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: **05.11.2026 18:40**

Autor: **EnergyApp**

Spis Treści

1. Streszczenie 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

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 Współczynniki korygujące 12
3.5 Stawki i współczynniki przyjęte w obliczeniach 15
3.6 Obliczeniowe zużycie energii (po kalibracji) 15
3.7 Obliczeniowe zestawienie wg typu urządzenia 17
3.8 Obliczeniowe zestawienie wg urządzenia 20

4. Analiza modernizacji 24

4.1 Założenia modernizacji 24
4.2 Stan bazowy 24
4.3 Porównanie wg grup modernizacji 24
4.4 Urządzenia zmodernizowane 26

5. Grupy modernizacji 29

6. Ranking modernizacji (TOP 5) 76

6.1 TOP 5 — Najkrótszy prosty okres zwrotu (SPBT) 76
6.2 TOP 5 — Największa oszczędność kosztów energii 76
6.3 TOP 5 — Największa oszczędność zużycia energii 76
6.4 TOP 5 — Największe ograniczenie emisji CO_2 77

7. Analiza kosztów cyklu życia (LCC) 78

7.1 Założenia analizy 78
7.2 Koszty cyklu życia projektu 78
7.3 Porównanie scenariuszy 78
7.4 Koszty wg typu urządzenia 79
7.5 Koszty wg urządzenia 80

8. Podsumowanie Grup Modernizacji 82

8.1 Nakłady inwestycyjne wg grup modernizacji 82
8.2 Zużycie energii wg grup modernizacji 83
8.3 Oszczędności energii wg grup modernizacji 83
8.4 Koszty energii wg grup modernizacji 84
8.5 Oszczędności kosztów wg grup modernizacji 84
8.6 Emisja wg grup modernizacji 85

8.7 Oszczędności emisji wg grup modernizacji 85
9. Plan wdrożenia 88
9.1 Zgodność rekomendacji z Wersją Ostateczną 88
9.2 Wybór wariantów modernizacji 89
9.3 Rekomendowane modernizacje 90
9.4 Scenariusz Wersji Ostatecznej 92
9.5 Porównanie: Wersja Bazowa vs Wersja Ostateczna 92
9.6 Urządzenia — Wersja Bazowa 92
9.7 Urządzenia — Wersja Ostateczna 93
9.8 Zużycie energii wg typu urządzenia 96
9.9 Oszczędności energii wg typu urządzenia 97
9.10 Koszty energii wg typu urządzenia 98
9.11 Oszczędności kosztów wg typu urządzenia 99
9.12 Emisja wg typu urządzenia 100
9.13 Oszczędności emisji wg typu urządzenia 101
9.14 Pozycje wybrane do realizacji 103
10. Pozostałe sugerowane modernizacje 104
11. Metodyka i niepewność obliczeń 105
11.1 Sposób wyznaczania wyników 105
11.2 Metodyki typów urządzeń w projekcie 105
11.3 Źródła niepewności 106
11.4 Kalibracja i weryfikacja względem pomiarów 107
12. Wnioski i rekomendacje 108
13. Załączniki 109
14. Autorzy opracowania 110
15. Zastrzeżenie prawne 111

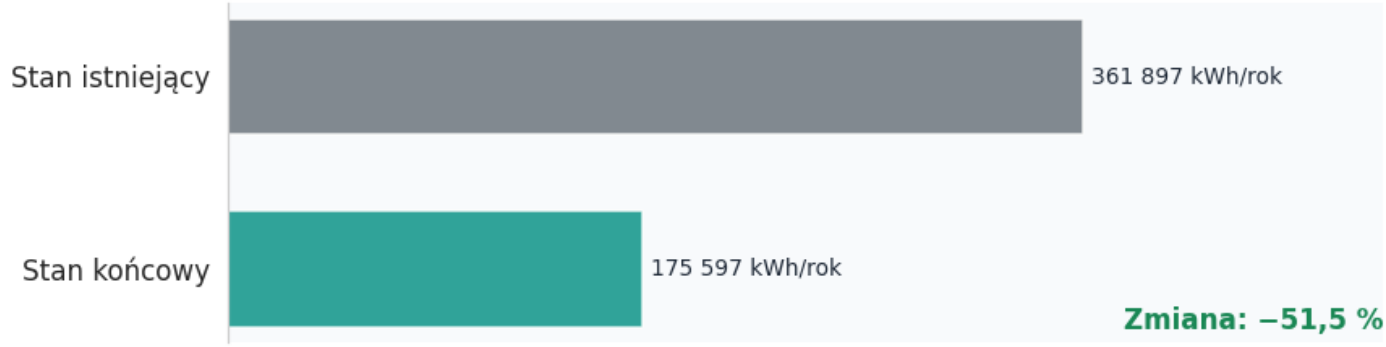
1. Streszczenie

1.1 Aktualne zużycie energii (stan istniejący)

⚡ ENERGIA CAŁKOWITA	🪙 KOSZT ROCZNY	☁ EMISJA CO_2
361 897 kWh/rok	**301 256** zł/rok	**242 961** kg CO_2/rok

Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO_2/rok]
361 897	**301 256**	**242 961**

1.2 Możliwe zużycie końcowe (po wdrożeniu wybranych modernizacji)



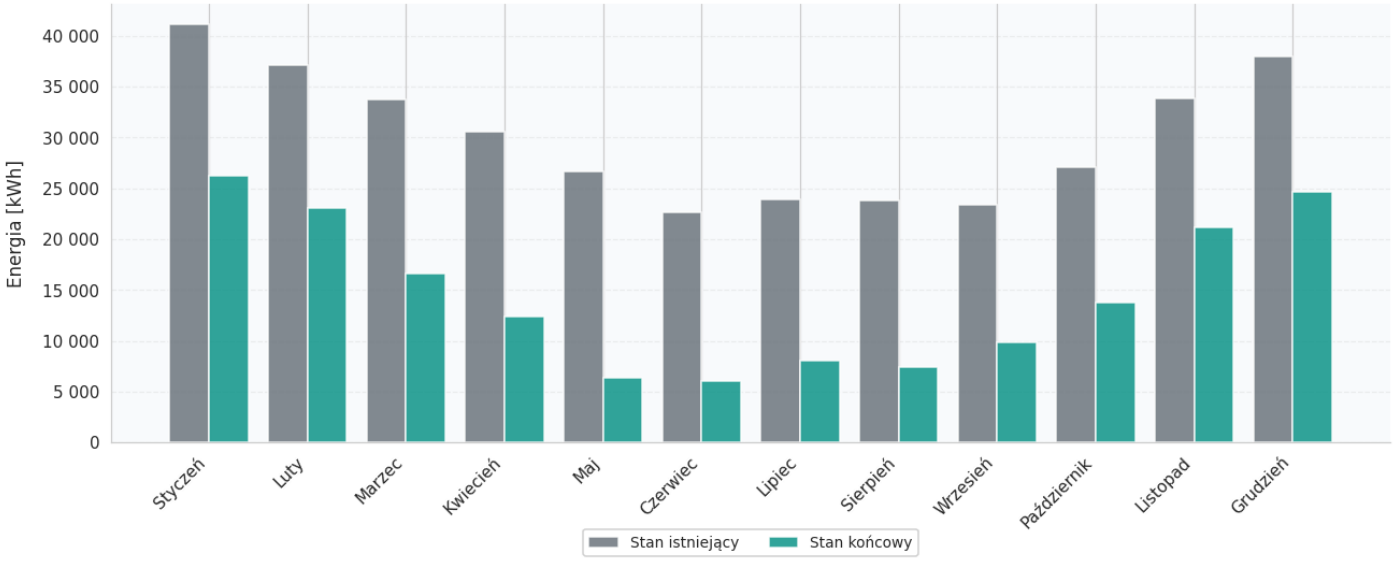
⚡ ENERGIA — STAN KOŃCOWY	🪙 KOSZT — STAN KOŃCOWY	☁ EMISJA — STAN KOŃCOWY
175 597 kWh/rok	**139 654** zł/rok	**111 558** kg CO_2/rok
oszczędność **186 300 (−51,5%)**	oszczędność **161 603 (−53,6%)**	redukcja **131 403**

	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO_2/rok]
Stan istniejący	361 897	301 256	242 961
Stan końcowy (wybrane modernizacje)	175 597	139 654	111 558
Oszczędność	**186 300 (51,5%)**	**161 603 (53,6%)**	**131 403**

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	220	209	1 500	7,2
Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	37 651	35 769	65 000	1,8
Montaż fotowoltaiki	80 062	76 059	585 750	7,7
Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	24 033	12 043	16 600	1,4
Obniżenie nastawy grzania do 20 °C	6 822	6 129	900	0,1
Podwyższenie nastawy chłodzenia do 26 °C	178	169	700	4,1
Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	29 347	27 880	6 800	0,2
Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	8 133	3 132	1 500	0,5
Wymiana świetlówek na LED	6 854	6 511	31 000	4,8
Wymiana źródła ciepła — pompa ciepła, węzeł lub kocioł elektryczny	25 591	3 975	55 000	13,8
Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	30 380	17 908	13 900	0,8
Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00)	45 363	43 095	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	220	209	172	1 500	7,2
Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy) / V2	37 651	35 769	29 368	65 000	1,8
Montaż fotowoltaiki / V1	80 062	76 059	62 449	585 750	7,7
Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00) / V2	24 033	12 043	9 276	16 600	1,4
Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00) / V2	29 347	27 880	22 891	6 800	0,2
Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy / V4	8 133	3 132	1 902	1 500	0,5
Wymiana świetlówek na LED / V1	6 854	6 511	5 346	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.

3. Analiza budynków objętych audytem

Założenia Projektu

LOKALIZACJA
Warszawa, al. Jerozolimskie 200

STACJA POGODOWA
Warszawa Okęcie, 106 m n.p.m.

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.

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 (η = 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 (η = 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 m3/h	Wentylacja - biura	50 737,76	30 622,54	24 000,24

Wentylator 1

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO_2/rok]
Wentylator 5000 m3/h	Wentylacja - nawiew	10 138,92	9 631,97	7 908,36

Nagrzewnica 1

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO_2/rok]
Nagrzewnica kanałowa elektryczna 15 kW	Nagrzewnice elektryczne - wejście	45 035,40	42 783,64	35 127,61

Chłodnica 1

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO_2/rok]
Chłodnica wodna 2000 m³/h		533,18	506,52	415,88

Pompa obiegowa 2

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO_2/rok]
Pompa chłodzenia 1 kW	Pompy chłodzenia - biura	163,66	155,48	127,66
Pompa grzania 1 kW	Pompy grzania - wejście	2 999,49	2 849,51	2 339,60

Klimakonwektor 1

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO_2/rok]
Klimakonwektor 5 kW	Klimakonwektory - biura	332,01	315,41	258,96

Klimatyzator 1

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO_2/rok]
Klimatyzator 5 kW	Klimatyzacja - biura	909,87	864,38	709,70

System VRV 1

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO_2/rok]
System VRV 50 kW		1 722,27	1 636,16	1 343,37

Agregat chłodniczy 1

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO_2/rok]
Agregat chłodu 50 kW	Agregaty chłodu	2 897,98	2 753,08	2 260,42

Wieża chłodnicza 1

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO_2/rok]
Wieża chłodnicza		12 589,50	11 960,02	9 819,81

Nawilżacz 1

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO_2/rok]
Nawilżacz 3000 m³/h	Nawilżanie - biura	49 921,39	47 425,32	38 938,68

Źródło ciepła 1

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO_2/rok]
Kotłownia gazowa 10 kW	Źródło ciepła - kotłownia gazowa	36 821,24	13 893,45	8 336,72

Kurtyna powietrzna 1

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO_2/rok]
Kurtyna 2 kW	Kurtyny - wejście	6 660,92	2 447,28	1 836,19

Klimatyzacja precyzyjna 1

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO_2/rok]
Klimatyzacja precyzyjna 50 kW	Serwerownia	117 734,40	111 847,68	91 832,83

Oświetlenie 1

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO_2/rok]
Oświetlenie — budynek	Oświetlenie - wewnętrzne	13 501,02	12 825,97	10 530,80

Inne urządzenia 1

Nazwa	Grupa	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO_2/rok]
Inne 1 kW	Inne odbiory - elektryczne	9 198,00	8 738,10	7 174,44

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

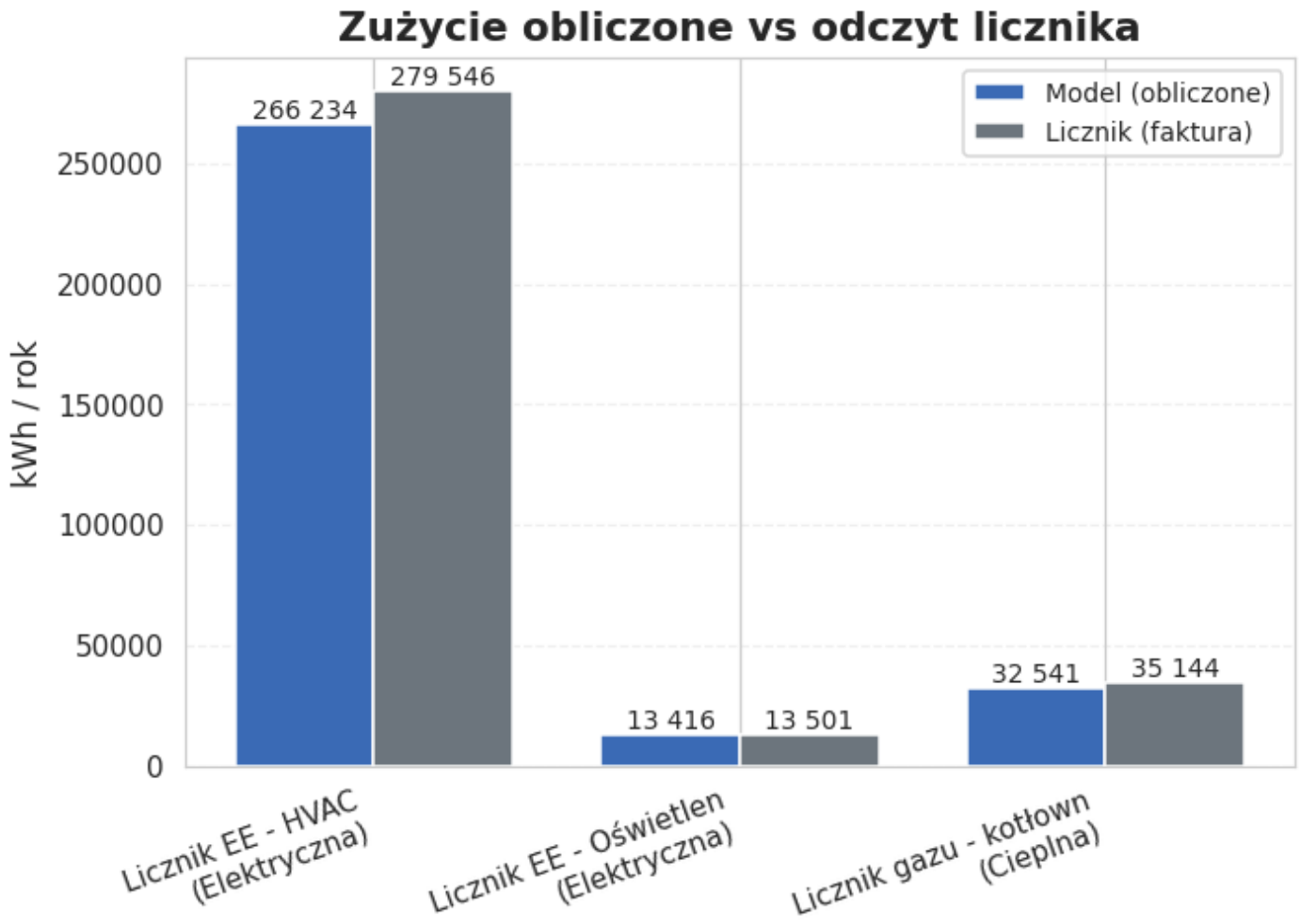
Założenia analizy zużycia

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	Urzą-dzeń	Model [kWh]	Skorygo-wane [kWh]	Licznik [kWh]	Różnica [kWh]	Różnica [%]	Koszt mo-del [zł]	Koszt fak-tura [zł]	Współczyn-nik
Licznik EE - HVAC	Elektryczna	15	266 235	279 547	279 547	13 312	+5,0%	252 923	265 569	x1,05 OK
Licznik EE - Oświetlenie	Elektryczna	1	13 416	13 501	13 501	84	+0,6%	12 746	12 826	x1,01 OK
Licznik gazu - kotłownia	Cieplna	1	32 541	35 145	35 145	2 603	+8,0%	11 389	12 301	x1,08 OK
RAZEM — Cieplna		**1**	**32 541**	**35 145**	**35 145**	**2 603**	**+8,0%**	**11 389**	**12 301**	
RAZEM — Elektryczna		**2**	**279 651**	**293 048**	**293 048**	**13 397**	**+4,8%**	**265 669**	**278 395**	

- **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 nieujęte w modelu).
- **Licznik EE - Oświetlenie** — Wydzielony licznik energii dla oświetlenia. Współczynnik korekty ≈ 0,98 (pomiar nieco niższy od obliczenia).
- **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.



Ocena jakości danych

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

W projekcie przyjęto współczynniki korygujące. Wszystkie wyniki w niniejszym raporcie — zużycie energii, koszty i emisje stanu bazowego oraz wszystkich wariantów modernizacji — są przemnożone przez te współczynniki. Wariant modernizacji dziedziczy współczynnik swojego urządzenia bazowego, więc oszczędność „stan bazowy − wariant” porównuje wyniki w tej samej konwencji.

Kalibracja aktywna w **52** z 56 urządzeń, w tym **17** ze współczynnikiem z licznika; **35** wariantów modernizacji dziedziczy współczynnik urządzenia bazowego. Odczyty liczników i współczynniki liczników — w podrozdziale „Rzeczywiste zużycie energii z liczników”.

Urządzenie	Typ	Obliczone el. [kWh]	Skorygowane el. [kWh]	k el.	Obliczone ciepl. [kWh]	Skorygowane ciepl. [kWh]	k ciepl.	Pochodzenie
Agregat chłodu 50 kW	Agregat	2 760	2 898	×1,050	—	—	—	z licznika (odczyty z faktur)
Centrala wentylacyjna 5000 m3/h	Centrala	23 335	24 501	×1,050	26 236	26 236	×1,000	z licznika (odczyty z faktur)
Chłodnica wodna 2000 m³/h	Chłodnica	508	533	×1,050	0	0	×1,000	z licznika (odczyty z faktur)
Inne 1 kW	Inne	8 760	9 198	×1,050	0	0	×1,000	z licznika (odczyty z faktur)
Klimakonwektor 5 kW	Klimakonwektor	316	332	×1,050	0	0	×1,000	z licznika (odczyty z faktur)
Klimatyzacja precyzyjna 50 kW	Klimatyzacja precyzyjna	112 128	117 734	×1,050	—	—	—	z licznika (odczyty z faktur)
Klimatyzator 5 kW	Klimatyzator	867	910	×1,050	—	—	—	z licznika (odczyty z faktur)
Kurtyna 2 kW	Kurtyna	828	869	×1,050	5 792	5 792	×1,000	z licznika (odczyty z faktur)
Nagrzewnica kanałowa elektryczna 15 kW	Nagrzewnica	42 891	45 035	×1,050	0	0	×1,000	z licznika (odczyty z faktur)
Nawilżacz 3000 m³/h	Nawilżacz	47 544	49 921	×1,050	—	—	—	z licznika (odczyty z faktur)
Oświetlenie — budynek	Oświetlenie	13 416	13 501	×1,006	—	—	—	z licznika (odczyty z faktur)
Pompa chłodzenia 1 kW	Pompa	156	164	×1,050	—	—	—	z licznika (odczyty z faktur)
Pompa grzania 1 kW	Pompa	2 857	2 999	×1,050	—	—	—	z licznika (odczyty z faktur)
System VRV 50 kW	VRV/VRF	1 640	1 722	×1,050	—	—	—	z licznika (odczyty z faktur)
Wentylator 5000 m3/h	Wentylator	9 656	10 139	×1,050	—	—	—	z licznika (odczyty z faktur)
Wieża chłodnicza	Wieża chłodnicza	11 990	12 590	×1,050	—	—	—	z licznika (odczyty z faktur)
Kotłownia gazowa 10 kW	Źródło ciepła	1 677	1 677	×1,000	32 541	35 145	×1,080	z licznika (odczyty z faktur)
Agregat chłodu 50 kW (wariant)	Agregat	2 550	2 678	×1,050	—	—	—	z urządzenia bazowego
Agregat chłodu 50 kW (wariant)	Agregat	1 899	1 994	×1,050	—	—	—	z urządzenia bazowego
Agregat chłodu 50 kW (wariant)	Agregat	1 376	1 444	×1,050	—	—	—	z urządzenia bazowego
Centrala wentylacyjna 5000 m3/h (wariant)	Centrala	10 569	11 097	×1,050	9 888	9 888	×1,000	z urządzenia bazowego
Centrala wentylacyjna 5000 m3/h (wariant)	Centrala	20 083	21 087	×1,050	12 876	12 876	×1,000	z urządzenia bazowego
Inne 1 kW (wariant)	Inne	3 132	3 289	×1,050	0	0	×1,000	z urządzenia bazowego
Inne 1 kW (wariant)	Inne	4 820	5 061	×1,050	0	0	×1,000	z urządzenia bazowego
Klimakonwektor 5 kW (wariant)	Klimakonwektor	221	232	×1,050	0	0	×1,000	z urządzenia bazowego
Klimakonwektor 5 kW (wariant)	Klimakonwektor	239	251	×1,050	0	0	×1,000	z urządzenia bazowego
Klimakonwektor 5 kW (wariant)	Klimakonwektor	228	240	×1,050	0	0	×1,000	z urządzenia bazowego
Klimatyzacja precyzyjna 50 kW (wariant)	Klimatyzacja precyzyjna	78 768	82 706	×1,050	—	—	—	z urządzenia bazowego
Klimatyzacja precyzyjna 50 kW (wariant)	Klimatyzacja precyzyjna	76 270	80 083	×1,050	—	—	—	z urządzenia bazowego

Urządzenie	Typ	Obliczone el. [kWh]	Skorygowane el. [kWh]	k el.	Obliczone ciepl. [kWh]	Skorygowane ciepl. [kWh]	k ciepl.	Pochodzenie
Klimatyzator 5 kW (wariant)	Klimatyzator	406	426	×1,050	—	—	—	z urządzenia bazowego
Klimatyzator 5 kW (wariant)	Klimatyzator	826	867	×1,050	—	—	—	z urządzenia bazowego
Kurtyna 2 kW (wariant)	Kurtyna	457	480	×1,050	3 050	3 050	×1,000	z urządzenia bazowego
Kurtyna 2 kW (wariant)	Kurtyna	797	837	×1,050	5 267	5 267	×1,000	z urządzenia bazowego
Nagrzewnica kanałowa elektryczna 15 kW (wariant)	Nagrzewnica	39 231	41 192	×1,050	0	0	×1,000	z urządzenia bazowego
Nagrzewnica kanałowa elektryczna 15 kW (wariant)	Nagrzewnica	37 146	39 003	×1,050	0	0	×1,000	z urządzenia bazowego
Nawilżacz 3000 m³/h (wariant)	Nawilżacz	16 173	16 981	×1,050	—	—	—	z urządzenia bazowego
Nawilżacz 3000 m³/h (wariant)	Nawilżacz	27 877	29 270	×1,050	—	—	—	z urządzenia bazowego
Oświetlenie — budynek (wariant)	Oświetlenie	6 606	6 647	×1,006	—	—	—	z urządzenia bazowego
Pompa chłodzenia 1 kW (wariant)	Pompa	114	119	×1,050	—	—	—	z urządzenia bazowego
Pompa chłodzenia 1 kW (wariant)	Pompa	126	133	×1,050	—	—	—	z urządzenia bazowego
Pompa chłodzenia 1 kW (wariant)	Pompa	74	78	×1,050	—	—	—	z urządzenia bazowego
Pompa grzania 1 kW (wariant)	Pompa	2 733	2 870	×1,050	—	—	—	z urządzenia bazowego
Pompa grzania 1 kW (wariant)	Pompa	2 635	2 767	×1,050	—	—	—	z urządzenia bazowego
Wentylator 5000 m3/h (wariant)	Wentylator	3 452	3 625	×1,050	—	—	—	z urządzenia bazowego
Wentylator 5000 m3/h (wariant)	Wentylator	5 313	5 579	×1,050	—	—	—	z urządzenia bazowego
Kotłownia gazowa 10 kW (wariant)	Źródło ciepła	1 677	1 677	×1,000	32 194	34 770	×1,080	z urządzenia bazowego
Kotłownia gazowa 10 kW (wariant)	Źródło ciepła	1 454	1 454	×1,000	28 965	31 282	×1,080	z urządzenia bazowego
Kotłownia gazowa 10 kW (wariant)	Źródło ciepła	1 363	1 363	×1,000	27 966	30 203	×1,080	z urządzenia bazowego
Kotłownia gazowa 10 kW (wariant)	Źródło ciepła	1 201	1 201	×1,000	25 451	27 487	×1,080	z urządzenia bazowego
Kotłownia gazowa 10 kW (wariant)	Źródło ciepła	1 677	1 677	×1,000	29 306	31 650	×1,080	z urządzenia bazowego
Kotłownia gazowa 10 kW (wariant)	Źródło ciepła	1 677	1 677	×1,000	30 549	32 993	×1,080	z urządzenia bazowego
Kotłownia gazowa 10 kW (wariant)	Źródło ciepła	1 677	1 677	×1,000	30 125	32 535	×1,080	z urządzenia bazowego

Obliczone = wynik silnika (model); Skorygowane = obliczone × współczynnik nośnika — ta wartość wchodzi do wszystkich zestawień raportu.

