
Oświetlenie	1	0	metodyka_oswietlenie.html
Inne urządzenia	1	0	metodyka_inne.html
Fotowoltaika	2	0	metodyka_fotowoltaika.html
Razem	19	0	

11.3 Źródła niepewności

Wyniki mają charakter szacunkowy. Aplikacja nie wyznacza ilościowego przedziału niepewności wyników; na ich dokładność wpływają przede wszystkim następujące czynniki.

- **Dane techniczne urządzeń.** Moce, sprawności i wydajności przyjmowane są z tabliczek znamionowych, kart katalogowych lub dokumentacji. Rzeczywisty stan techniczny urządzeń (zużycie, zanieczyszczenie, nastawy automatyki) może od nich odbiegać.
- **Harmonogramy i tryby pracy.** Czas pracy i sposób regulacji deklaruje sporządzający. Zużycie zmienia się w przybliżeniu proporcjonalnie do czasu pracy, dlatego rozbieżność między harmonogramem przyjętym a rzeczywistym przenosi się bezpośrednio na wynik.
- **Warunki klimatyczne.** Obliczenia prowadzone są dla typowego roku meteorologicznego (TMY), który odzwierciedla przeciętne wieloletnie warunki klimatyczne. Zużycie w konkretnym roku kalendarzowym — cieplejszym lub chłodniejszym od typowego — różni się od wyniku obliczeń; wyniki nie są normalizowane do pogody roku rozliczeniowego.
- **Uproszczenia modeli.** Sprawność korygowana jest liniowo względem temperatury, a krzywe obciążenia częściowego są uogólnione — wyznaczone na danych katalogowych urządzeń referencyjnych, a nie dla konkretnego urządzenia. Każde urządzenie liczone jest odrębnie; wzajemne oddziaływanie urządzeń uwzględniane jest wyłącznie w zakresie jawnie przewidzianym w modelu (np. powiązania urządzeń, tryby bilansu).
- **Wartości domyślne.** Formularze podpowiadają typowe wartości parametrów, cen energii i wskaźników emisji. Wartość pozostawiona bez weryfikacji staje się założeniem obliczeń i powinna być oceniona przez sporządzającego pod kątem adekwatności do analizowanego obiektu.
- **Aktualność obliczeń.** Wyniki urządzenia zapisywane są w chwili jego przeliczenia. Zmiany metodyki publikowane w informacjach o wydaniu (release notes) obejmują urządzenie dopiero po jego ponownym przeliczeniu.

11.4 Kalibracja i weryfikacja względem pomiarów

Niepewność wyników można ograniczyć przez porównanie z rzeczywistym zużyciem. Dla każdego urządzenia dostępna jest kalibracja: współczynnik korekty, równy stosunkowi zużycia zmierzonego do obliczonego i ograniczony do przedziału 0,3–3,0, mnoży wyniki energii, kosztów i emisji — odrębnie dla energii elektrycznej oraz, w urządzeniach zużywających energię ciepłą, dla energii cieplnej. Wyniki sprzed korekty są zachowywane w danych urządzenia.

Gdy w projekcie wprowadzono odczyty liczników lub faktury, raport zestawia zużycie obliczone z rzeczywistym w podrozdziale „Rzeczywiste zużycie energii z liczników” (rozdział „Analiza budynków objętych audytem”), odrębnie dla energii cieplnej i elektrycznej; rozbieżności przekraczające 15 % są wyróżniane.

W niniejszym projekcie żadne urządzenie stanu istniejącego nie ma aktywnej kalibracji — wyniki są wynikami modelu bez korekty względem pomiarów.

12. Wnioski i rekomendacje

Największy efekt przy najniższym nakładzie dają harmonogramy czasowe z trybem ograniczonym poza godzinami pracy — koszt sprowadza się do sterowników i programowania, a zwrot następuje w ciągu pierwszego roku; skala tych oszczędności wynika wprost z tego, że w stanie obecnym żadne urządzenie nie ma harmonogramu. Free cooling w serwerowni daje ok. 34 tys. zł rocznie przy nakładzie 65 tys. zł (zwrot ok. 2 lata) — po odjęciu energii pompy glikolu i wentylatorów drycoolera. Kolejne w kolejności opłacalności: regulacja kotłowni gazowej (granica ogrzewania i wyłączenie letnie), harmonogram pracy agregatu wody lodowej oraz wymiana oświetlenia na LED (ok. 5 lat). Fotowoltaika 115 kWp przy autokonsumpcji 75 % daje największą oszczędność bezwzględną (ok. 78 tys. zł rocznie) i największą redukcję emisji, ze zwrotem ok. 6 lat na dachu i ok. 8 lat na droższych carportach. Wymiana agregatu na inwerterowy nie broni się przy tak małym rocznym obciążeniu, a wymiana źródła ciepła na pompę ciepła lub węzeł zwraca się dopiero po 16–18 latach przy obecnych cenach nośników.

13. Załączniki

1. Faktury za energię elektryczną i ciepło z lat 2023–2025
2. Schematy instalacji HVAC (rzuty kondygnacji)
3. Dokumentacja techniczna central wentylacyjnych
4. Raport z pomiarów oświetlenia (luksomierz)
5. Świadectwo charakterystyki energetycznej budynku

14. Autorzy opracowania

mgr inż. Jan Kowalski (audytor energetyczny, nr 0123/2018) mgr inż. Anna Nowak (specjalista HVAC) inż. Piotr Wiśniewski (asystent obliczeń)

15. Zastrzeżenie prawne

Wyniki zawarte w niniejszym raporcie mają charakter szacunkowy i zostały wygenerowane na podstawie danych oraz założeń wprowadzonych przez sporządzającego. Każdy budynek i każda instalacja są indywidualne — sprawdzenie rzeczywistego trybu pracy i współdziałania urządzeń, weryfikacja przyjętych założeń oraz adekwatności zastosowanej metodyki, a także ocena i sposób wykorzystania wyników należą do osoby sporządzającej opracowanie (audytora).

Odpowiedzialność za poprawność wyników oraz wniosków wyciągniętych z opracowania (audytu) spoczywa na wykonawcy audytu.

Raport ma charakter szacunkowego opracowania wspomagającego i nie stanowi: audytu efektywności energetycznej ani audytu energetycznego przedsiębiorstwa w rozumieniu ustawy z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej; audytu energetycznego ani remontowego budynku w rozumieniu ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów; ani świadectwa charakterystyki energetycznej budynku w rozumieniu ustawy z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków. Sporządzenie dokumentów o skutkach prawnych wymaga zachowania wymogów formalnych właściwych przepisów oraz, w odpowiednich przypadkach, uprawnień lub niezależności osoby sporządzającej.

Autorzy aplikacji dokładają starań o poprawność algorytmów obliczeniowych, jednak nie gwarantują braku błędów lub uproszczeń i nie ponoszą odpowiedzialności za decyzje podjęte na podstawie niniejszego raportu.