3.5 Stawki i współczynniki przyjęte w obliczeniach

Parametr	Wartość	Jednostka
Cena energii elektrycznej	0,9500	zł/kWh
Cena energii cieplnej	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.

3.6 Obliczeniowe zużycie energii (po kalibracji)

⚡ ENERGIA CAŁKOWITA

361 897

kWh/rok

- cieplna **67 173**
- elektryczna **294 724**

★ KOSZT CAŁKOWITY

301 256

zł/rok

- cieplny **21 269**
- elektryczny **279 988**

☁ EMISJA CO_2

242 961

kg CO_2/rok

- cieplna **14 801**
- elektryczna **227 608**

⚙ LICZBA URZĄDZEŃ

19

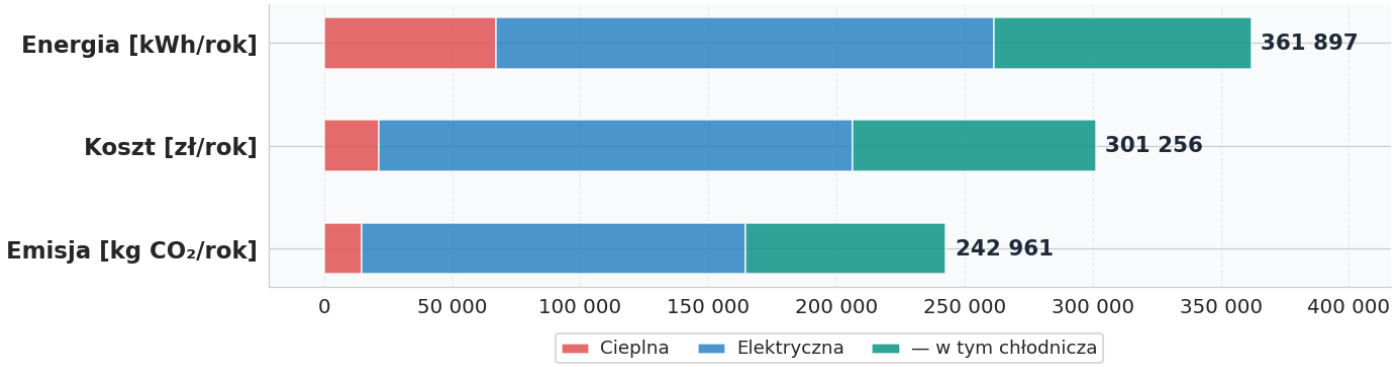
szt.

Centrala wentylacyjna: 1, Wentylator: 1, Nagrzewnica: 1, Chłodnica: 1, Pompa obiegowa: 2, Klimakonwektor: 1, Klimatyzator: 1, System VRV: 1, Agregat chłodniczy: 1, Wieża chłodnicza: 1, Nawilżacz: 1, Źródło ciepła: 1, Kurtyna powietrzna: 1, Klimatyzacja precyzyjna: 1, Oświetlenie: 1, Inne urządzenia: 1, Fotowoltaika: 2

Zestawienie wg nośników energii

	Cieplna	Elektryczna	El. na chłodzenie*	Całkowita
Energia [kWh/rok]	67 173	294 724	100 348	**361 897**
Koszt [zł/rok]	21 269	279 988	95 107	**301 256**
Emisja [kg CO_2/rok]	14 801	227 608	77 856	**242 961**

* 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): **336 978 kWh/rok** przy średnim współczynniku 3,36 — 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	294 724	279 988	227 608
— w tym na cele chłodzenia	100 348	95 107	77 856
— pozostałe odbiory elektryczne	194 376	184 881	149 752

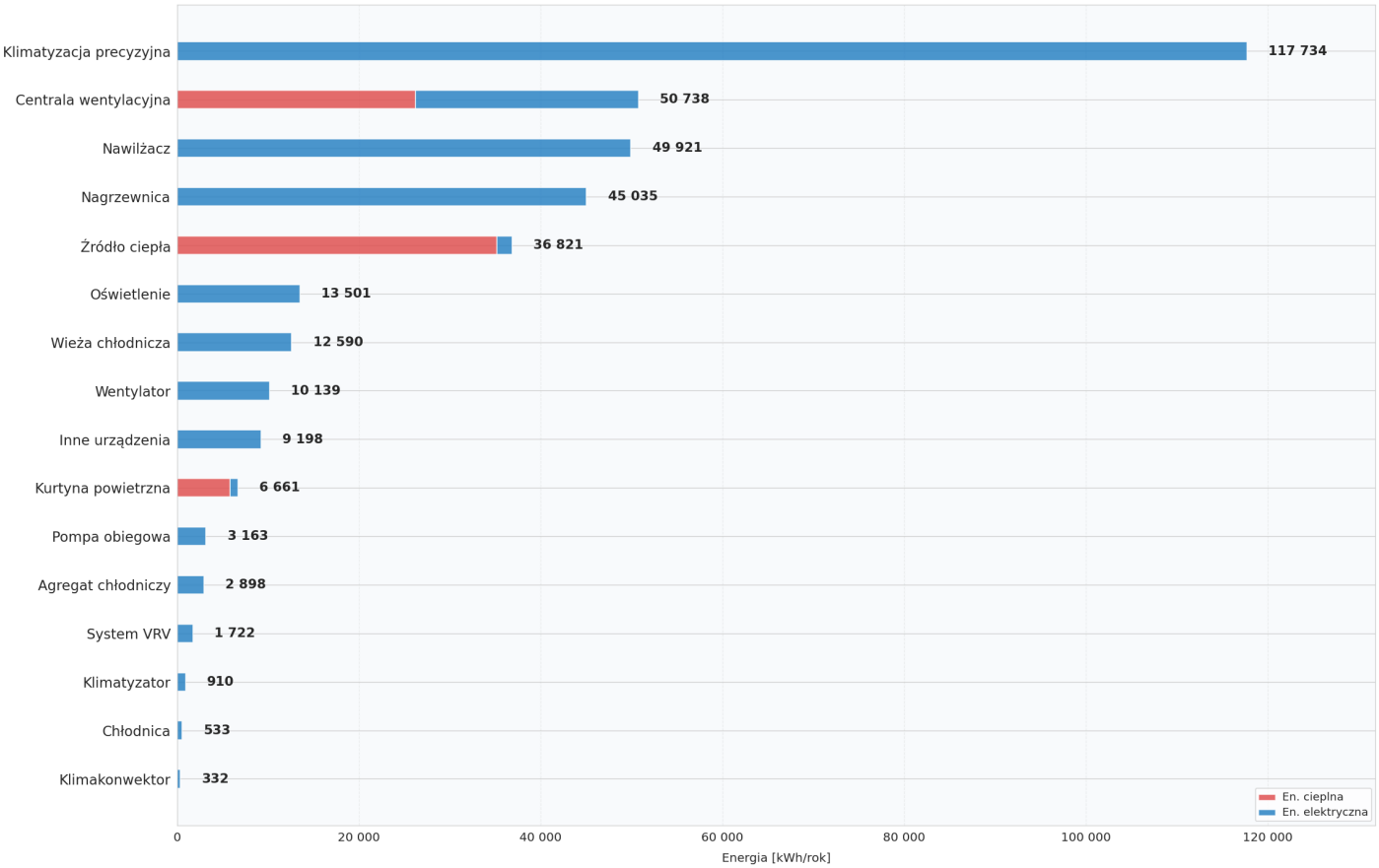
Zestawienie miesięczne

	Sty	Lut	Mar	Kwi	Maj	Cze	Lip	Sie	Wrz	Paz	Lis	Gru	RAZEM
Energia [kWh]	41 124	37 121	33 770	30 547	26 638	22 684	23 903	23 821	23 428	27 055	33 830	37 975	**361 897**
Koszt [zł]	32 012	28 990	27 366	25 210	23 264	20 732	22 189	21 671	20 601	22 476	26 976	29 849	**301 338**
Emisja [kg CO_2]	25 629	23 219	22 001	20 307	18 861	16 883	18 102	17 640	16 704	18 106	21 648	23 919	**243 019**

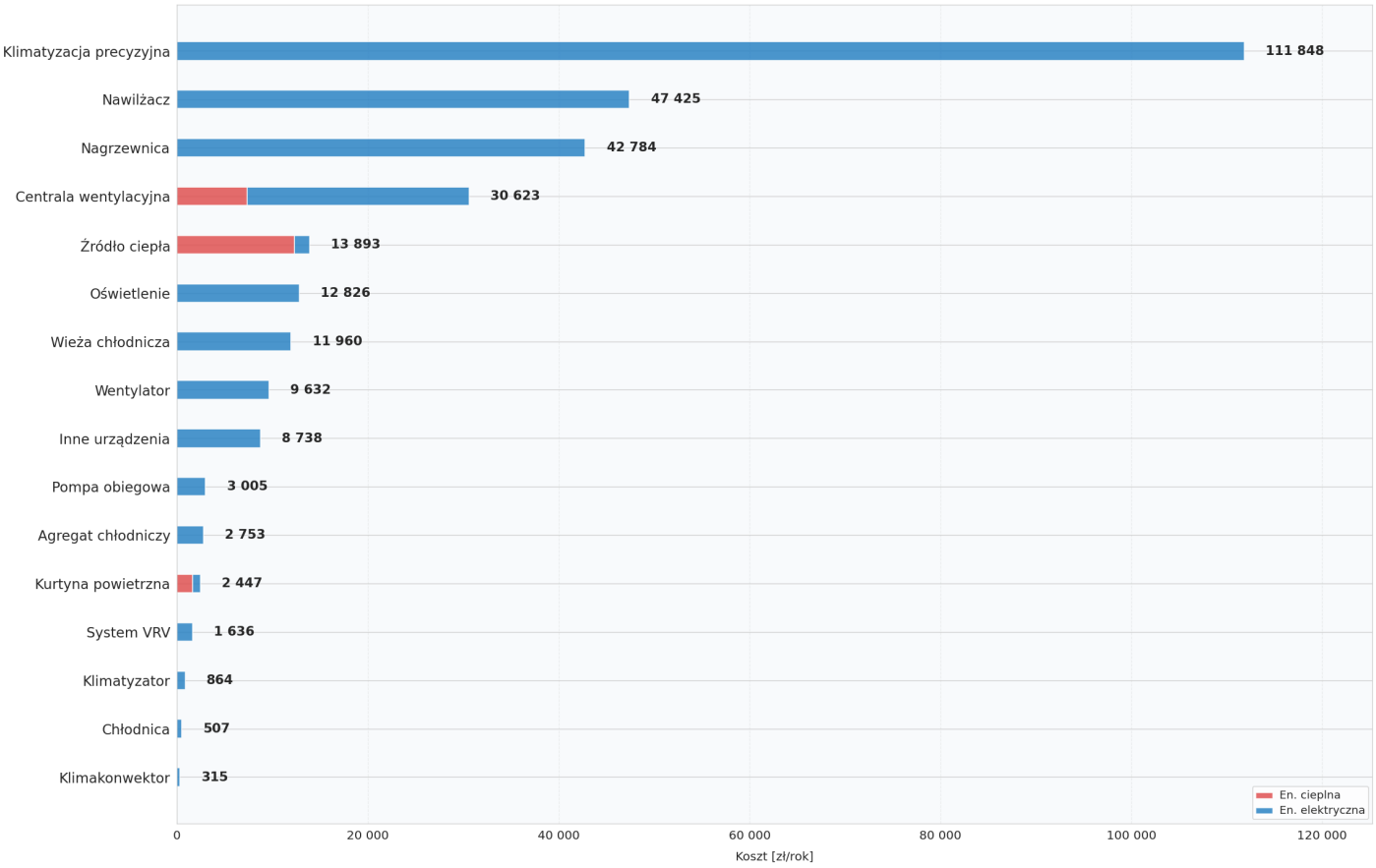
3.7 Obliczeniowe zestawienie wg typu urządzenia

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	117 734,40	**117 734,40**	111 847,68	91 832,83
Centrala wentylacyjna	26 236,32	24 501,46	**50 737,76**	30 622,54	24 000,24
Nawilżacz	0,00	49 921,39	**49 921,39**	47 425,32	38 938,68
Nagrzewnica	0,00	45 035,40	**45 035,40**	42 783,64	35 127,61
Źródło ciepła	35 144,56	1 676,68	**36 821,24**	13 893,45	8 336,72
Oświetlenie	0,00	13 501,02	**13 501,02**	12 825,97	10 530,80
Wieża chłodnicza	0,00	12 589,50	**12 589,50**	11 960,02	9 819,81
Wentylator	0,00	10 138,92	**10 138,92**	9 631,97	7 908,36
Inne urządzenia	0,00	9 198,00	**9 198,00**	8 738,10	7 174,44
Kurtyna powietrzna	5 791,94	868,98	**6 660,92**	2 447,28	1 836,19
Pompa obiegowa	0,00	3 163,16	**3 163,16**	3 005,00	2 467,26
Agregat chłodniczy	0,00	2 897,98	**2 897,98**	2 753,08	2 260,42
System VRV	0,00	1 722,27	**1 722,27**	1 636,16	1 343,37
Klimatyzator	0,00	909,87	**909,87**	864,38	709,70
Chłodnica	0,00	533,18	**533,18**	506,52	415,88
Klimakonwektor	0,00	332,01	**332,01**	315,41	258,96
Fotowoltaika	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00
RAZEM	**67 172,82**	**294 724,21**	**361 897,02**	**301 256,50**	**242 961,27**

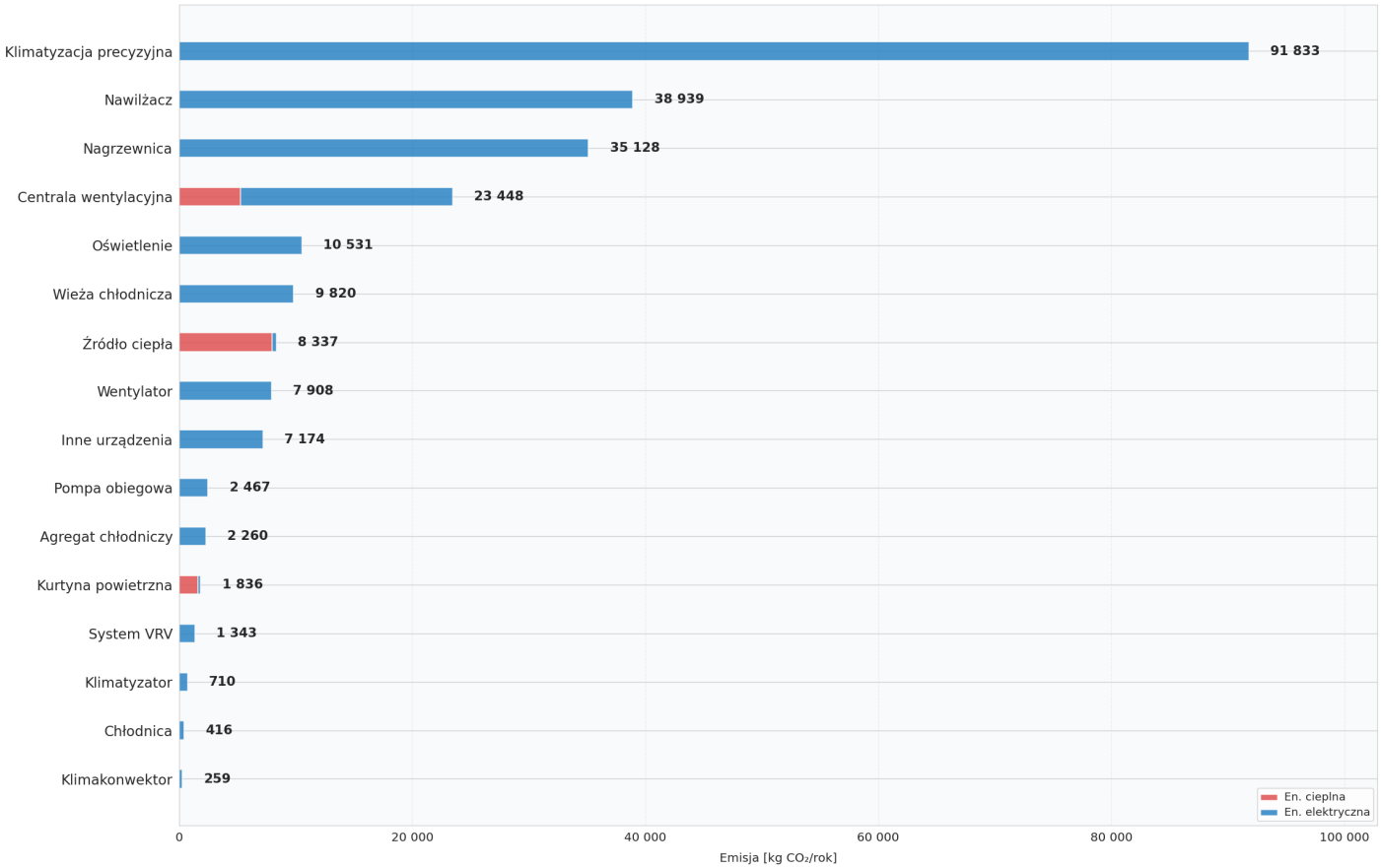
Zużycie energii wg typu urządzenia



Koszt energii wg typu urządzenia



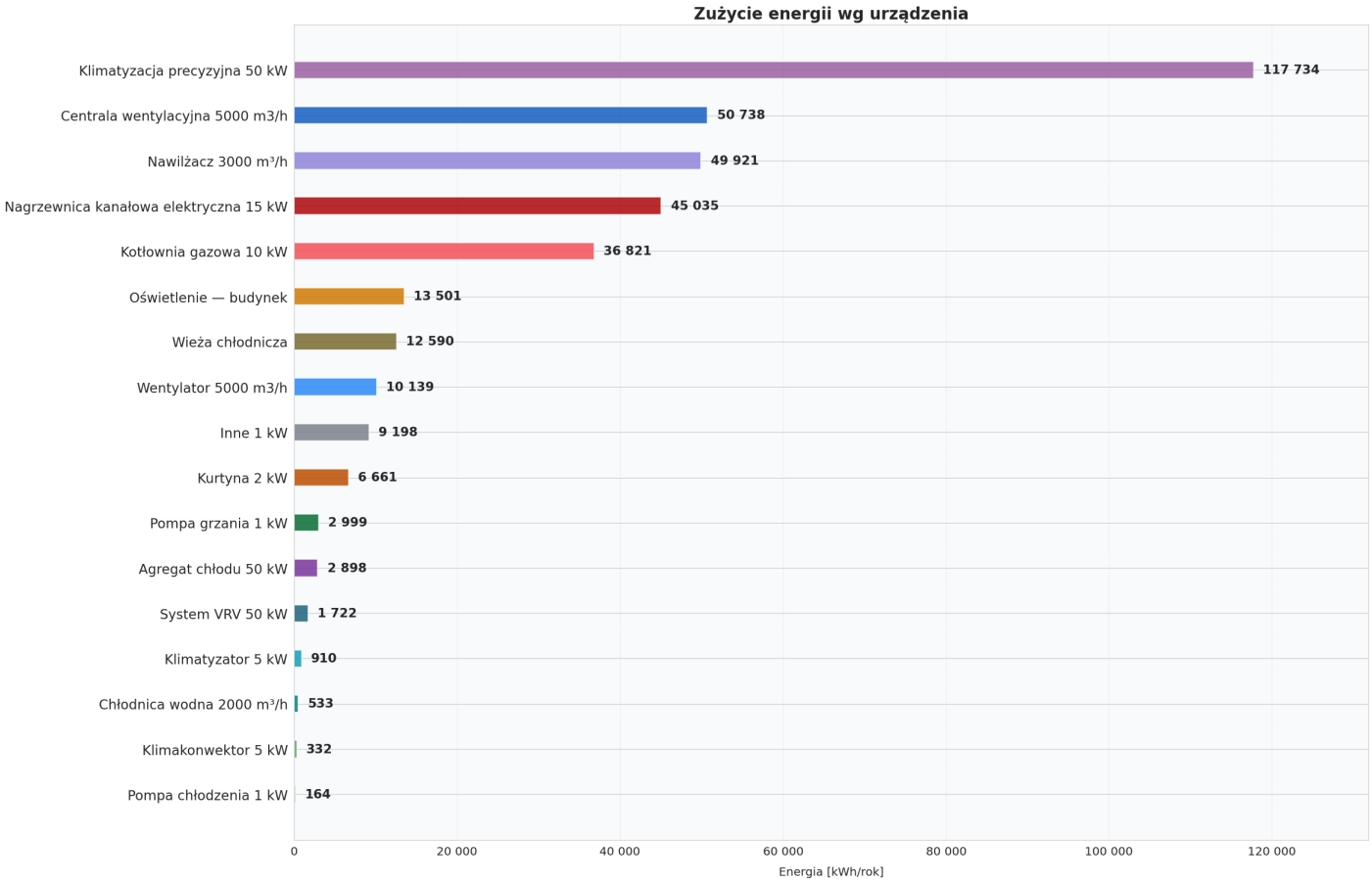
Emisja CO_2 wg typu urządzenia



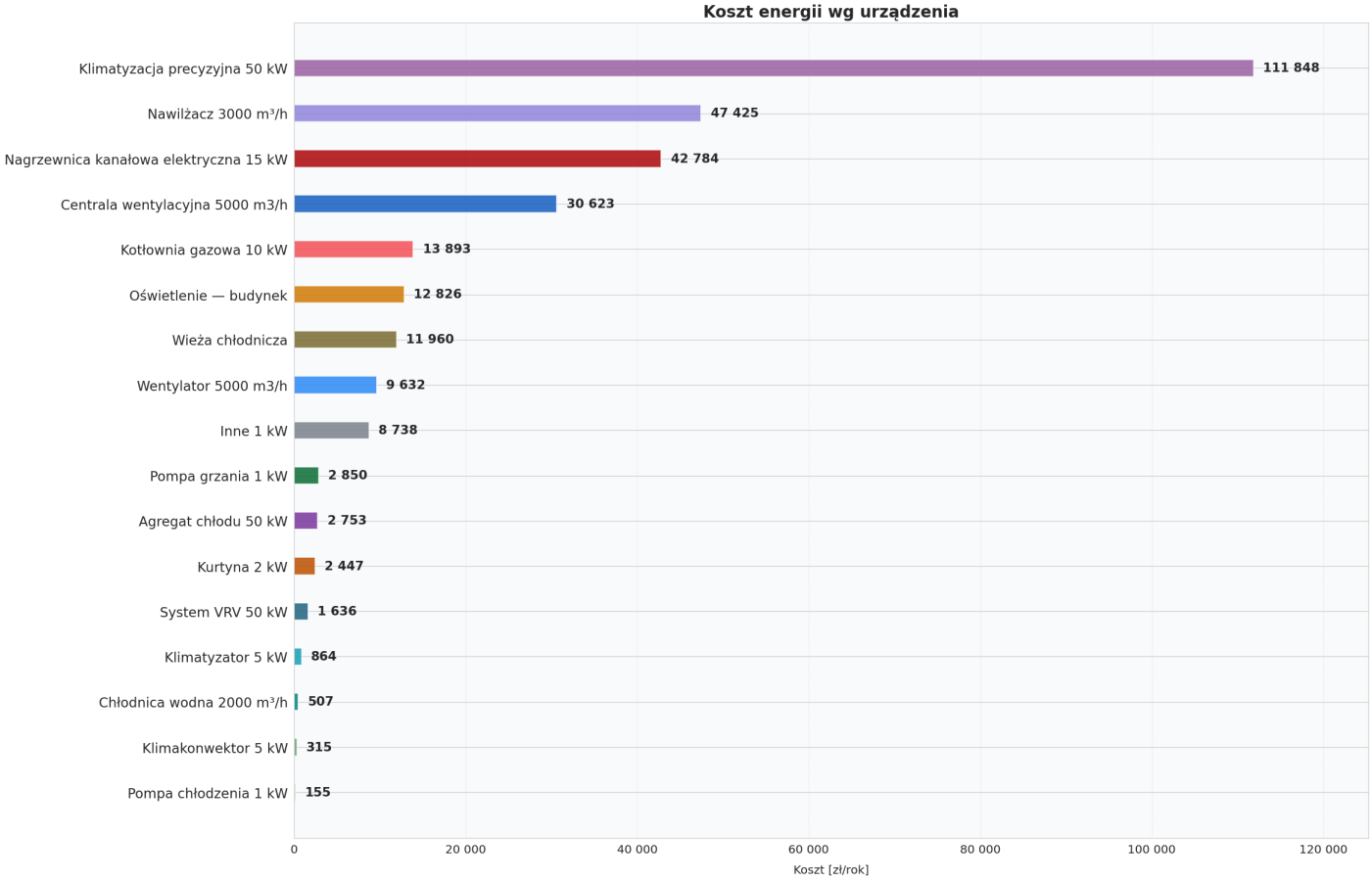
3.8 Obliczeniowe zestawienie wg urządzenia

Urządzenie	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO_2/rok]
Klimatyzacja precyzyjna 50 kW	Klimatyzacja precyzyjna	117 734,40	111 847,68	91 832,83
Centrala wentylacyjna 5000 m3/h	Centrala wentylacyjna	50 737,76	30 622,54	24 000,24
Nawilżacz 3000 m³/h	Nawilżacz	49 921,39	47 425,32	38 938,68
Nagrzewnica kanałowa elektryczna 15 kW	Nagrzewnica	45 035,40	42 783,64	35 127,61
Kotłownia gazowa 10 kW	Źródło ciepła	36 821,24	13 893,45	8 336,72
Oświetlenie — budynek	Oświetlenie	13 501,02	12 825,97	10 530,80
Wieża chłodnicza	Wieża chłodnicza	12 589,50	11 960,02	9 819,81
Wentylator 5000 m3/h	Wentylator	10 138,92	9 631,97	7 908,36
Inne 1 kW	Inne urządzenia	9 198,00	8 738,10	7 174,44
Kurtyna 2 kW	Kurtyna powietrzna	6 660,92	2 447,28	1 836,19
Pompa grzania 1 kW	Pompa obiegowa	2 999,49	2 849,51	2 339,60
Agregat chłodu 50 kW	Agregat chłodniczy	2 897,98	2 753,08	2 260,42
System VRV 50 kW	System VRV	1 722,27	1 636,16	1 343,37
Klimatyzator 5 kW	Klimatyzator	909,87	864,38	709,70
Chłodnica wodna 2000 m³/h	Chłodnica	533,18	506,52	415,88
Klimakonwektor 5 kW	Klimakonwektor	332,01	315,41	258,96
Pompa chłodzenia 1 kW	Pompa obiegowa	163,66	155,48	127,66
PV — dach południowo-wschodni	Fotowoltaika	0,00	0,00	0,00
PV — parking południowo-zachodni	Fotowoltaika	0,00	0,00	0,00
RAZEM		**361 897,02**	**301 256,50**	**242 961,27**

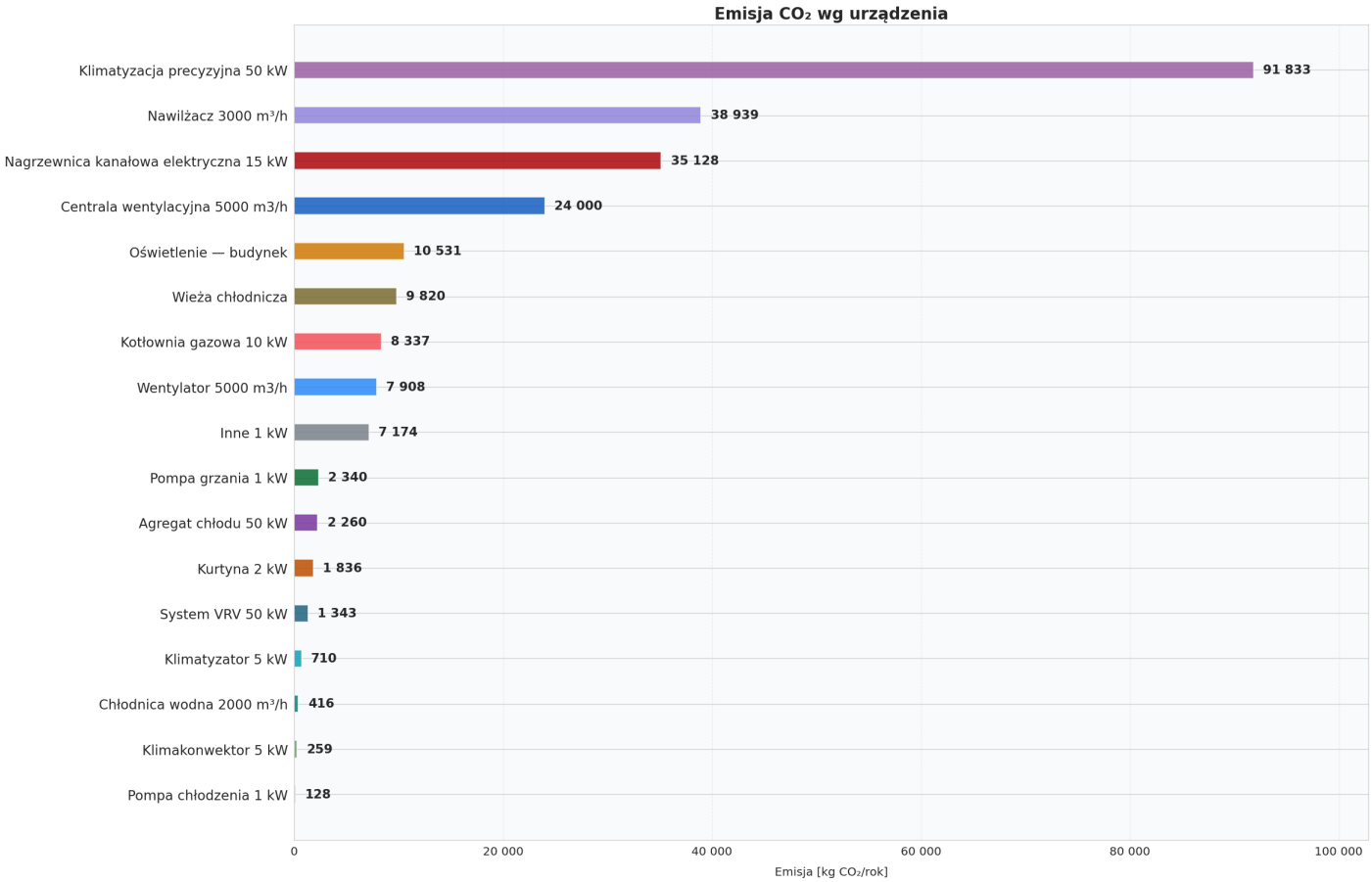
Zużycie energii wg urządzenia



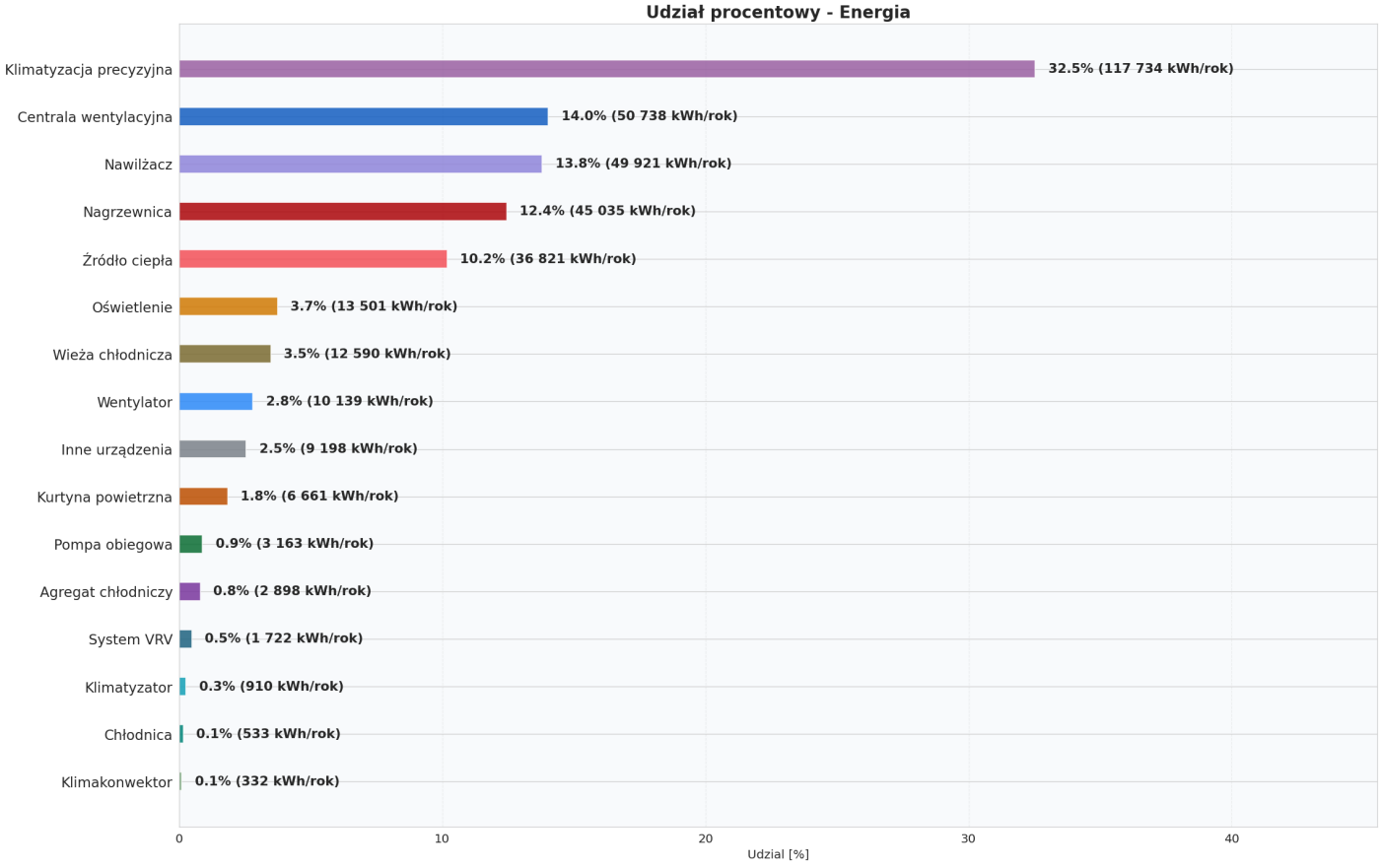
Koszt energii wg urządzenia



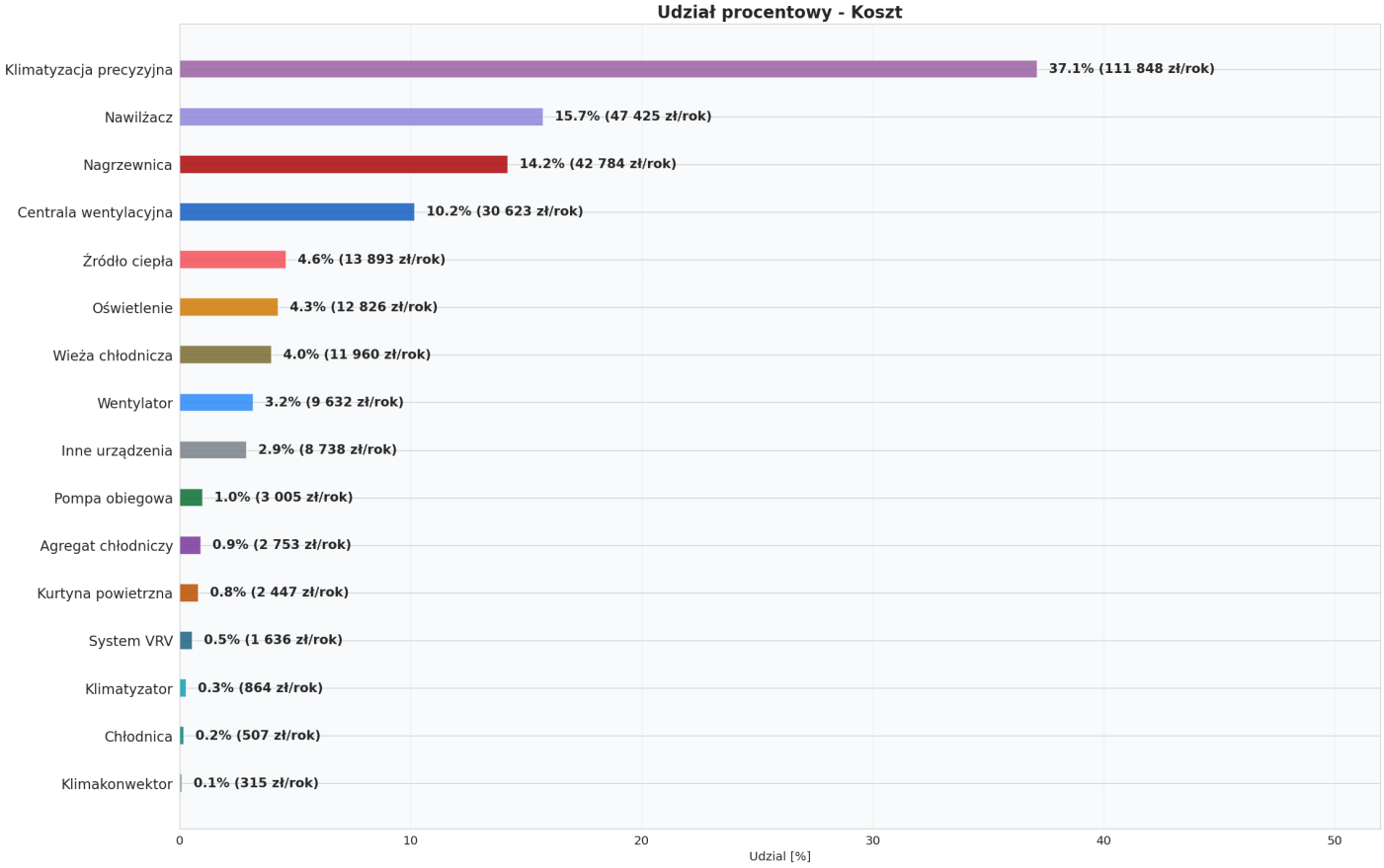
Emisja CO_2 wg urządzenia



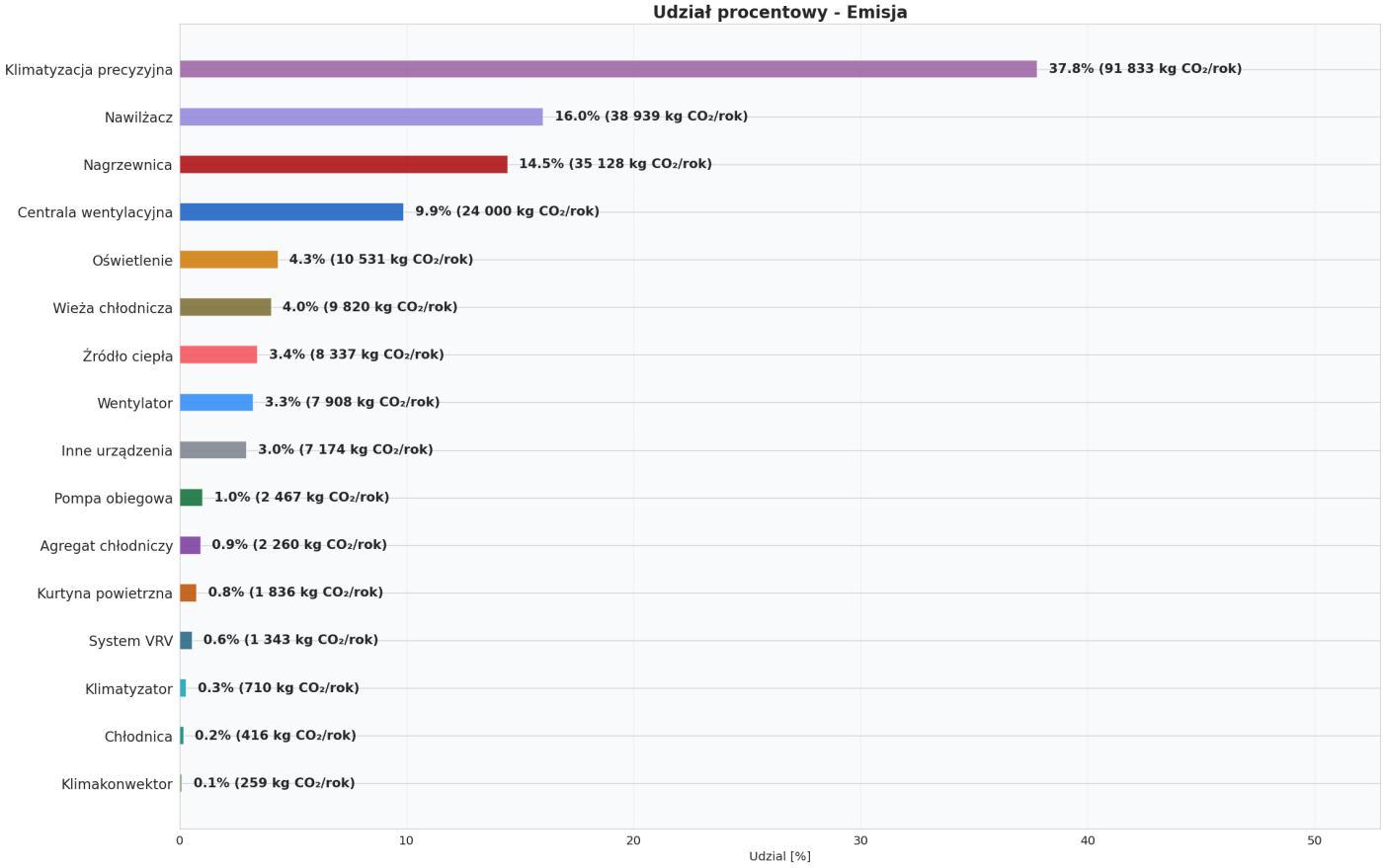
Udział procentowy - Energia



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

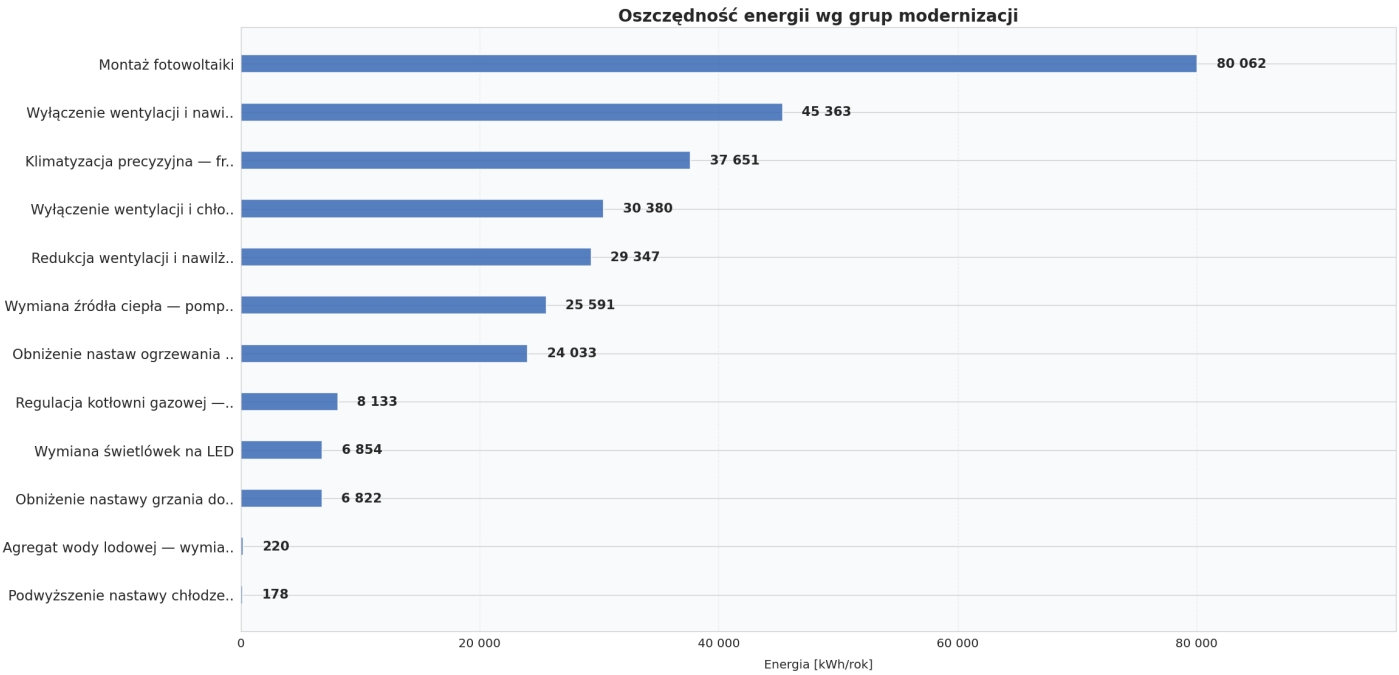
Rozważone scenariusze: (1) harmonogram czasowy z wyłączeniem poza godzinami pracy, (2) harmonogram z trybem ograniczonym (obniżenie nastaw) poza godzinami pracy, (3) zmiana nastaw temperatury wewnętrznej (chłodzenie 26 °C, grzanie 20 °C), (4) optymalizacja regulacji kotłowni oraz wymiana typu źródła 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.

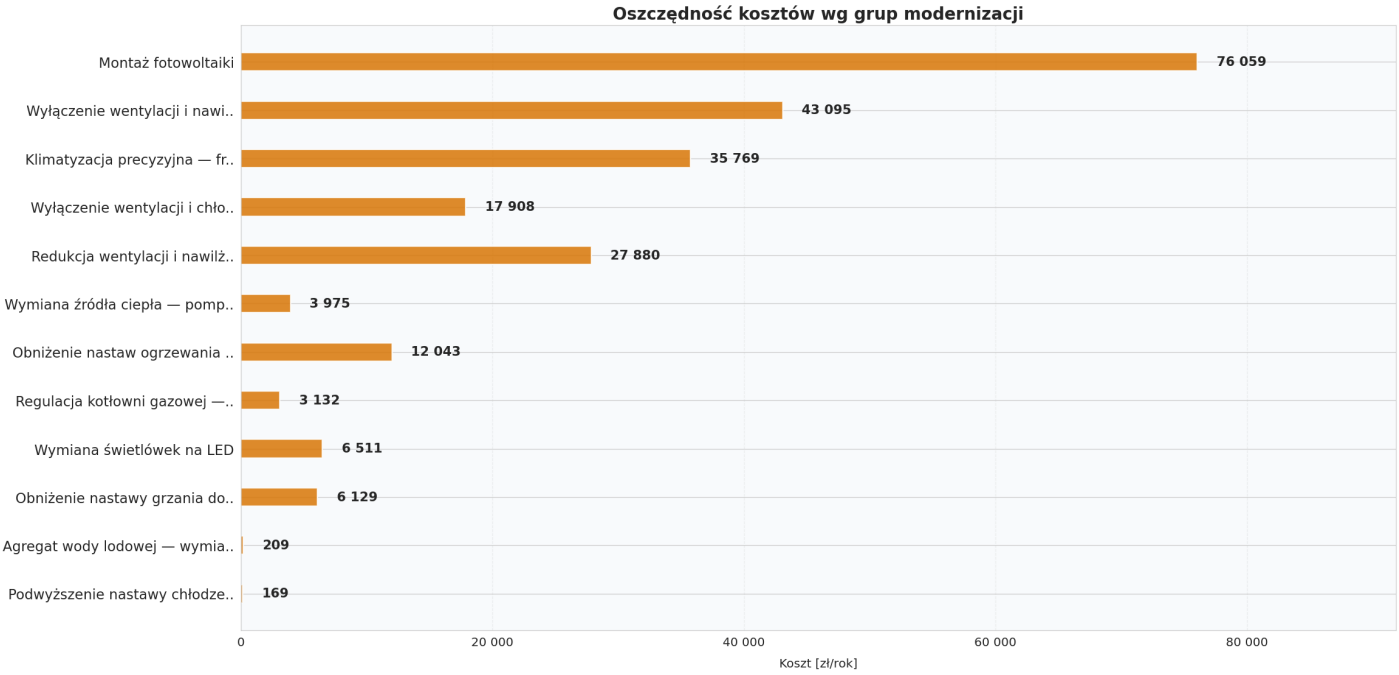
4.2 Stan bazowy

Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kg CO_2/rok]
361 897,02	301 256,50	242 961,27

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	-80 062	80 062	0	-76 059	76 059	585 750	7,7
Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00)	69 258	23 895	45 363	65 795	22 700	43 095	3 500	0,1
Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	117 734	80 083	37 651	111 848	76 079	35 769	65 000	1,8
Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	52 143	21 763	30 380	31 958	14 050	17 908	13 900	0,8
Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	69 258	39 911	29 347	65 795	37 915	27 880	6 800	0,2
Wymiana źródła ciepła — pompa ciepła, węzeł lub kocioł elektryczny	36 821	11 230	25 591	13 893	9 918	3 975	55 000	13,8
Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	106 839	82 806	24 033	80 038	67 995	12 043	16 600	1,4
Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	36 821	28 688	8 133	13 893	10 762	3 132	1 500	0,5
Wymiana świetlówek na LED	13 501	6 647	6 854	12 826	6 315	6 511	31 000	4,8
Obniżenie nastawy grzania do 20 °C	54 696	47 874	6 822	48 080	41 951	6 129	900	0,1
Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram	2 898	2 678	220	2 753	2 544	209	1 500	7,2
Podwyższenie nastawy chłodzenia do 26 °C	496	317	178	471	301	169	700	4,1
RAZEM	**560 466**	**265 831**	**294 635**	**447 352**	**214 472**	**232 879**	**782 150**	**3,4**


Oszczędność energii wg grup modernizacji
Montaż fotowoltaiki
80 062
Wyłączenie wentylacji i nawi..
45 363
Klimatyzacja precyzyjna — fr..
37 651
Wyłączenie wentylacji i chło..
30 380
Redukcja wentylacji i nawilż..
29 347
Wymiana źródła ciepła — pomp..
25 591
Obniżenie nastaw ogrzewania ..
24 033
Regulacja kotłowni gazowej —..
8 133
Wymiana świetlówek na LED
6 854
Obniżenie nastawy grzania do..
6 822
Agregat wody lodowej — wymia..
220
Podwyższenie nastawy chłodze..
178
0
20 000
40 000
60 000
80 000
Energia [kWh/rok]


Oszczędność kosztów wg grup modernizacji
Montaż fotowoltaiki
76 059
Wyłączenie wentylacji i nawi..
43 095
Klimatyzacja precyzyjna — fr..
35 769
Wyłączenie wentylacji i chło..
17 908
Redukcja wentylacji i nawilż..
27 880
Wymiana źródła ciepła — pomp..
3 975
Obniżenie nastaw ogrzewania ..
12 043
Regulacja kotłowni gazowej —..
3 132
Wymiana świetlówek na LED
6 511
Obniżenie nastawy grzania do..
6 129
Agregat wody lodowej — wymia..
209
Podwyższenie nastawy chłodze..
169
0
20 000
40 000
60 000
80 000
Koszt [zł/rok]

4.4 Urządzenia zmodernizowane

Nazwa	Wariant	Grupa	Koszt inwestycji [zł]	Energia [kWh/rok]	Koszt roczny [zł/rok]	Opis
Centrala wentylacyjna 5000 m3/h	V1	Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	12 000	20 985	13 311	Centrala pracuje w godzinach 5:00–19:00 w dni robocze; po…
Centrala wentylacyjna 5000 m3/h	V2	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	12 000	33 963	23 638	Tryb komfortowy w godzinach 6:00–19:00 w dni robocze; noc…
Wentylator 5000 m3/h	V1	Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00)	1 200	3 625	3 444	Wentylator pracuje tylko w godzinach 7:00–19:00 w dni rob…
Wentylator 5000 m3/h	V2	Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	4 500	5 579	5 300	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	41 192	39 133	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	39 003	37 053	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	119	113	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	133	126	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	78	74	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	2 870	2 726	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	2 767	2 628	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	232	221	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	251	239	Tryb komfortowy 22 °C w godzinach 6:00–19:00 w dni robocz…
Klimakonwektor 5 kW	V3	Podwyższenie nastawy chłodzenia do 26 °C	400	240	228	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	426	405	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	867	824	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	2 678	2 544	Tylko zmiana sterowania — bez wymiany sprzętu: praca w go…
Agregat chłodu 50 kW	V2	Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram	95 000	1 994	1 895	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	1 444	1 372	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	16 981	16 132	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	29 270	27 807	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	36 447	13 762	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	32 736	12 330	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	31 566	11 866	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	28 688	10 762	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	11 230	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	34 670	10 831	Wymiana kotła gazowego na węzeł cieplny (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	3 530	1 310	Nastawa 22 °C w godzinach 6:00–19:00 w dni robocze; nocą …
Kurtyna 2 kW	V3	Obniżenie nastawy grzania do 20 °C	300	6 104	2 270	Nastawa grzania 20 °C zamiast 22 °C; harmonogram jak w st…
Klimatyzacja precyzyjna 50 kW	V1	Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	45 000	82 706	78 571	Free cooling pełny: poniżej 15 °C na zewnątrz chłód dosta…
Klimatyzacja precyzyjna 50 kW	V2	Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	65 000	80 083	76 079	Free cooling pełny poniżej 15 °C oraz częściowy do 20 °C …
Oświetlenie — budynek	V1	Wymiana świetlówek na LED	31 000	6 647	6 315	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	3 289	3 124	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	5 061	4 808	Pełna moc w godzinach 7:00–19:00 w dni robocze; poza nimi…
PV — dach południowo-wschodni	V1	Montaż fotowoltaiki	132 000	-23 478	-22 304	Instalacja PV 33 kWp na dachu — orientacja SE, nachylenie…
PV — parking południowo-zachodni	V1	Montaż fotowoltaiki	453 750	-56 584	-53 755	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	Oszczędność energii	Oszczędność kosztów	Okres zwrotu (SPBT)
4	**220** kWh/rok	**209** PLN/rok	**7,2** 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 wariancie 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 Chlodzenie budynku - klimatyzacja precyzyjna + klimakonwektory	Agregat	2 898	2 753	2 260	0	-
RAZEM Grupa bazowa		**2 898**	**2 753**	**2 260**	**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 Chlodzenie budynku - klimatyzacja precyzyjna + klimakonwektory	Agregat	2 678	2 544	2 089	1 500	Tylko zmiana sterowania — bez wymiany sprzętu: pra...
RAZEM V1		**2 678**	**2 544**	**2 089**	**1 500**	

Oszczędność energii: 220 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 209 zł/rok

Redukcja CO_2: 172 kgCO_2/rok

SPBT: 7,2 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 Chlodzenie budynku - klimatyzacja precyzyjna + klimakonwektory	Agregat	1 994	1 895	1 556	95 000	Wymiana na agregat inwerterowy 50 kW (SEER 5,0) z ...
RAZEM V2		**1 994**	**1 895**	**1 556**	**95 000**	

Oszczędność energii: 904 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 859 zł/rok

Redukcja CO_2: 705 kgCO_2/rok

SPBT: 110,7 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 Chlodzenie budynku - klimatyzacja precyzyjna + klimakonwektory	Agregat	1 444	1 372	1 127	96 500	Wymiana na agregat inwerterowy (SEER 5,0) + pompa ...
RAZEM V3		**1 444**	**1 372**	**1 127**	**96 500**	

Oszczędność energii: 1 454 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 1 381 zł/rok

Redukcja CO_2: 1 134 kgCO_2/rok

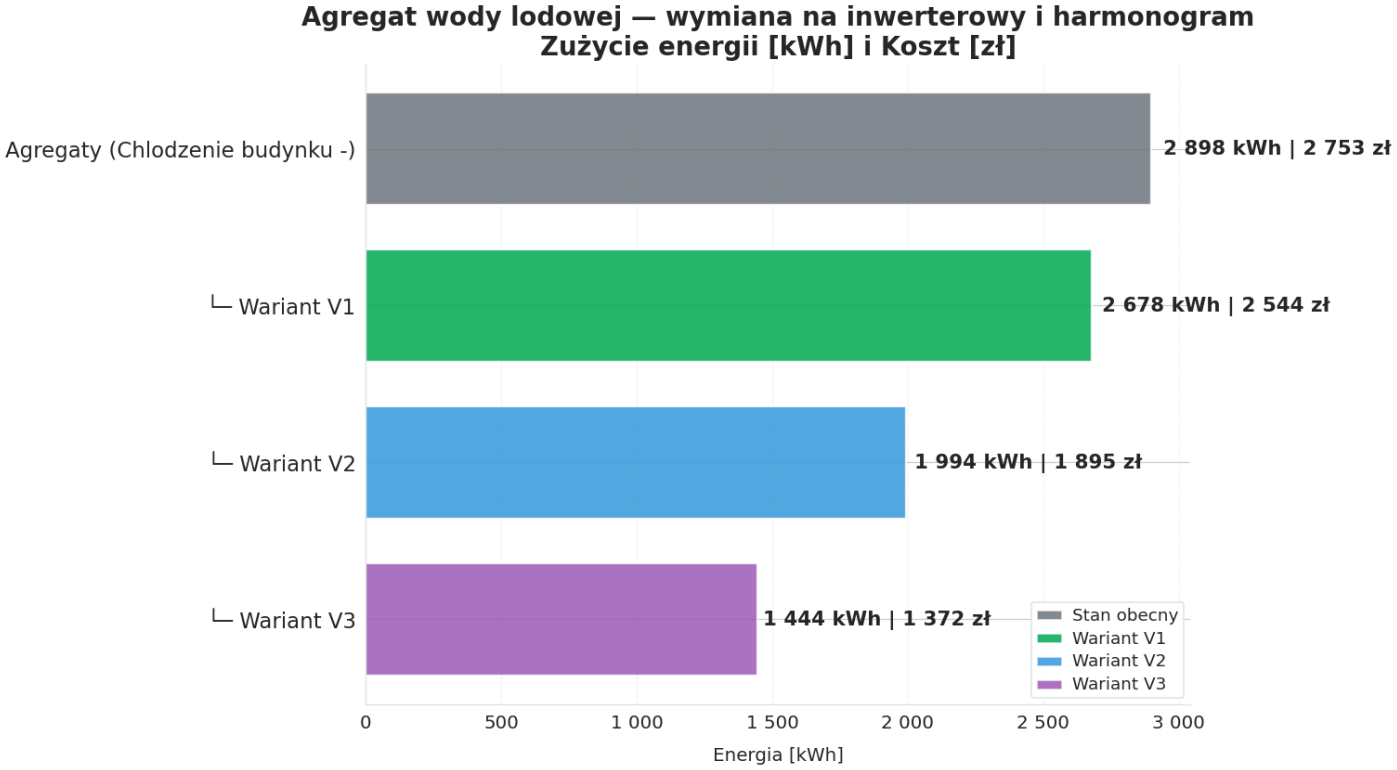
SPBT: 69,9 lat

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 (chlodzenie budynku -)	kWh/rok	2 898	2 678	1 994	1 444
2	**Całkowite zużycie energii**	**kWh/rok**	**2 898**	**2 678**	**1 994**	**1 444**
3	Koszt zużycia energii przez agregaty (chlodzenie budynku -)	zł/rok	2 753	2 544	1 895	1 372
4	**Całkowity koszt zużycia energii**	**zł/rok**	**2 753**	**2 544**	**1 895**	**1 372**
5	**Oszczędność zużycia energii**	**kWh/rok**	**-**	**220**	**904**	**1 454**
6	**Oszczędność kosztów energii**	**zł/rok**	**-**	**209**	**859**	**1 381**
7	**Redukcja emisji CO_2**	**kgCO_2/rok**	**-**	**172**	**705**	**1 134**
8	Nakłady inwestycyjne	zł	-	1 500	95 000	96 500
9	**SPBT (Prosty okres zwrotu)**	**lata**	**-**	**7,2**	**110,7**	**69,9**

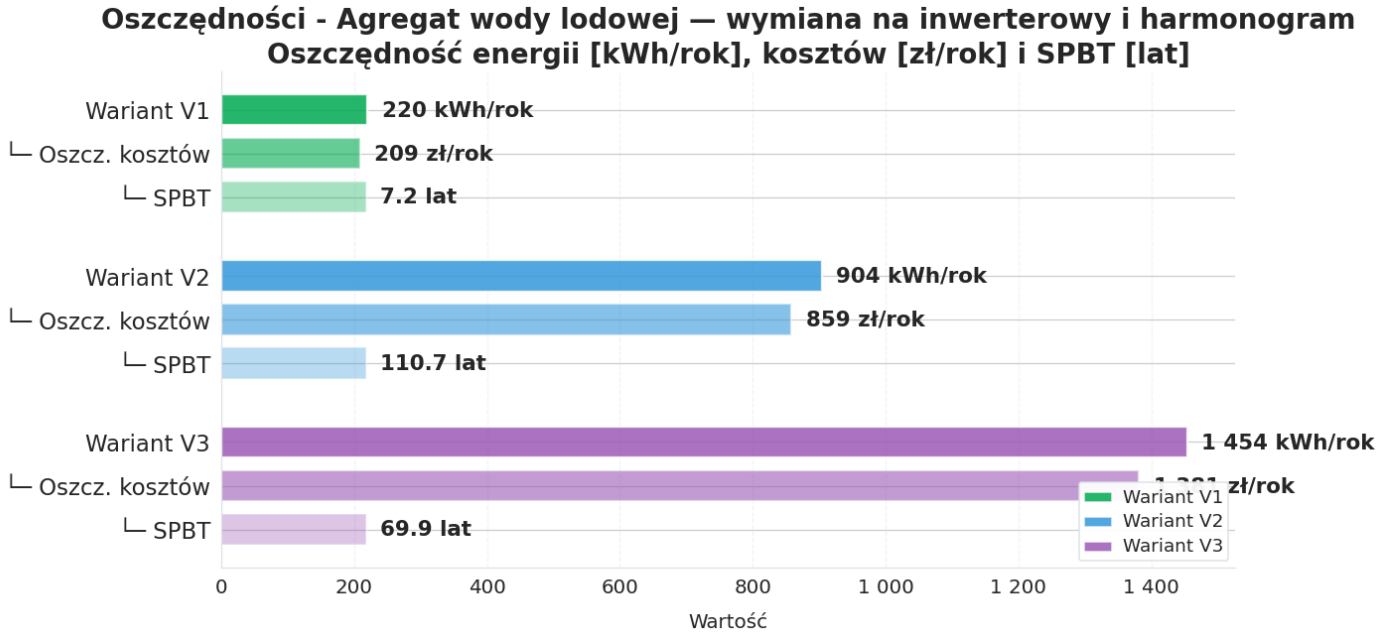
Roczne zużycie energii i koszty — Baza vs warianty

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



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].



5.2 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	Oszczędność energii	Oszczędność kosztów	Okres zwrotu (SPBT)
3	**37 651** kWh/rok	**35 769** PLN/rok	**1,8** 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	117 734	111 848	91 833	0	-
RAZEM Grupa bazowa		**117 734**	**111 848**	**91 833**	**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 [kgCO₂/rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Klimatyzacja precyzyjna 50 kW Serwerownia	Klimatyzacja precyzyjna	82 706	78 571	64 511	45 000	Free cooling pełny: poniżej 15 °C na zewnątrz chłó...
RAZEM V1		**82 706**	**78 571**	**64 511**	**45 000**	

Oszczędność energii: 35 028 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 33 277 zł/rok

Redukcja CO_2: 27 322 $kgCO_2$/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 [kgCO₂/rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Klimatyzacja precyzyjna 50 kW Serwerownia	Klimatyzacja precyzyjna	80 083	76 079	62 465	65 000	Free cooling pełny poniżej 15 °C oraz częściowy do...
RAZEM V2		**80 083**	**76 079**	**62 465**	**65 000**	

Oszczędność energii: 37 651 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 35 769 zł/rok

Redukcja CO_2: 29 368 $kgCO_2$/rok

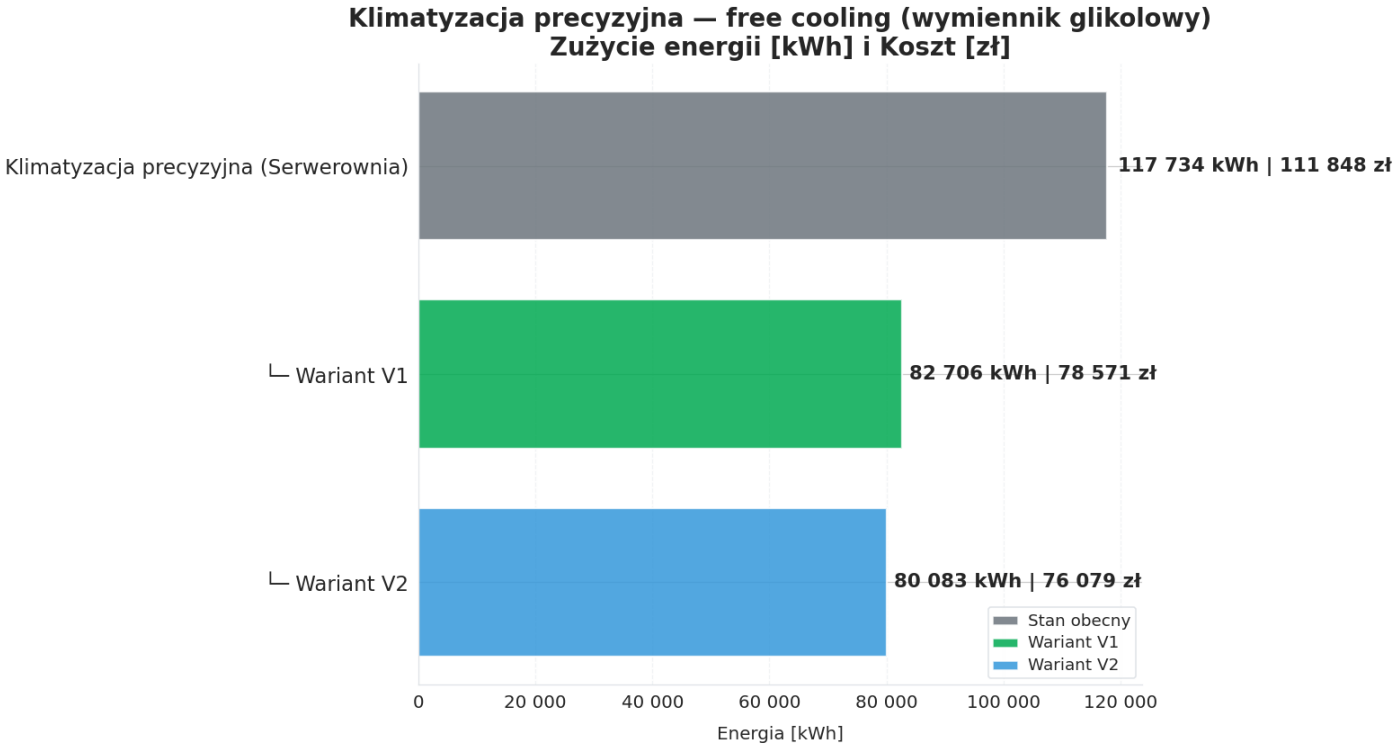
SPBT: 1,8 lat

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	117 734	82 706	80 083
2	**Całkowite zużycie energii**	**kWh/rok**	**117 734**	**82 706**	**80 083**
3	Koszt zużycia energii przez klimatyzacja precyzyjna (serwerownia)	zł/rok	111 848	78 571	76 079
4	**Całkowity koszt zużycia energii**	**zł/rok**	**111 848**	**78 571**	**76 079**
5	**Oszczędność zużycia energii**	**kWh/rok**	**-**	**35 028**	**37 651**
6	**Oszczędność kosztów energii**	**zł/rok**	**-**	**33 277**	**35 769**
7	**Redukcja emisji CO_2**	**kgCO_2/rok**	**-**	**27 322**	**29 368**
8	Nakłady inwestycyjne	zł	-	45 000	65 000
9	**SPBT (Prosty okres zwrotu)**	**lata**	**-**	**1,4**	**1,8**

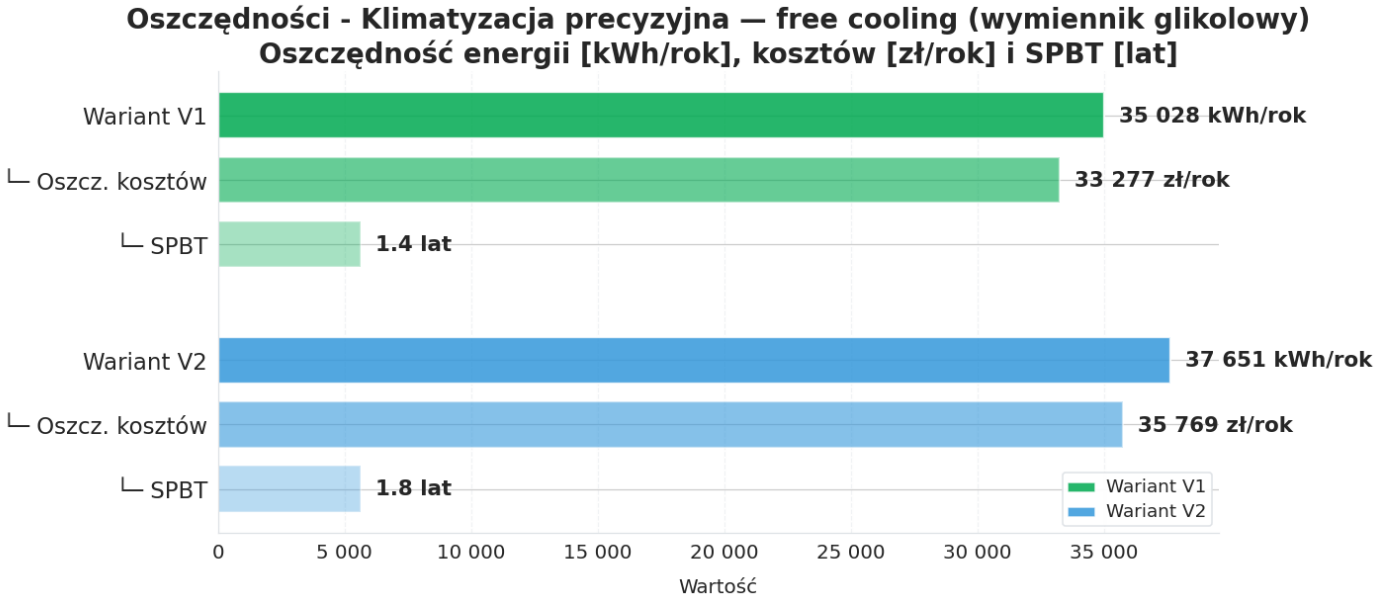
Roczne zużycie energii i koszty — Baza vs warianty

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].



5.3 Montaż fotowoltaiki

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

Liczba urządzeń	Oszczędność energii	Oszczędność kosztów	Okres zwrotu (SPBT)
4	80 062 kWh/rok	76 059 PLN/rok	7,7 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 wariancie 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 glowny	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 wariancie 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 glowny	Fotowoltaika	-23 478	-22 304	-18 313	132 000	Instalacja PV 33 kWp na dachu — orientacja SE, nac...
PV — parking południowo-zachodni Parking firmowy (carport)	Fotowoltaika	-56 584	-53 755	-44 135	453 750	Instalacja PV 82,5 kWp na carportach parkingu — or...
RAZEM V1		**-80 062**	**-76 059**	**-62 449**	**585 750**	

Oszczędność energii: 80 062 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 76 059 zł/rok

Redukcja CO_2: 62 449 kgCO_2/rok

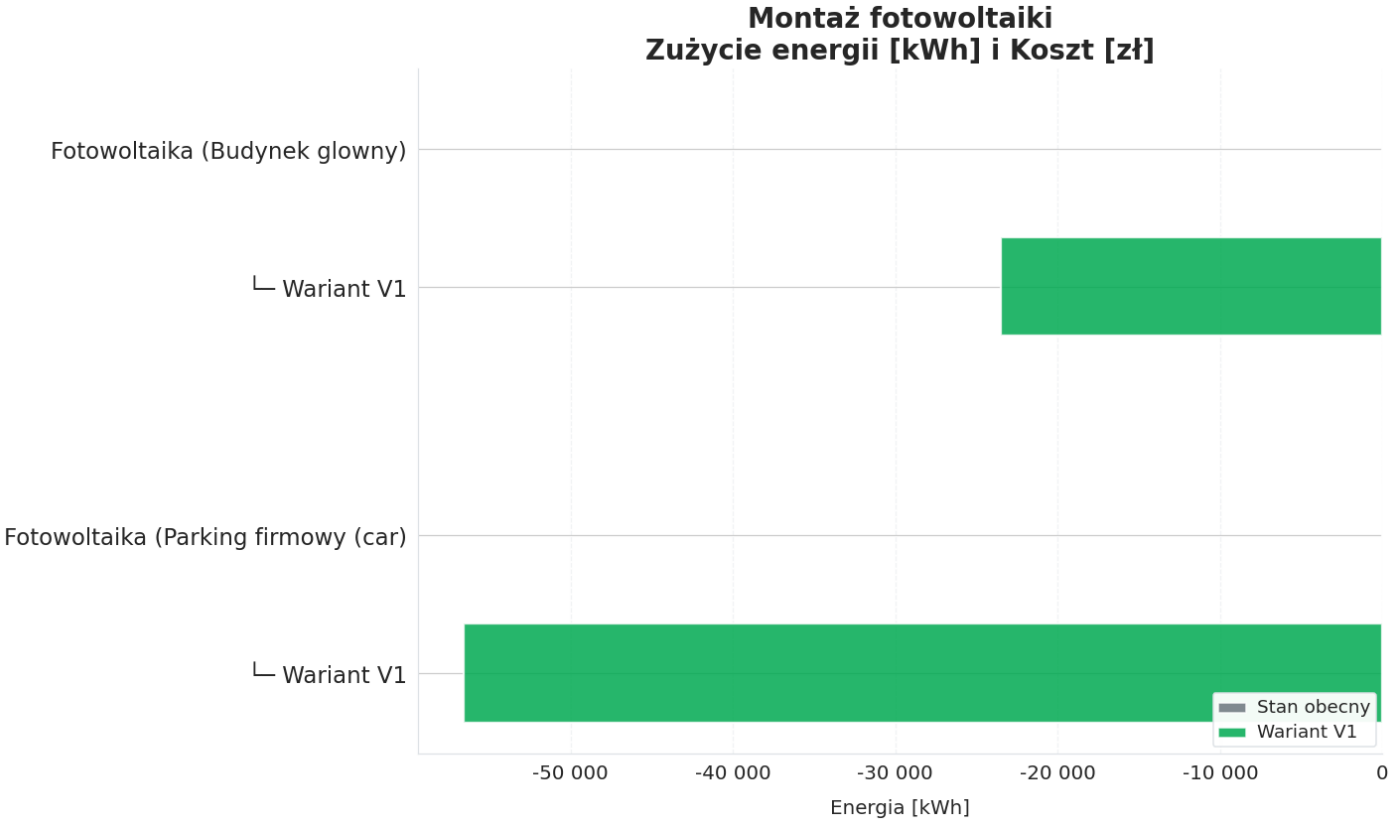
SPBT: 7,7 lat

Analiza rozwiązania - porównanie wariantów

Lp	Pozycja	Jednostka	Baza Stan obecny	V1 Instalacja PV 3...
1	Zużycie energii przez fotowoltaika (budynek glowny)	kWh/rok	0	-23 478
2	Zużycie energii przez fotowoltaika (parking firmowy (car)	kWh/rok	0	-56 584
3	**Całkowite zużycie energii**	**kWh/rok**	**0**	**-80 062**
4	Koszt zużycia energii przez fotowoltaika (budynek glowny)	zł/rok	0	-22 304
5	Koszt zużycia energii przez fotowoltaika (parking firmowy (car)	zł/rok	0	-53 755
6	**Całkowity koszt zużycia energii**	**zł/rok**	**0**	**-76 059**
7	**Oszczędność zużycia energii**	**kWh/rok**	**-**	**80 062**
8	**Oszczędność kosztów energii**	**zł/rok**	**-**	**76 059**
9	**Redukcja emisji CO_2**	**kgCO_2/rok**	**-**	**62 449**
10	Nakłady inwestycyjne	zł	-	585 750
11	**SPBT (Prosty okres zwrotu)**	**lata**	**-**	**7,7**

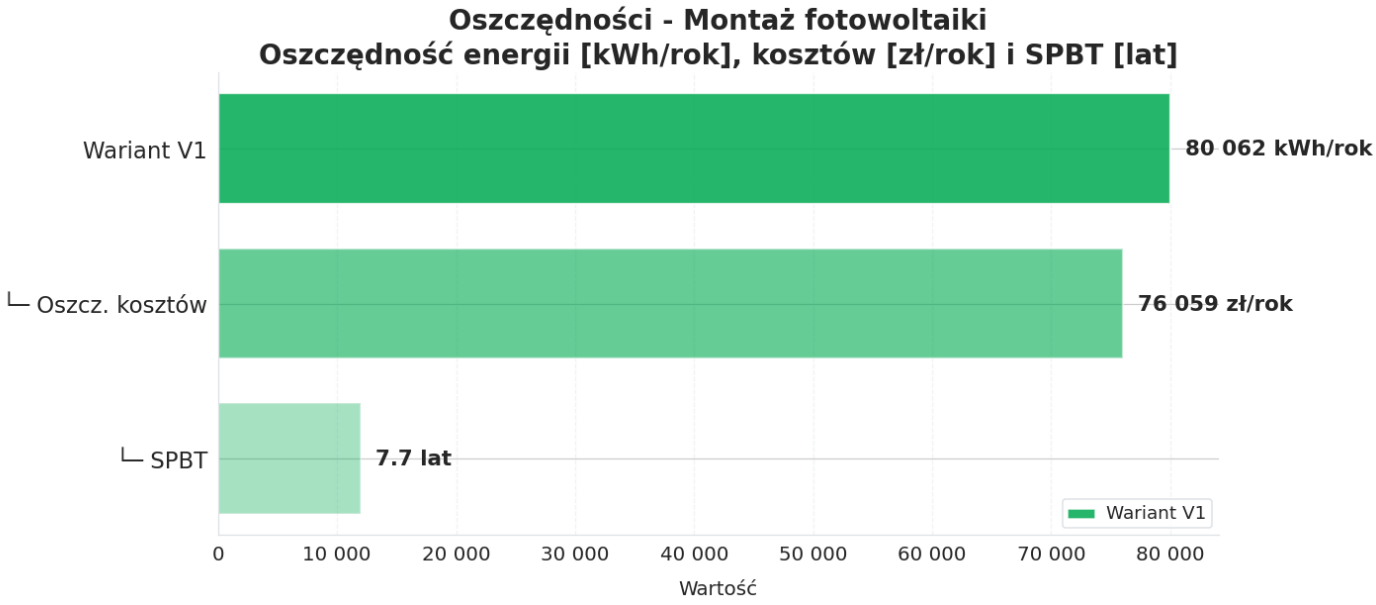
Roczne zużycie energii i koszty — Baza vs warianty

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].



5.4 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	Oszczędność energii	Oszczędność kosztów	Okres zwrotu (SPBT)
14	24 033 kWh/rok	12 043 PLN/rok	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 wariancie 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 pietro (open space + sale konferencyjne)	Centrala	50 738	30 623	24 000	0	-
Nagrzewnica kanałowa elektryczna 15 kW Wejście główne	Nagrzewnica	45 035	42 784	35 128	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
Pompa chłodzenia 1 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m² każdy)	Pompa	164	155	128	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
Pompa grzania 1 kW Wejście główne	Pompa	2 999	2 850	2 340	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
Klimakonwektor 5 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m² każdy)	Klimakonwektor	332	315	259	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
Klimatyzator 5 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m² każdy)	Klimatyzator	910	864	710	0	-
Kurtyna 2 kW Wejście główne	Kurtyna	6 661	2 447	1 836	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
RAZEM Grupa bazowa		**106 839**	**80 038**	**64 400**	**0**	

Urządzenia w wariancie 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 pietro (open space + sale konferencyjne)	Centrala	33 963	23 638	18 795	12 000	Tryb komfortowy w godzinach 6:00–19:00 w dni roboc...
Nagrzewnica kanałowa elektryczna 15 kW Wejście główne	Nagrzewnica	41 192	39 133	32 130	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 m² każdy)	Pompa	133	126	103	300	Pełna praca w godzinach 6:00–19:00 w dni robocze; ...
Pompa grzania 1 kW Wejście główne	Pompa	2 870	2 726	2 238	300	Pełna praca w godzinach 6:00–19:00 w dni robocze; ...
Klimakonwektor 5 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m² każdy)	Klimakonwektor	251	239	196	400	Tryb komfortowy 22 °C w godzinach 6:00–19:00 w dni...
Klimatyzator 5 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m² każdy)	Klimatyzator	867	824	677	1 200	Tryb komfortowy 6:00–19:00 w dni robocze; nocą i w...
Kurtyna 2 kW Wejście główne	Kurtyna	3 530	1 310	984	900	Nastawa 22 °C w godzinach 6:00–19:00 w dni robocze...
RAZEM V2		**82 806**	**67 995**	**55 124**	**16 600**	

Oszczędność energii: 24 033 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 12 043 zł/rok

Redukcja CO_2: 9 276 kgCO_2/rok

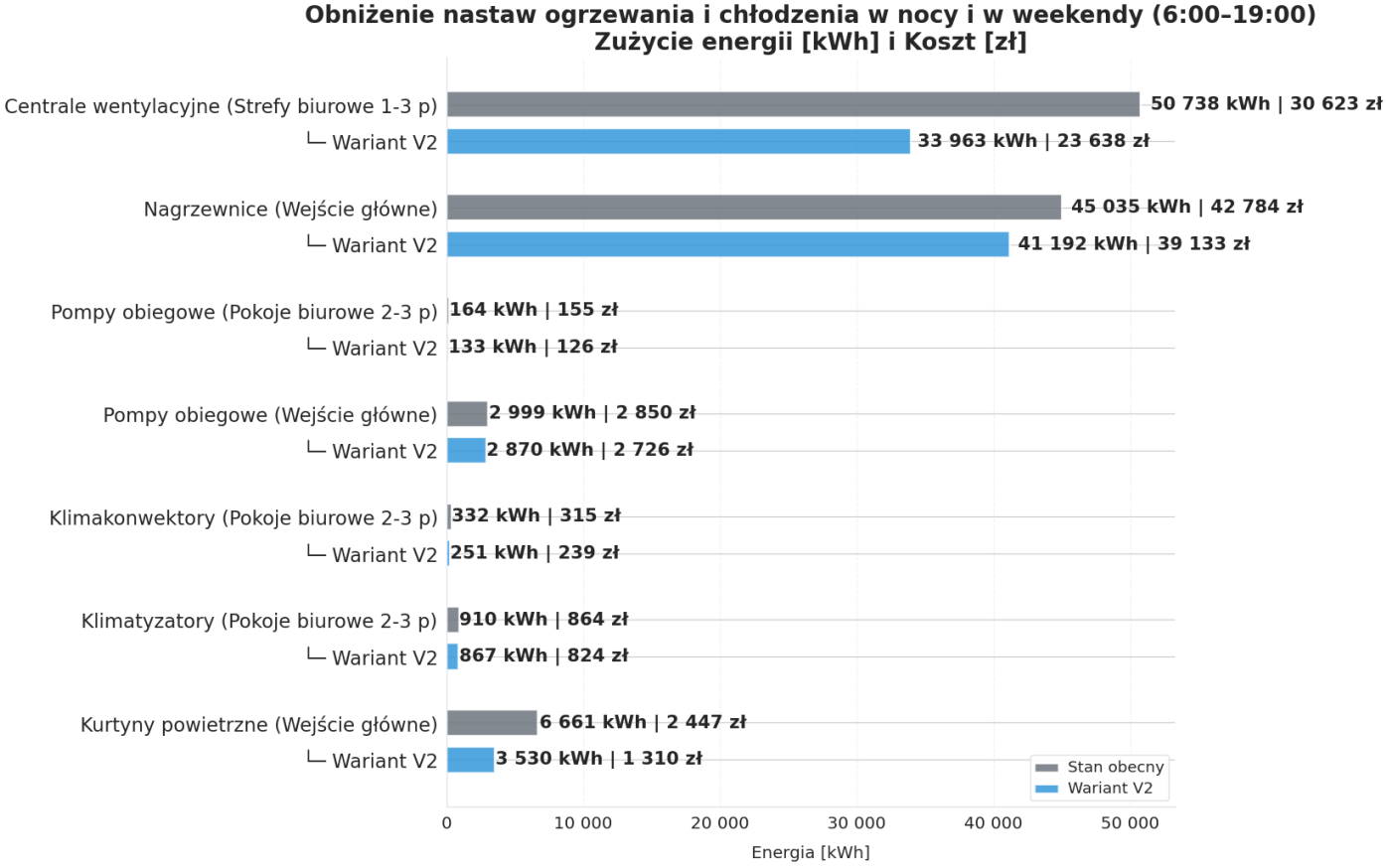
SPBT: 1,4 lat

Analiza rozwiązania - porównanie wariantów

Lp	Pozycja	Jednostka	Baza Stan obecny	V2 Tryb komfortowy...
1	Zużycie energii przez centrale wentylacyjne (strefy biurowe 1-3 p)	kWh/rok	50 738	33 963
2	Zużycie energii przez klimakonwektory (pokoje biurowe 2-3 p)	kWh/rok	332	251
3	Zużycie energii przez klimatyzatory (pokoje biurowe 2-3 p)	kWh/rok	910	867
4	Zużycie energii przez kurtyny powietrzne (wejście główne)	kWh/rok	6 661	3 530
5	Zużycie energii przez nagrzewnice (wejście główne)	kWh/rok	45 035	41 192
6	Zużycie energii przez pompy obiegowe (pokoje biurowe 2-3 p)	kWh/rok	164	133
7	Zużycie energii przez pompy obiegowe (wejście główne)	kWh/rok	2 999	2 870
8	**Całkowite zużycie energii**	**kWh/rok**	**106 839**	**82 806**
9	Koszt zużycia energii przez centrale wentylacyjne (strefy biurowe 1-3 p)	zł/rok	30 623	23 638
10	Koszt zużycia energii przez klimakonwektory (pokoje biurowe 2-3 p)	zł/rok	315	239
11	Koszt zużycia energii przez klimatyzatory (pokoje biurowe 2-3 p)	zł/rok	864	824
12	Koszt zużycia energii przez kurtyny powietrzne (wejście główne)	zł/rok	2 447	1 310
13	Koszt zużycia energii przez nagrzewnice (wejście główne)	zł/rok	42 784	39 133
14	Koszt zużycia energii przez pompy obiegowe (pokoje biurowe 2-3 p)	zł/rok	155	126
15	Koszt zużycia energii przez pompy obiegowe (wejście główne)	zł/rok	2 850	2 726
16	**Całkowity koszt zużycia energii**	**zł/rok**	**80 038**	**67 995**
17	**Oszczędność zużycia energii**	**kWh/rok**	**-**	**24 033**
18	**Oszczędność kosztów energii**	**zł/rok**	**-**	**12 043**
19	**Redukcja emisji CO_2**	**kgCO_2/rok**	**-**	**9 276**
20	Nakłady inwestycyjne	zł	-	16 600
21	**SPBT (Prosty okres zwrotu)**	**lata**	**-**	**1,4**

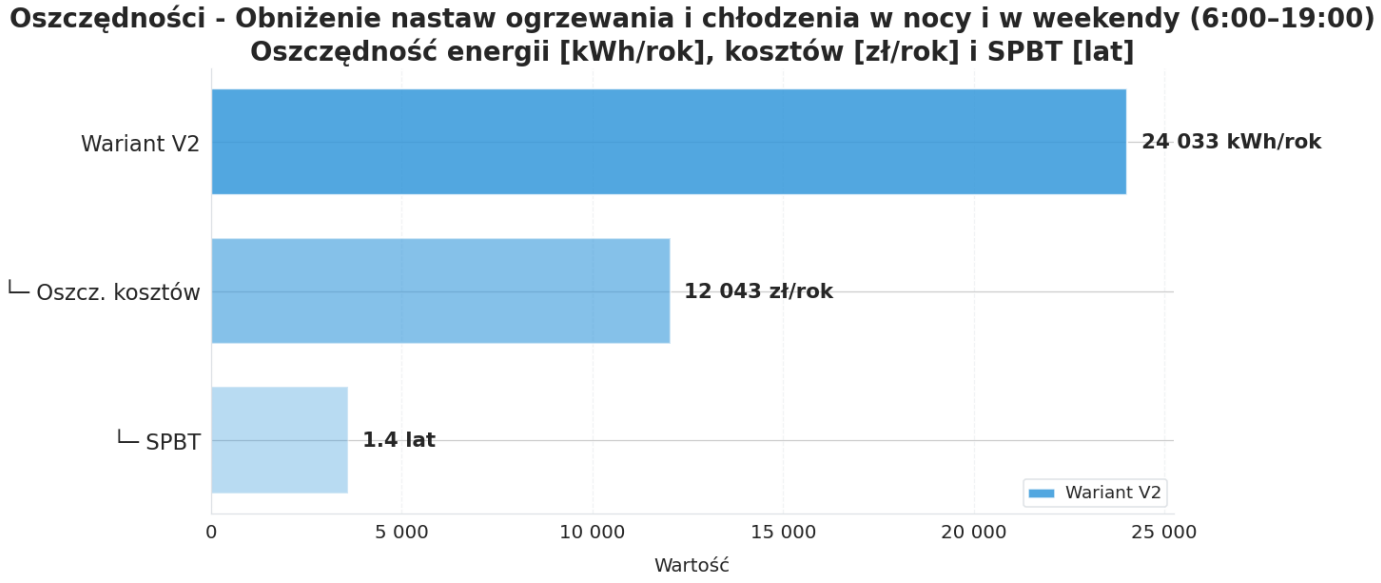
Roczne zużycie energii i koszty — Baza vs warianty

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



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].



5.5 Obniżenie nastawy grzania do 20 °C

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

Liczba urządzeń	Oszczędność energii	Oszczędność kosztów	Okres zwrotu (SPBT)
6	6 822 kWh/rok	6 129 PLN/rok	0,1 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 wariancie 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	45 035	42 784	35 128	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
Pompa grzania 1 kW Wejście główne	Pompa	2 999	2 850	2 340	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
Kurtyna 2 kW Wejście główne	Kurtyna	6 661	2 447	1 836	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
RAZEM Grupa bazowa		**54 696**	**48 080**	**39 303**	**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	39 003	37 053	30 423	300	Temperatura nawiewu za nagrzewnicą 20 °C zamiast 2...
Pompa grzania 1 kW Wejście główne	Pompa	2 767	2 628	2 158	300	Nastawa grzania 20 °C zamiast 22 °C; harmonogram j...
Kurtyna 2 kW Wejście główne	Kurtyna	6 104	2 270	1 706	300	Nastawa grzania 20 °C zamiast 22 °C; harmonogram j...
RAZEM V3		**47 874**	**41 951**	**34 287**	**900**	

Oszczędność energii: 6 822 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 6 129 zł/rok

Redukcja CO_2: 5 017 kgCO_2/rok

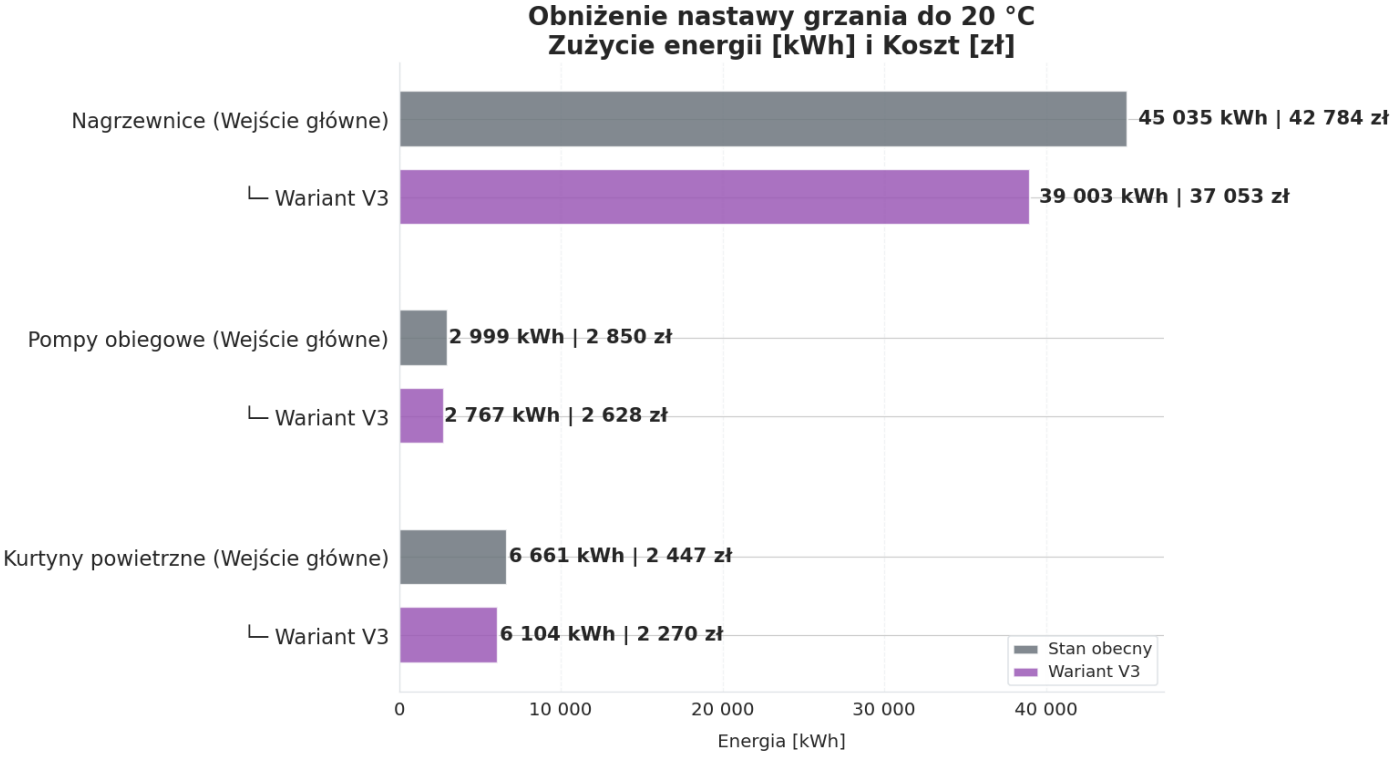
SPBT: 0,1 lat

Analiza rozwiązania - porównanie wariantów

Lp	Pozycja	Jednostka	Baza Stan obecny	V3 Temperatura naw...
1	Zużycie energii przez kurtyny powietrzne (wejście główne)	kWh/rok	6 661	6 104
2	Zużycie energii przez nagrzewnice (wejście główne)	kWh/rok	45 035	39 003
3	Zużycie energii przez pompy obiegowe (wejście główne)	kWh/rok	2 999	2 767
4	**Całkowite zużycie energii**	**kWh/rok**	**54 696**	**47 874**
5	Koszt zużycia energii przez kurtyny powietrzne (wejście główne)	zł/rok	2 447	2 270
6	Koszt zużycia energii przez nagrzewnice (wejście główne)	zł/rok	42 784	37 053
7	Koszt zużycia energii przez pompy obiegowe (wejście główne)	zł/rok	2 850	2 628
8	**Całkowity koszt zużycia energii**	**zł/rok**	**48 080**	**41 951**
9	**Oszczędność zużycia energii**	**kWh/rok**	**-**	**6 822**
10	**Oszczędność kosztów energii**	**zł/rok**	**-**	**6 129**
11	**Redukcja emisji CO_2**	**kgCO_2/rok**	**-**	**5 017**
12	Nakłady inwestycyjne	zł	-	900
13	**SPBT (Prosty okres zwrotu)**	**lata**	**-**	**0,1**

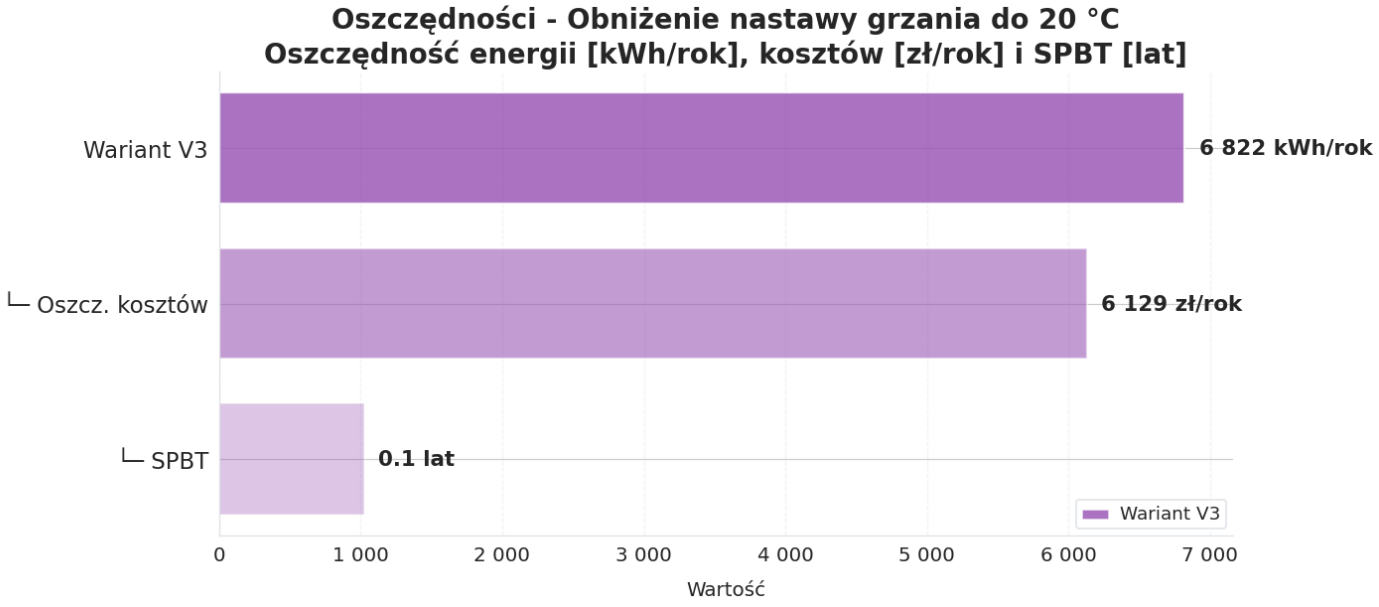
Roczne zużycie energii i koszty — Baza vs warianty

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



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	Oszczędność energii	Oszczędność kosztów	Okres zwrotu (SPBT)
4	**178** kWh/rok	**169** PLN/rok	**4,1** 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 wariancie 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 m² każdy)	Pompa	164	155	128	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
Klimakonwektor 5 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m² każdy)	Klimakonwektor	332	315	259	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
RAZEM Grupa bazowa		**496**	**471**	**387**	**0**	

Urządzenia w wariancie 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 [kgCO₂/rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Pompa chłodzenia 1 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m² każdy)	Pompa	78	74	61	300	Próg chłodzenia 26 °C zamiast 22 °C — pompa obiegu...
Klimakonwektor 5 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m² każdy)	Klimakonwektor	240	228	187	400	Nastawa chłodzenia 26 °C zamiast 22 °C; harmonogra...
RAZEM V3		**317**	**301**	**248**	**700**	

Oszczędność energii: 178 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 169 zł/rok

Redukcja CO₂: 139 kgCO₂/rok

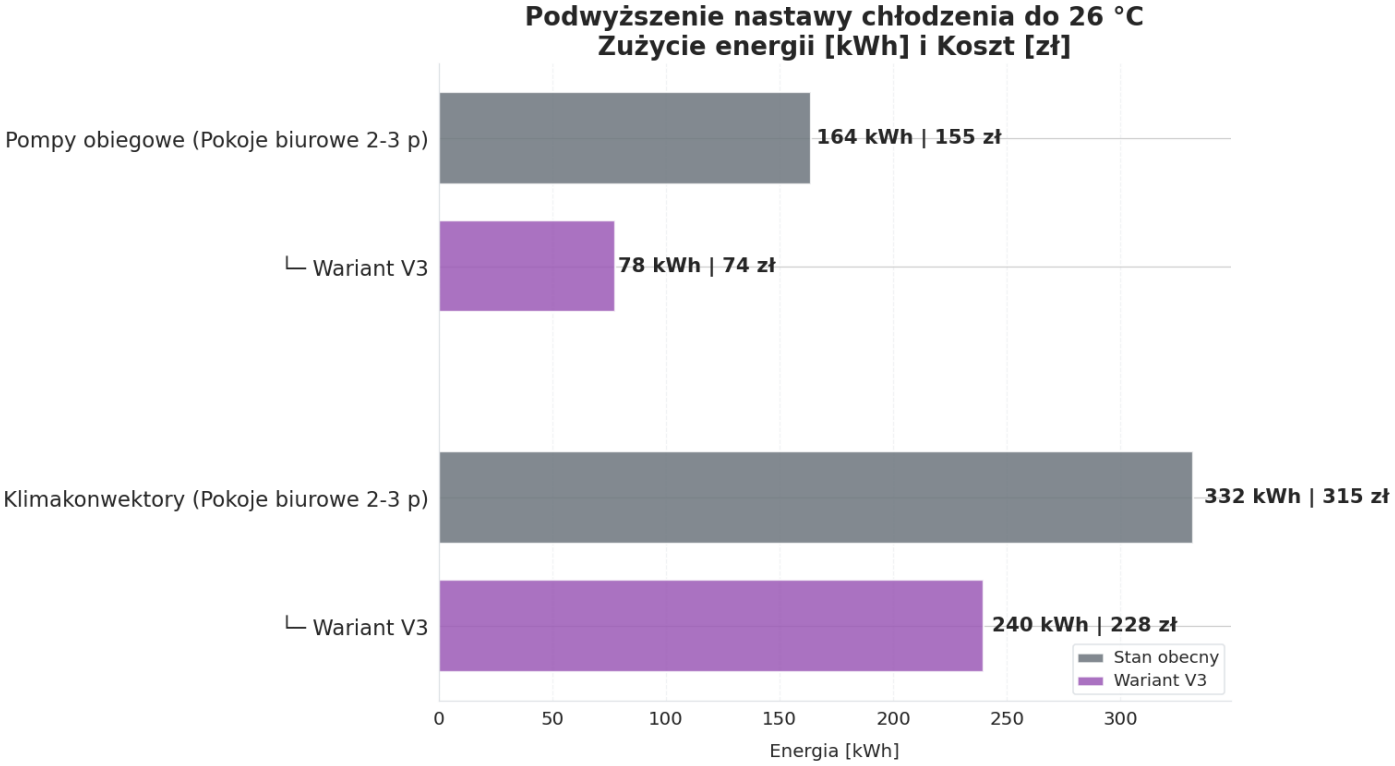
SPBT: 4,1 lat

Analiza rozwiązania - porównanie wariantów

Lp	Pozycja	Jednostka	Baza Stan obecny	V3 Próg chłodzenia...
1	Zużycie energii przez klimakonwektory (pokoje biurowe 2-3 p)	kWh/rok	332	240
2	Zużycie energii przez pompy obiegowe (pokoje biurowe 2-3 p)	kWh/rok	164	78
3	**Całkowite zużycie energii**	**kWh/rok**	**496**	**317**
4	Koszt zużycia energii przez klimakonwektory (pokoje biurowe 2-3 p)	zł/rok	315	228
5	Koszt zużycia energii przez pompy obiegowe (pokoje biurowe 2-3 p)	zł/rok	155	74
6	**Całkowity koszt zużycia energii**	**zł/rok**	**471**	**301**
7	**Oszczędność zużycia energii**	**kWh/rok**	**-**	**178**
8	**Oszczędność kosztów energii**	**zł/rok**	**-**	**169**
9	**Redukcja emisji CO₂**	**kgCO₂/rok**	**-**	**139**
10	Nakłady inwestycyjne	zł	-	700
11	**SPBT (Prosty okres zwrotu)**	**lata**	**-**	**4,1**

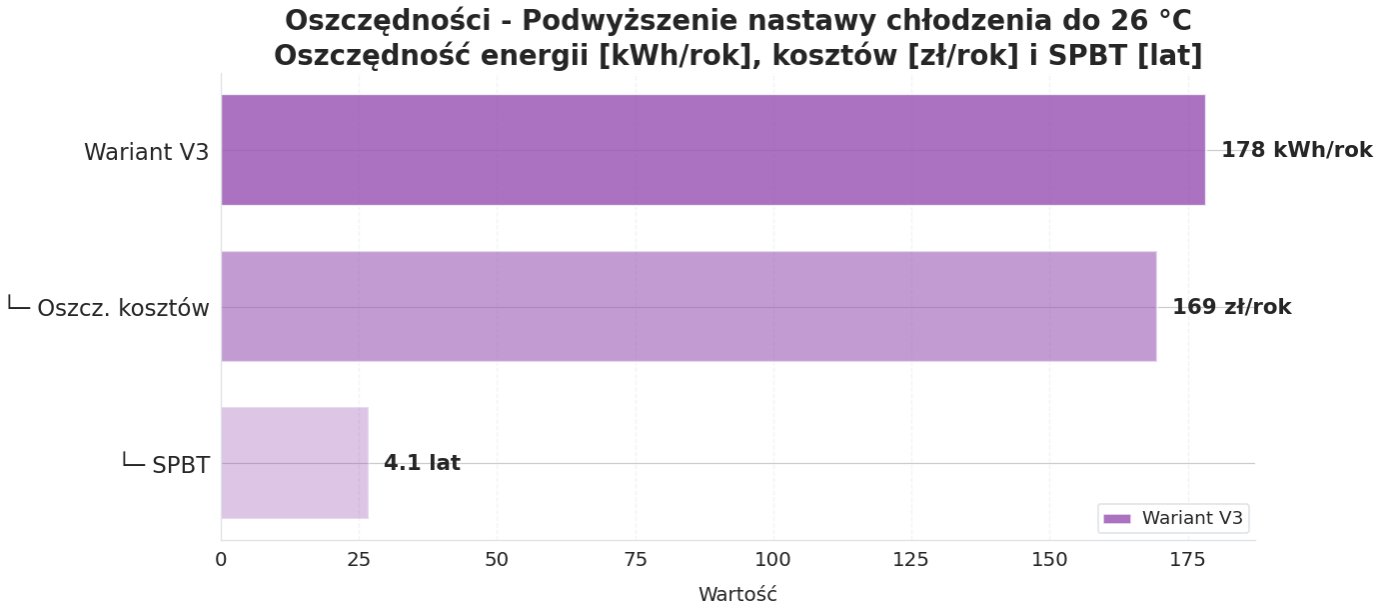
Roczne zużycie energii i koszty — Baza vs warianty

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



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].



5.7 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	Oszczędność energii	Oszczędność kosztów	Okres zwrotu (SPBT)
6	29 347 kWh/rok	27 880 PLN/rok	0,2 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 wariancie 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	10 139	9 632	7 908	0	-
Nawilżacz 3000 m³/h Strefa biurowa - nawilżanie	Nawilżacz	49 921	47 425	38 939	0	Wariant bazowy — proporcjonalny 24/7, praca ciągła...
Inne 1 kW Pozostałe odbiory elektryczne (sprzęt biurowy / serwerownia)	Inne	9 198	8 738	7 174	0	Wariant bazowy — praca non stop 24/7.
RAZEM Grupa bazowa		**69 258**	**65 795**	**54 021**	**0**	

Urządzenia w wariancie 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	5 579	5 300	4 352	4 500	Pełny wydatek w godzinach 7:00–19:00 w dni robocze...
Nawilżacz 3000 m³/h Strefa biurowa - nawilżanie	Nawilżacz	29 270	27 807	22 831	1 500	Pełne nawilżanie w godzinach 7:00–19:00 w dni robo...
Inne 1 kW Pozostałe odbiory elektryczne (sprzęt biurowy / serwerownia)	Inne	5 061	4 808	3 948	800	Pełna moc w godzinach 7:00–19:00 w dni robocze; po...
RAZEM V2		**39 911**	**37 915**	**31 131**	**6 800**	

Oszczędność energii: 29 347 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 27 880 zł/rok

Redukcja CO_2: 22 891 kgCO_2/rok

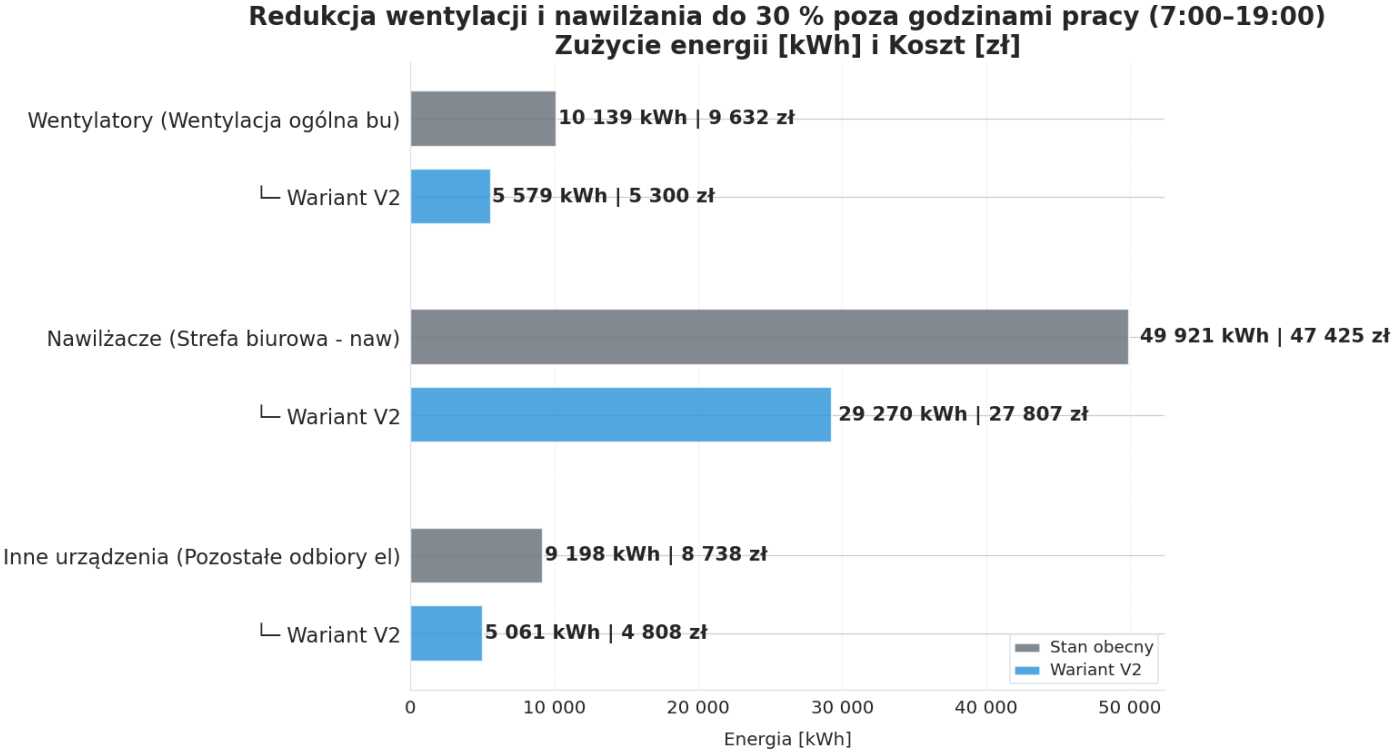
SPBT: 0,2 lat

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	9 198	5 061
2	Zużycie energii przez nawilżacze (strefa biurowa - naw)	kWh/rok	49 921	29 270
3	Zużycie energii przez wentylatory (wentylacja ogólna bu)	kWh/rok	10 139	5 579
4	**Całkowite zużycie energii**	**kWh/rok**	**69 258**	**39 911**
5	Koszt zużycia energii przez inne urządzenia (pozostałe odbiory el)	zł/rok	8 738	4 808
6	Koszt zużycia energii przez nawilżacze (strefa biurowa - naw)	zł/rok	47 425	27 807
7	Koszt zużycia energii przez wentylatory (wentylacja ogólna bu)	zł/rok	9 632	5 300
8	**Całkowity koszt zużycia energii**	**zł/rok**	**65 795**	**37 915**
9	**Oszczędność zużycia energii**	**kWh/rok**	**-**	**29 347**
10	**Oszczędność kosztów energii**	**zł/rok**	**-**	**27 880**
11	**Redukcja emisji CO_2**	**kgCO_2/rok**	**-**	**22 891**
12	Nakłady inwestycyjne	zł	-	6 800
13	**SPBT (Prosty okres zwrotu)**	**lata**	**-**	**0,2**

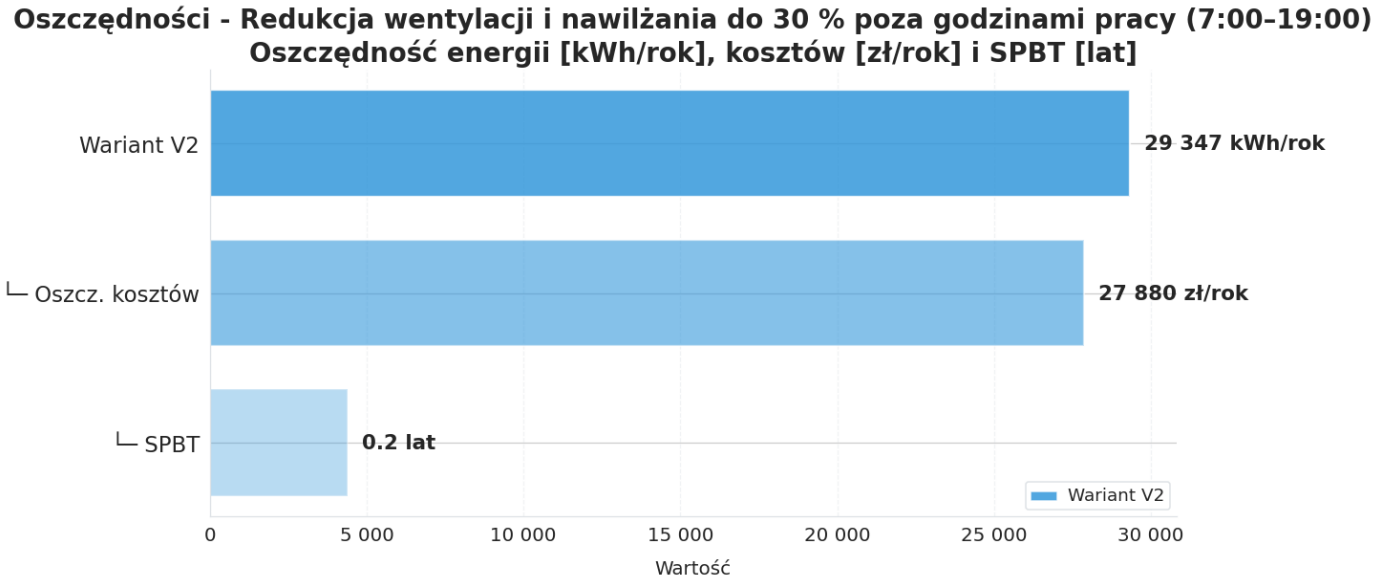
Roczne zużycie energii i koszty — Baza vs warianty

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].



5.8 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	Oszczędność energii	Oszczędność kosztów	Okres zwrotu (SPBT)
5	8 133 kWh/rok	3 132 PLN/rok	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 wariancie 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	36 821	13 893	8 337	0	-
RAZEM Grupa bazowa		**36 821**	**13 893**	**8 337**	**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	36 447	13 762	8 262	1 500	Granica ogrzewania 17 °C zamiast 20 °C; kocioł nad...
RAZEM V1		**36 447**	**13 762**	**8 262**	**1 500**	

Oszczędność energii: 375 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 131 zł/rok

Redukcja CO_2: 75 kgCO_2/rok

SPBT: 11,4 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	32 736	12 330	7 390	1 500	Granica ogrzewania 17 °C; c.w.u. poza kotłem (tylk...
RAZEM V2		**32 736**	**12 330**	**7 390**	**1 500**	

Oszczędność energii: 4 085 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 1 564 zł/rok

Redukcja CO_2: 946 kgCO_2/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	31 566	11 866	7 104	2 500	Granica ogrzewania 15 °C; bez c.w.u.; sprawność ko...
RAZEM V3		**31 566**	**11 866**	**7 104**	**2 500**	

Oszczędność energii: 5 255 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 2 027 zł/rok

Redukcja CO_2: 1 233 kgCO_2/rok

SPBT: 1,2 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	28 688	10 762	6 434	1 500	Granica ogrzewania 17 °C; bez c.w.u.; kocioł wyłąc...
RAZEM V4		**28 688**	**10 762**	**6 434**	**1 500**	

Oszczędność energii: 8 133 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 3 132 zł/rok

Redukcja CO_2: 1 902 kgCO_2/rok

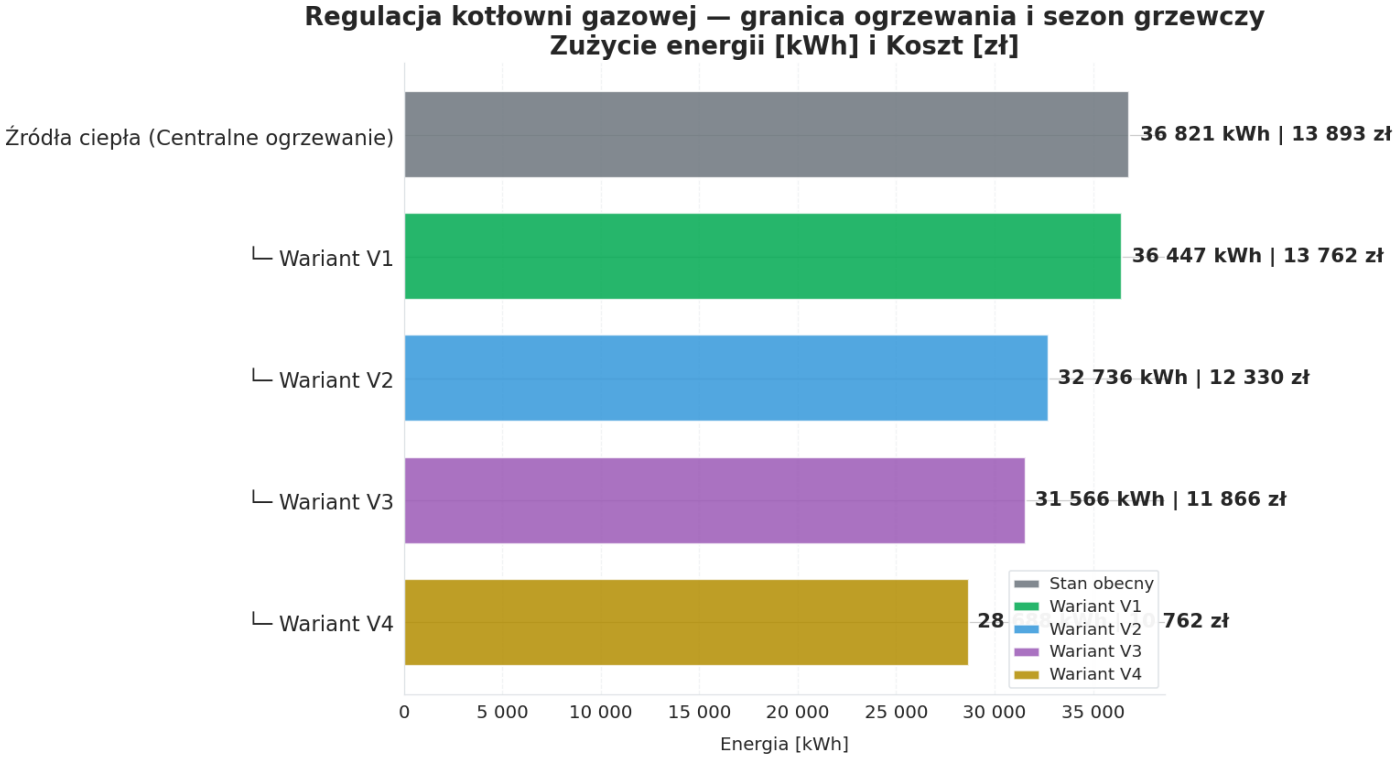
SPBT: 0,5 lat

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	36 821	36 447	32 736	31 566	28 688
2	**Całkowite zużycie energii**	**kWh/rok**	**36 821**	**36 447**	**32 736**	**31 566**	**28 688**
3	Koszt zużycia energii przez źródła ciepła (centralne ogrzewanie)	zł/rok	13 893	13 762	12 330	11 866	10 762
4	**Całkowity koszt zużycia energii**	**zł/rok**	**13 893**	**13 762**	**12 330**	**11 866**	**10 762**
5	**Oszczędność zużycia energii**	**kWh/rok**	**-**	**375**	**4 085**	**5 255**	**8 133**
6	**Oszczędność kosztów energii**	**zł/rok**	**-**	**131**	**1 564**	**2 027**	**3 132**
7	**Redukcja emisji CO_2**	**kgCO_2/rok**	**-**	**75**	**946**	**1 233**	**1 902**
8	Nakłady inwestycyjne	zł	-	1 500	1 500	2 500	1 500
9	**SPBT (Prosty okres zwrotu)**	**lata**	**-**	**11,4**	**1,0**	**1,2**	**0,5**

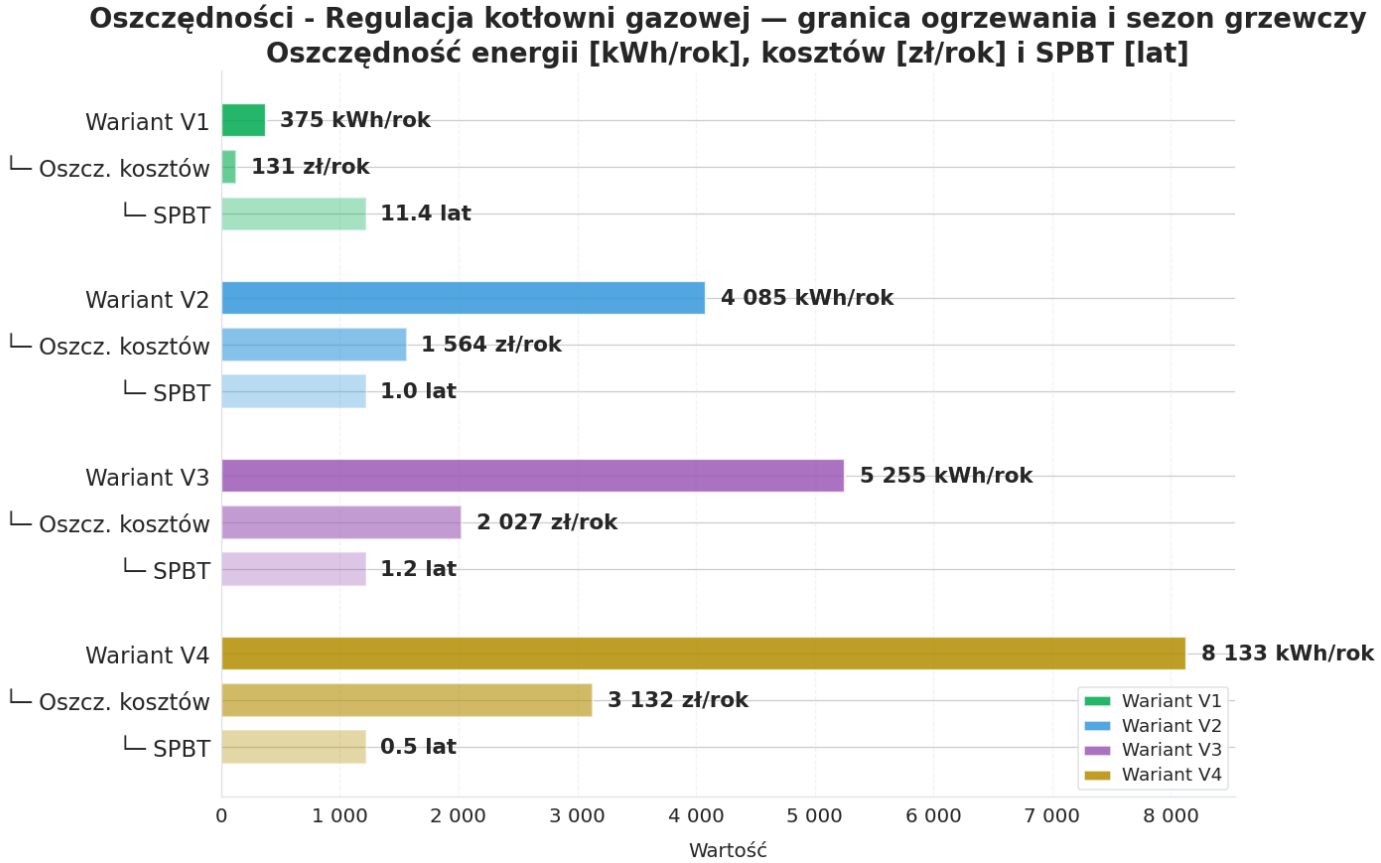
Roczne zużycie energii i koszty — Baza vs warianty

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



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].



5.9 Wymiana świetlówek na LED

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

Liczba urządzeń	Oszczędność energii	Oszczędność kosztów	Okres zwrotu (SPBT)
2	6 854 kWh/rok	6 511 PLN/rok	4,8 lat

OPIS STANU OBECNEGO

Oświetlenie: 135 opraw świetlówkowych 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 wariancie Stan obecny (Baza) (1 urządzeń)

Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO_2/rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Oświetlenie — budynek Caly budynek (open space, korytarze, sanitariaty, techniczne, recepcja)	Oświetlenie	13 501	12 826	10 531	0	Wariant bazowy - istniejace oprawy ze swietlowkami...
RAZEM Grupa bazowa		**13 501**	**12 826**	**10 531**	**0**	

Urządzenia w wariancie 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 [kgCO₂/rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Oświetlenie — budynek Caly budynek (open space, korytarze, sanitariaty, techniczne, recepcja)	Oświetlenie	6 647	6 315	5 185	31 000	Wymiana 1:1 wszystkich 135 opraw na LED przy tym s...
RAZEM V1		**6 647**	**6 315**	**5 185**	**31 000**	

Oszczędność energii: 6 854 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 6 511 zł/rok

Redukcja CO₂: 5 346 kgCO₂/rok

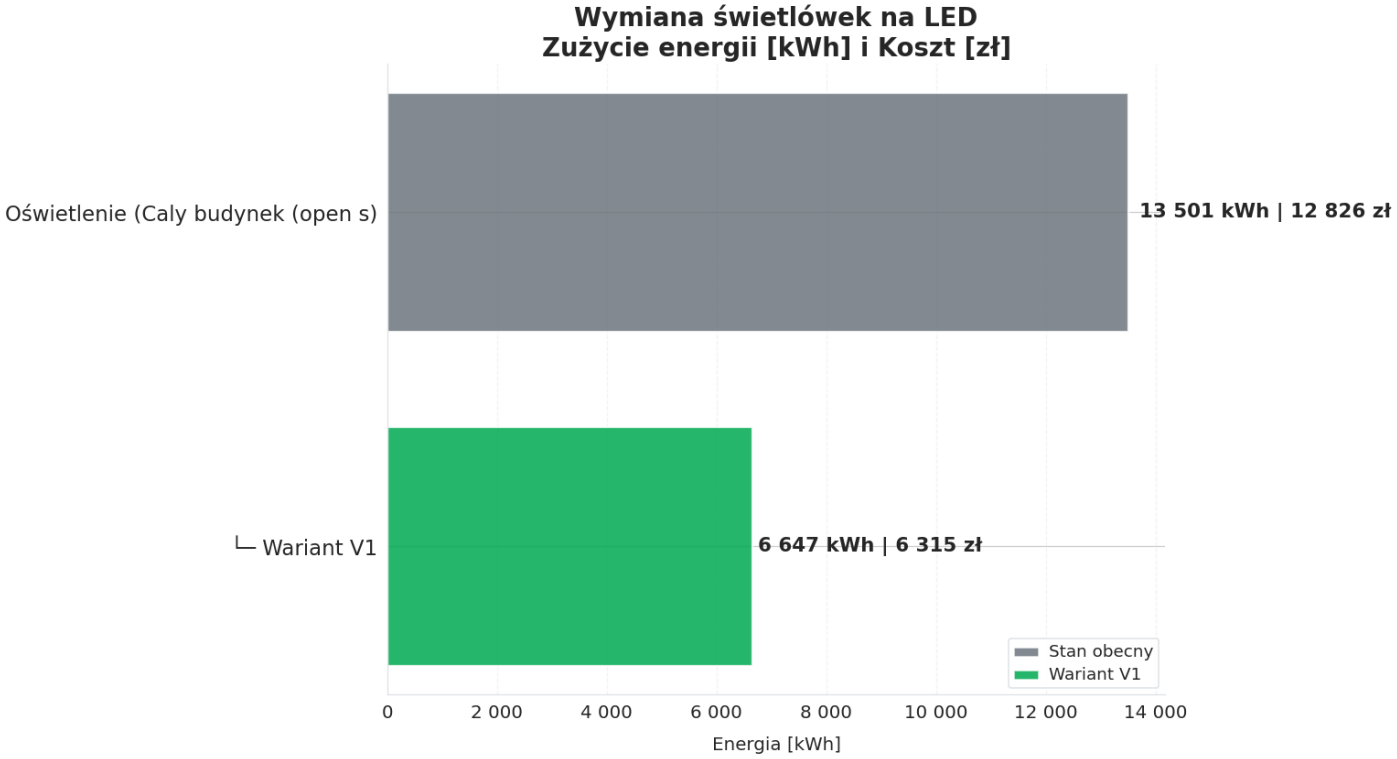
SPBT: 4,8 lat

Analiza rozwiązania - porównanie wariantów

Lp	Pozycja	Jednostka	Baza Stan obecny	V1 Wymiana 1:1 wsz...
1	Zużycie energii przez oświetlenie (caly budynek (open s)	kWh/rok	13 501	6 647
2	**Całkowite zużycie energii**	**kWh/rok**	**13 501**	**6 647**
3	Koszt zużycia energii przez oświetlenie (caly budynek (open s)	zł/rok	12 826	6 315
4	**Całkowity koszt zużycia energii**	**zł/rok**	**12 826**	**6 315**
5	**Oszczędność zużycia energii**	**kWh/rok**	**-**	**6 854**
6	**Oszczędność kosztów energii**	**zł/rok**	**-**	**6 511**
7	**Redukcja emisji CO₂**	**kgCO₂/rok**	**-**	**5 346**
8	Nakłady inwestycyjne	zł	-	31 000
9	**SPBT (Prosty okres zwrotu)**	**lata**	**-**	**4,8**

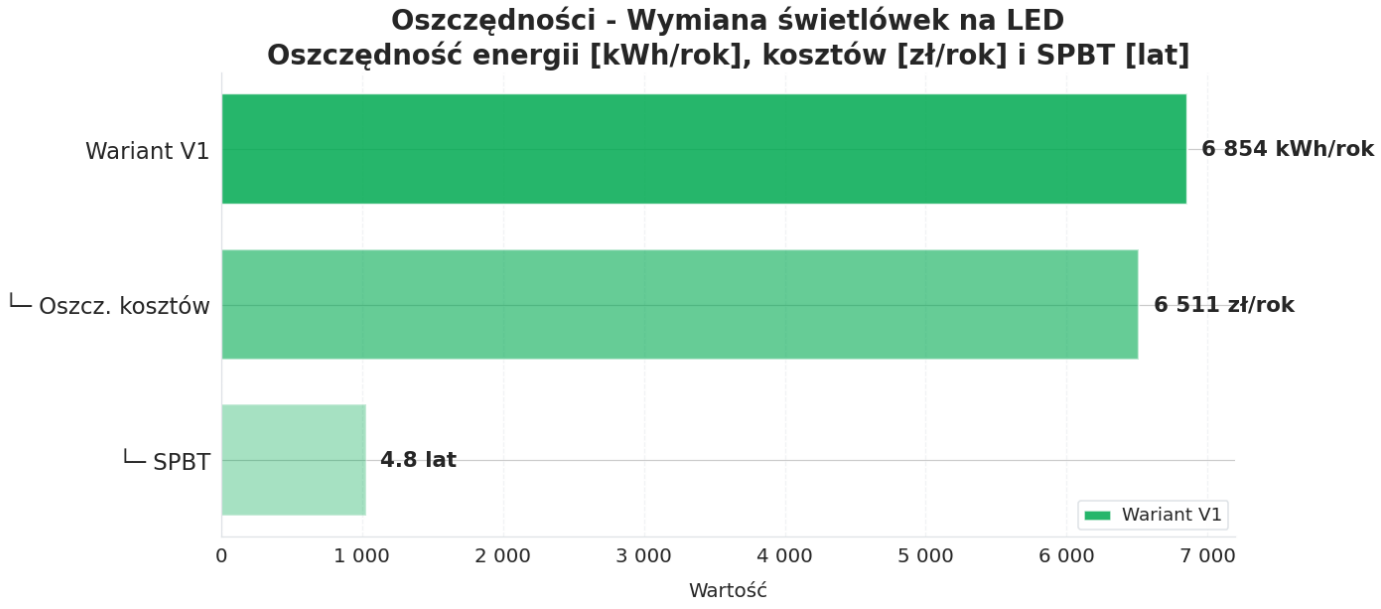
Roczne zużycie energii i koszty — Baza vs warianty

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	Oszczędność energii	Oszczędność kosztów	Okres zwrotu (SPBT)
4	25 591 kWh/rok	3 975 PLN/rok	13,8 lat

OPIS STANU OBECNEGO

Porownanie technologii zrodla ciepla: pompa ciepla / siec cieplna / boiler elektryczny — alternatywy do bazowej kotlowni 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 wariancie 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	36 821	13 893	8 337	0	-
RAZEM Grupa bazowa		**36 821**	**13 893**	**8 337**	**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 [kgCO₂/rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Kotłownia gazowa 10 kW Centralne ogrzewanie + c.w.u.	Źródło ciepła	11 230	9 918	8 759	55 000	Wymiana kotła gazowego na pompę ciepła powietrze-w...
RAZEM V5		**11 230**	**9 918**	**8 759**	**55 000**	

Oszczędność energii: 25 591 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 3 975 zł/rok

Redukcja CO_2: -423 $kgCO_2$/rok

SPBT: 13,8 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 [kgCO₂/rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Kotłownia gazowa 10 kW Centralne ogrzewanie + c.w.u.	Źródło ciepła	34 670	10 831	7 906	45 000	Wymiana kotła gazowego na węzeł cieplny (sieć miej...
RAZEM V6		**34 670**	**10 831**	**7 906**	**45 000**	

Oszczędność energii: 2 152 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 3 063 zł/rok

Redukcja CO_2: 430 $kgCO_2$/rok

SPBT: 14,7 lat

Urządzenia w wariancie 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: 2 609 kWh/rok

Oszczędność kosztów: -18 608 zł/rok

Redukcja CO_2: -18 349 kgCO_2/rok

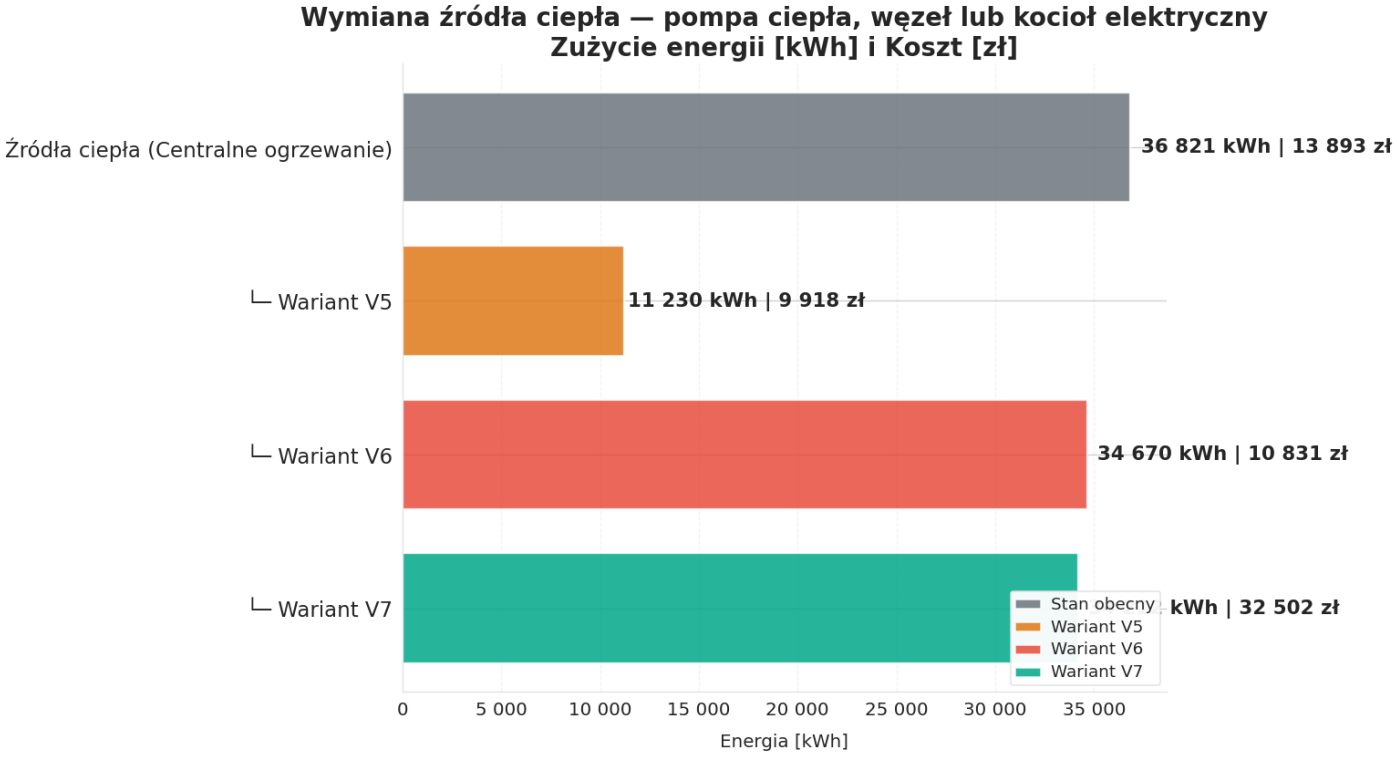
SPBT: -

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	36 821	11 230	34 670	34 212
2	**Całkowite zużycie energii**	**kWh/rok**	**36 821**	**11 230**	**34 670**	**34 212**
3	Koszt zużycia energii przez źródła ciepła (centralne ogrzewanie)	zł/rok	13 893	9 918	10 831	32 502
4	**Całkowity koszt zużycia energii**	**zł/rok**	**13 893**	**9 918**	**10 831**	**32 502**
5	**Oszczędność zużycia energii**	**kWh/rok**	**-**	**25 591**	**2 152**	**2 609**
6	**Oszczędność kosztów energii**	**zł/rok**	**-**	**3 975**	**3 063**	**-18 608**
7	**Redukcja emisji CO_2**	**kgCO_2/rok**	**-**	**-423**	**430**	**-18 349**
8	Nakłady inwestycyjne	zł	-	55 000	45 000	12 000
9	**SPBT (Prosty okres zwrotu)**	**lata**	**-**	**13,8**	**14,7**	**-**

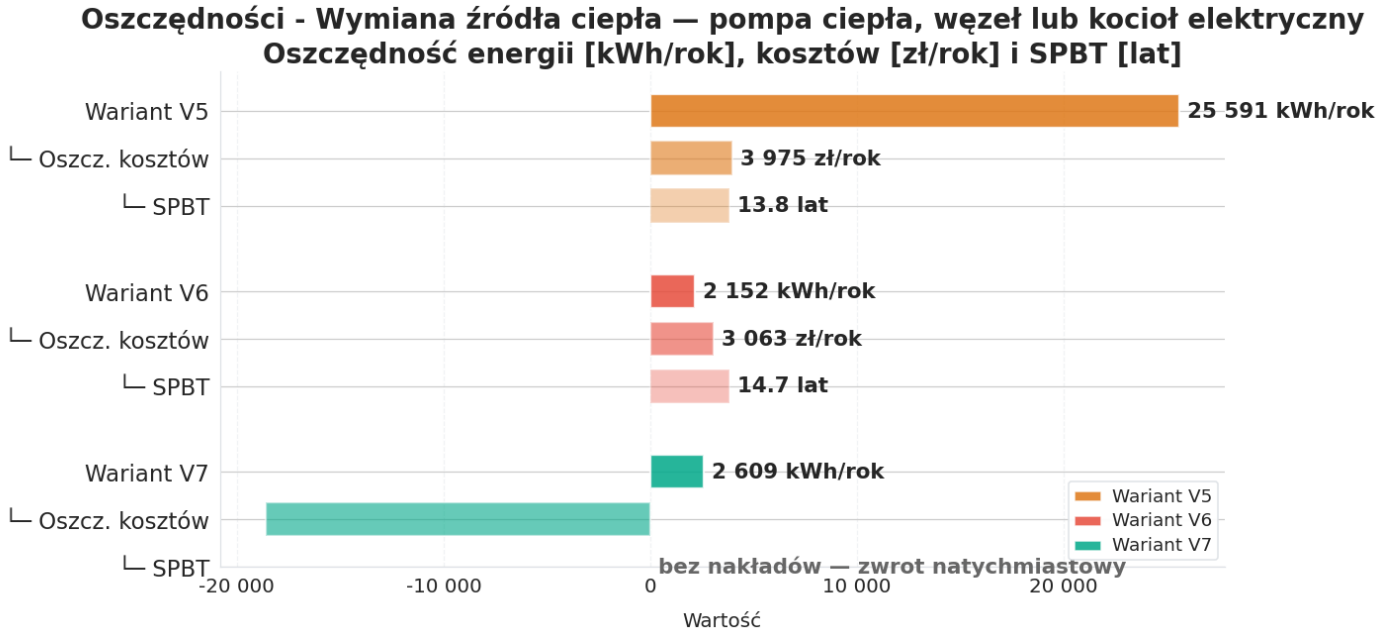
Roczne zużycie energii i koszty — Baza vs warianty

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].



5.11 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	Oszczędność energii	Oszczędność kosztów	Okres zwrotu (SPBT)
8	30 380 kWh/rok	17 908 PLN/rok	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 wariancie 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 pietro (open space + sale konferencyjne)	Centrala	50 738	30 623	24 000	0	-
Pompa chłodzenia 1 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m² każdy)	Pompa	164	155	128	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
Klimakonwektor 5 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m² każdy)	Klimakonwektor	332	315	259	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
Klimatyzator 5 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m² każdy)	Klimatyzator	910	864	710	0	-
RAZEM Grupa bazowa		**52 143**	**31 958**	**25 097**	**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 pietro (open space + sale konferencyjne)	Centrala	20 985	13 311	10 485	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 m² każdy)	Pompa	119	113	93	300	Pompa pracuje w godzinach 5:00–19:00 w dni robocze...
Klimakonwektor 5 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m² każdy)	Klimakonwektor	232	221	181	400	Chłodzenie w godzinach 5:00–19:00 w dni robocze; p...
Klimatyzator 5 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m² każdy)	Klimatyzator	426	405	333	1 200	Chłodzenie w godzinach 5:00–19:00 w dni robocze; p...
RAZEM V1		**21 763**	**14 050**	**11 092**	**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: 30 380 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 17 908 zł/rok

Redukcja CO_2: 14 004 kgCO_2/rok

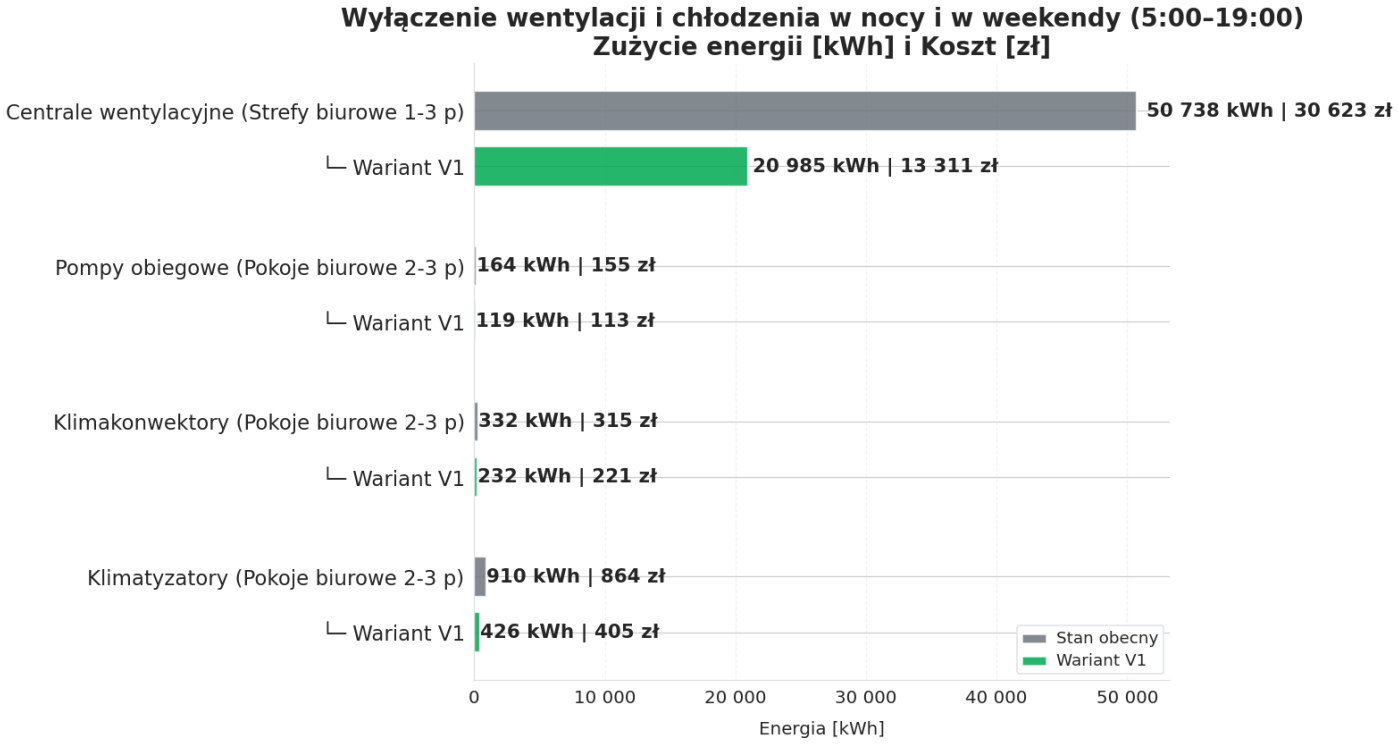
SPBT: 0,8 lat

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	50 738	20 985
2	Zużycie energii przez klimakonwektory (pokoje biurowe 2-3 p)	kWh/rok	332	232
3	Zużycie energii przez klimatyzatory (pokoje biurowe 2-3 p)	kWh/rok	910	426
4	Zużycie energii przez pompy obiegowe (pokoje biurowe 2-3 p)	kWh/rok	164	119
5	**Całkowite zużycie energii**	**kWh/rok**	**52 143**	**21 763**
6	Koszt zużycia energii przez centrale wentylacyjne (strefy biurowe 1-3 p)	zł/rok	30 623	13 311
7	Koszt zużycia energii przez klimakonwektory (pokoje biurowe 2-3 p)	zł/rok	315	221
8	Koszt zużycia energii przez klimatyzatory (pokoje biurowe 2-3 p)	zł/rok	864	405
9	Koszt zużycia energii przez pompy obiegowe (pokoje biurowe 2-3 p)	zł/rok	155	113
10	**Całkowity koszt zużycia energii**	**zł/rok**	**31 958**	**14 050**
11	**Oszczędność zużycia energii**	**kWh/rok**	**-**	**30 380**
12	**Oszczędność kosztów energii**	**zł/rok**	**-**	**17 908**
13	**Redukcja emisji CO_2**	**$kgCO_2$/rok**	**-**	**14 004**
14	Nakłady inwestycyjne	zł	-	13 900
15	**SPBT (Prosty okres zwrotu)**	**lata**	**-**	**0,8**

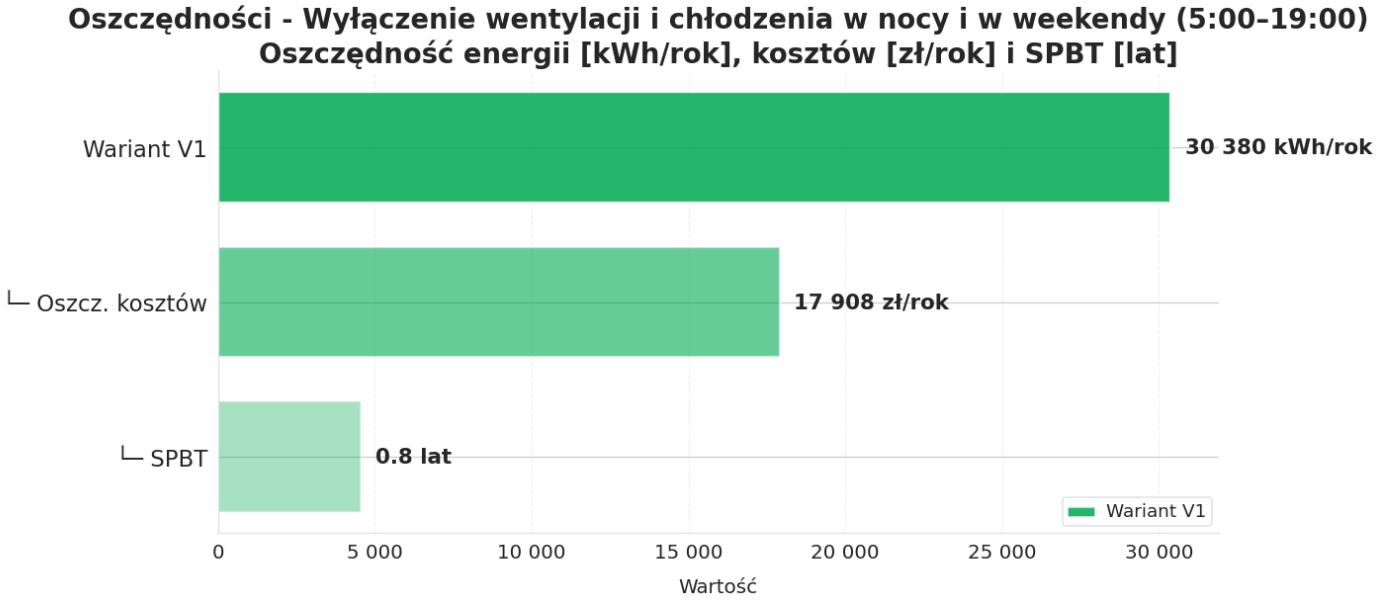
Roczne zużycie energii i koszty — Baza vs warianty

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



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].



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

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

Liczba urządzeń	Oszczędność energii	Oszczędność kosztów	Okres zwrotu (SPBT)
6	45 363 kWh/rok	43 095 PLN/rok	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 wariancie 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	10 139	9 632	7 908	0	-
Nawilżacz 3000 m³/h Strefa biurowa - nawilżanie	Nawilżacz	49 921	47 425	38 939	0	Wariant bazowy — proporcjonalny 24/7, praca ciągła...
Inne 1 kW Pozostałe odbiory elektryczne (sprzęt biurowy / serwerownia)	Inne	9 198	8 738	7 174	0	Wariant bazowy — praca non stop 24/7.
RAZEM Grupa bazowa		**69 258**	**65 795**	**54 021**	**0**	

Urządzenia w wariancie 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 [kgCO₂/rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Wentylator 5000 m3/h Wentylacja ogólna budynku	Wentylator	3 625	3 444	2 828	1 200	Wentylator pracuje tylko w godzinach 7:00–19:00 w ...
Nawilżacz 3000 m³/h Strefa biurowa - nawilżanie	Nawilżacz	16 981	16 132	13 245	1 500	Nawilżanie tylko w godzinach 7:00–19:00 w dni robo...
Inne 1 kW Pozostałe odbiory elektryczne (sprzęt biurowy / serwerownia)	Inne	3 289	3 124	2 565	800	Urządzenie pracuje tylko w godzinach 7:00–19:00 w ...
RAZEM V1		**23 895**	**22 700**	**18 638**	**3 500**	

Oszczędność energii: 45 363 kWh/rok

Oszczędność kosztów: 43 095 zł/rok

Redukcja CO₂: 35 383 kgCO₂/rok

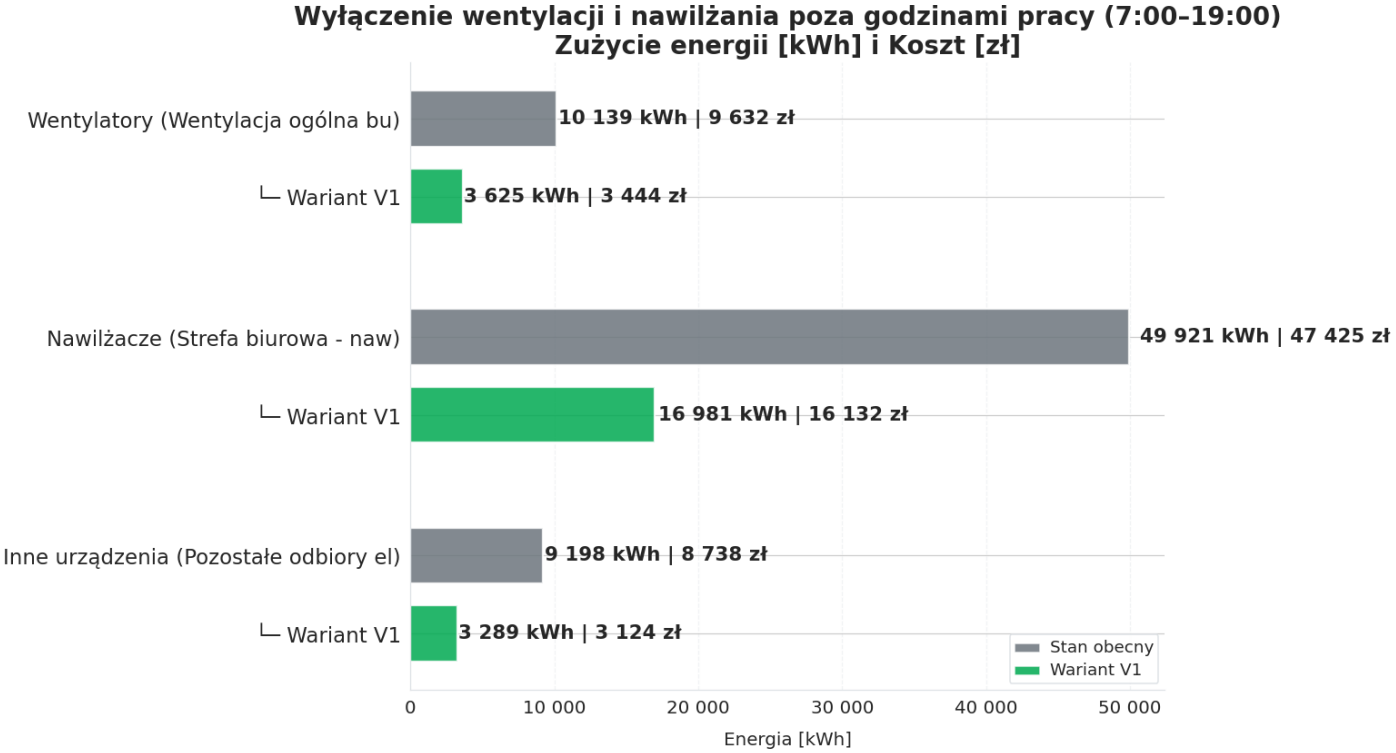
SPBT: 0,1 lat

Analiza rozwiązania - porównanie wariantów

Lp	Pozycja	Jednostka	Baza Stan obecny	V1 Wentylator prac...
1	Zużycie energii przez inne urządzenia (pozostałe odbiory el)	kWh/rok	9 198	3 289
2	Zużycie energii przez nawilżacze (strefa biurowa - naw)	kWh/rok	49 921	16 981
3	Zużycie energii przez wentylatory (wentylacja ogólna bu)	kWh/rok	10 139	3 625
4	**Całkowite zużycie energii**	**kWh/rok**	**69 258**	**23 895**
5	Koszt zużycia energii przez inne urządzenia (pozostałe odbiory el)	zł/rok	8 738	3 124
6	Koszt zużycia energii przez nawilżacze (strefa biurowa - naw)	zł/rok	47 425	16 132
7	Koszt zużycia energii przez wentylatory (wentylacja ogólna bu)	zł/rok	9 632	3 444
8	**Całkowity koszt zużycia energii**	**zł/rok**	**65 795**	**22 700**
9	**Oszczędność zużycia energii**	**kWh/rok**	**-**	**45 363**
10	**Oszczędność kosztów energii**	**zł/rok**	**-**	**43 095**
11	**Redukcja emisji CO₂**	**kgCO₂/rok**	**-**	**35 383**
12	Nakłady inwestycyjne	zł	-	3 500
13	**SPBT (Prosty okres zwrotu)**	**lata**	**-**	**0,1**

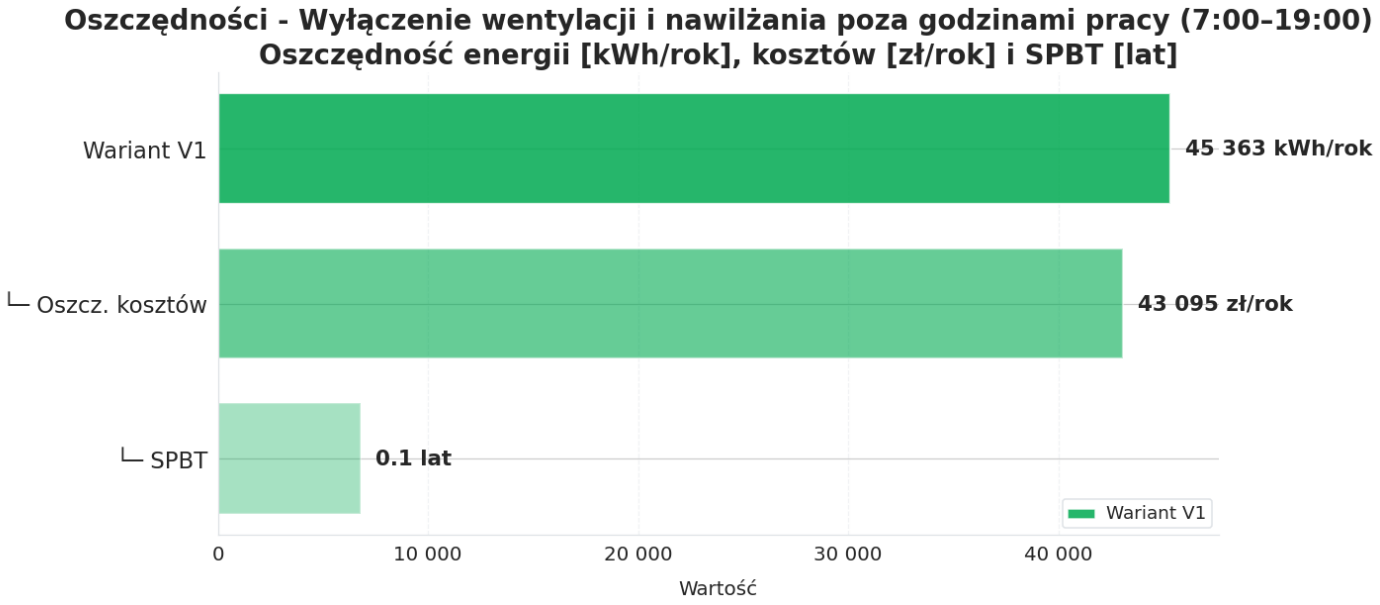
Roczne zużycie energii i koszty — Baza vs warianty

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



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].



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 CO_2. 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	43 095	0,1
2	Obniżenie nastawy grzania do 20 °C	900	6 129	0,1
3	Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	6 800	27 880	0,2
4	Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	1 500	3 132	0,5
5	Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	13 900	17 908	0,8

6.2 TOP 5 — Największa oszczędność kosztów energii

#	Modernizacja	Inwestycja [zł]	Oszcz. kosztów [zł/rok]	SPBT [lat]
1	Montaż fotowoltaiki	585 750	76 059	7,7
2	Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00)	3 500	43 095	0,1
3	Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	65 000	35 769	1,8
4	Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	6 800	27 880	0,2
5	Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	13 900	17 908	0,8

6.3 TOP 5 — Największa oszczędność zużycia energii

#	Modernizacja	Inwestycja [zł]	Oszcz. energii [kWh/rok]	SPBT [lat]
1	Montaż fotowoltaiki	585 750	80 062	7,7
2	Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00)	3 500	45 363	0,1
3	Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	65 000	37 651	1,8
4	Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	13 900	30 380	0,8
5	Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	6 800	29 347	0,2

6.4 TOP 5 — Największe ograniczenie emisji CO_2

#	Modernizacja	Inwestycja [zł]	Oszcz. emisji [kg CO_2/rok]	SPBT [lat]
1	Montaż fotowoltaiki	585 750	62 449	7,7
2	Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00)	3 500	35 383	0,1
3	Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	65 000	29 368	1,8
4	Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	6 800	22 891	0,2
5	Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	13 900	14 004	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

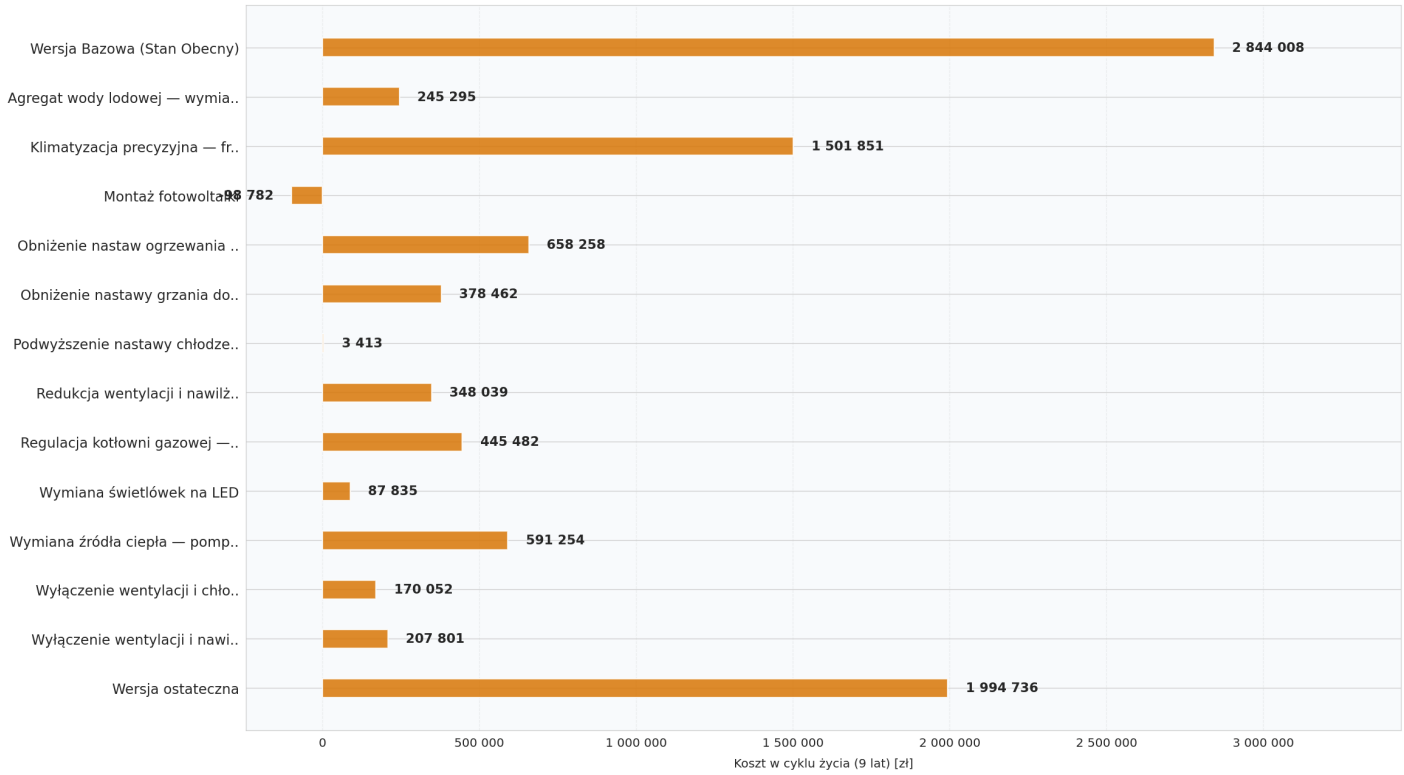
Składnik	Koszt [zł / 9 lat]
Inwestycja	103 000,00
Modernizacje	0,00
Eksploatacja (przeglądy, materiały, naprawy)	29 700,00
Energia	2 711 308,48
RAZEM	**2 844 008,48**

7.3 Porównanie scenariuszy

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

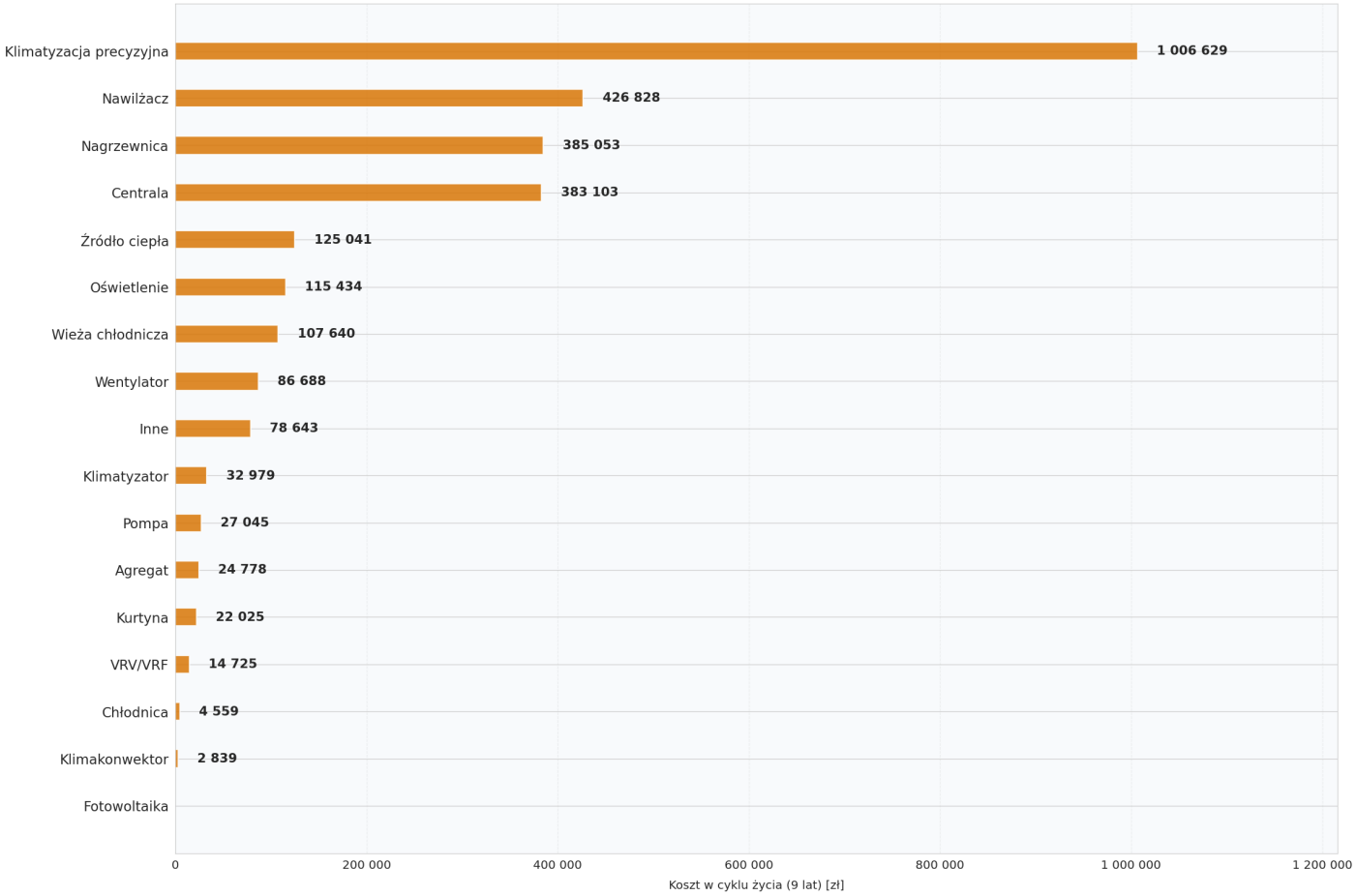
Scenariusz	Inwestycja + modern. [zł]	Eksploatacja [zł]	Energia [zł]	RAZEM [zł]
Wersja Bazowa (Stan Obecny)	103 000,00	29 700,00	2 711 308,48	2 844 008,48
Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram	193 000,00	0,00	52 295,45	245 295,45
Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	110 000,00	0,00	1 391 850,81	1 501 850,81
Montaż fotowoltaiki	585 750,00	0,00	-684 532,44	-98 782,44
Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	16 600,00	29 700,00	611 957,86	658 257,86
Obniżenie nastawy grzania do 20 °C	900,00	0,00	377 561,54	378 461,54
Podwyższenie nastawy chłodzenia do 26 °C	700,00	0,00	2 713,28	3 413,28
Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	6 800,00	0,00	341 239,41	348 039,41
Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	7 000,00	0,00	438 481,64	445 481,64
Wymiana świetlówek na LED	31 000,00	0,00	56 834,96	87 834,96
Wymiana źródła ciepła — pompa ciepła, węzeł lub kocioł elektryczny	112 000,00	0,00	479 253,92	591 253,92
Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	13 900,00	29 700,00	126 452,33	170 052,33
Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00)	3 500,00	0,00	204 301,16	207 801,16
Wersja ostateczna	**708 150,00**	**29 700,00**	**1 256 885,65**	**1 994 735,65**

Różnica kosztu cyklu życia między wersją bazową a ostateczną: **849 272,83 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	1 006 629,12	1 006 629,12
Nawilżacz	1	0,00	0,00	426 827,87	426 827,87
Nagrzewnica	1	0,00	0,00	385 052,72	385 052,72
Centrala	1	85 000,00	22 500,00	275 602,84	383 102,84
Źródło ciepła	1	0,00	0,00	125 041,01	125 041,01
Oświetlenie	1	0,00	0,00	115 433,71	115 433,71
Wieża chłodnicza	1	0,00	0,00	107 640,22	107 640,22
Wentylator	1	0,00	0,00	86 687,68	86 687,68
Inne	1	0,00	0,00	78 642,90	78 642,90
Klimatyzator	1	18 000,00	7 200,00	7 779,43	32 979,43
Pompa	2	0,00	0,00	27 044,96	27 044,96
Agregat	1	0,00	0,00	24 777,71	24 777,71
Kurtyna	1	0,00	0,00	22 025,48	22 025,48
VRV/VRF	1	0,00	0,00	14 725,46	14 725,46
Chłodnica	1	0,00	0,00	4 558,68	4 558,68
Klimakonwektor	1	0,00	0,00	2 838,69	2 838,69
Fotowoltaika	2	0,00	0,00	0,00	0,00
RAZEM	**19**	**103 000,00**	**29 700,00**	**2 711 308,48**	**2 844 008,48**



7.5 Koszty wg urządzenia

Urządzenie	Typ	Eksploatacja [zł/rok]	Energia [zł/rok]	RAZEM [zł / 9 lat]
Klimatyzacja precyzyjna 50 kW	Klimatyzacja precyzyjna	0,00	111 847,68	1 006 629,12
Nawilżacz 3000 m³/h	Nawilżacz	0,00	47 425,32	426 827,87
Nagrzewnica kanałowa elektryczna 15 kW	Nagrzewnica	0,00	42 783,64	385 052,72
Centrala wentylacyjna 5000 m3/h	Centrala	2 500,00	30 622,54	383 102,84
Kotłownia gazowa 10 kW	Źródło ciepła	0,00	13 893,45	125 041,01
Oświetlenie — budynek	Oświetlenie	0,00	12 825,97	115 433,71
Wieża chłodnicza	Wieża chłodnicza	0,00	11 960,02	107 640,22
Wentylator 5000 m3/h	Wentylator	0,00	9 631,97	86 687,68
Inne 1 kW	Inne	0,00	8 738,10	78 642,90
Klimatyzator 5 kW	Klimatyzator	800,00	864,38	32 979,43
Pompa grzania 1 kW	Pompa	0,00	2 849,51	25 645,60
Agregat chłodu 50 kW	Agregat	0,00	2 753,08	24 777,71
Kurtyna 2 kW	Kurtyna	0,00	2 447,28	22 025,48
System VRV 50 kW	VRV/VRF	0,00	1 636,16	14 725,46
Chłodnica wodna 2000 m³/h	Chłodnica	0,00	506,52	4 558,68
Klimakonwektor 5 kW	Klimakonwektor	0,00	315,41	2 838,69
Pompa chłodzenia 1 kW	Pompa	0,00	155,48	1 399,36

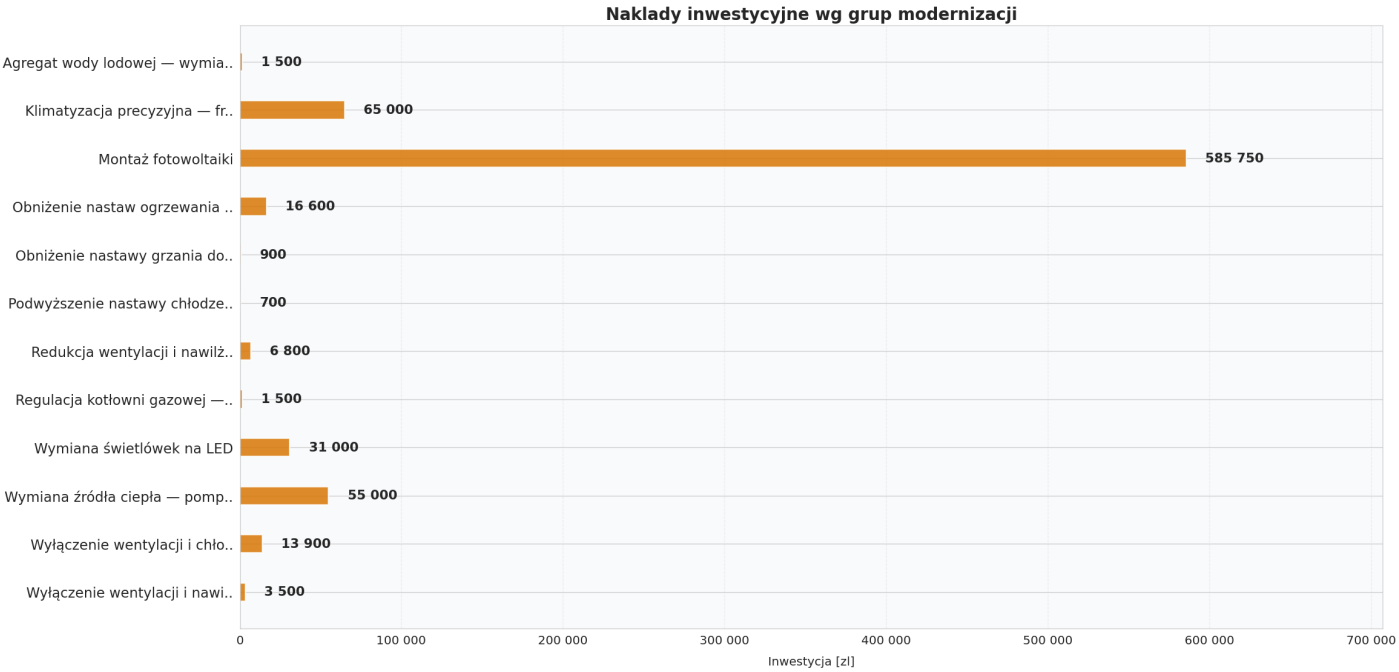
Urządzenie	Typ	Eksploatacja [zł/ rok]	Energia [zł/ rok]	RAZEM [zł / 9 lat]
PV — dach południowo-wschodni	Fotowoltaika	0,00	0,00	0,00
PV — parking południowo-zachodni	Fotowoltaika	0,00	0,00	0,00

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	74,9	76 059,16	7,7
Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	V2	65 000,00	8,3	35 768,67	1,8
Wymiana źródła ciepła — pompa ciepła, węzeł lub kocioł elektryczny	V5	55 000,00	7,0	3 975,38	13,8
Wymiana świetlówek na LED	V1	31 000,00	4,0	6 510,97	4,8
Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	V2	16 600,00	2,1	12 042,92	1,4
Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	V1	13 900,00	1,8	17 907,55	0,8
Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	V2	6 800,00	0,9	27 879,89	0,2
Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00)	V1	3 500,00	0,4	43 095,26	0,1
Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram	V1	1 500,00	0,2	209,15	7,2
Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	V4	1 500,00	0,2	3 131,77	0,5
Obniżenie nastawy grzania do 20 °C	V3	900,00	0,1	6 129,14	0,1
Podwyższenie nastawy chłodzenia do 26 °C	V3	700,00	0,1	169,42	4,1
RAZEM		**782 150,00**	**100,0**	**232 879,28**	**3,4**



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	-80 062,28	80 062,28
Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00)	69 258,30	23 894,87	45 363,43
Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	117 734,40	80 083,16	37 651,24
Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	52 143,30	21 763,48	30 379,81
Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	69 258,30	39 911,04	29 347,27
Wymiana źródła ciepła — pompa ciepła, węzeł lub kocioł elektryczny	36 821,24	11 230,08	25 591,16
Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	106 839,11	82 806,28	24 032,84
Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	36 821,24	28 688,19	8 133,05
Wymiana świetlówek na LED	13 501,02	6 647,37	6 853,66
Obniżenie nastawy grzania do 20 °C	54 695,82	47 873,84	6 821,98
Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram	2 897,98	2 677,83	220,15
Podwyższenie nastawy chłodzenia do 26 °C	495,67	317,34	178,33
RAZEM	**560 466,40**	**265 831,20**	**294 635,20**

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)	45 363,43	3 500,00	0,1
Obniżenie nastawy grzania do 20 °C	6 821,98	900,00	0,1
Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	29 347,27	6 800,00	0,2
Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	8 133,05	1 500,00	0,5
Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	30 379,81	13 900,00	0,8
Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	24 032,84	16 600,00	1,4
Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	37 651,24	65 000,00	1,8
Podwyższenie nastawy chłodzenia do 26 °C	178,33	700,00	4,1
Wymiana świetlówek na LED	6 853,66	31 000,00	4,8
Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram	220,15	1 500,00	7,2
Montaż fotowoltaiki	80 062,28	585 750,00	7,7
Wymiana źródła ciepła — pompa ciepła, węzeł lub kocioł elektryczny	25 591,16	55 000,00	13,8
RAZEM	**294 635,20**	**782 150,00**	**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	-76 059,16	76 059,16
Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00)	65 795,38	22 700,13	43 095,26
Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	111 847,68	76 079,01	35 768,67
Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	65 795,38	37 915,49	27 879,89
Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	31 957,81	14 050,26	17 907,55
Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	80 038,23	67 995,32	12 042,92
Wymiana świetlówek na LED	12 825,97	6 315,00	6 510,97
Obniżenie nastawy grzania do 20 °C	48 080,42	41 951,28	6 129,14
Wymiana źródła ciepła — pompa ciepła, węzeł lub kocioł elektryczny	13 893,45	9 918,07	3 975,38
Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	13 893,45	10 761,67	3 131,77
Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram	2 753,08	2 543,93	209,15
Podwyższenie nastawy chłodzenia do 26 °C	470,89	301,48	169,42
RAZEM	**447 351,75**	**214 472,47**	**232 879,28**

8.5 Oszczędności kosztów wg grup modernizacji

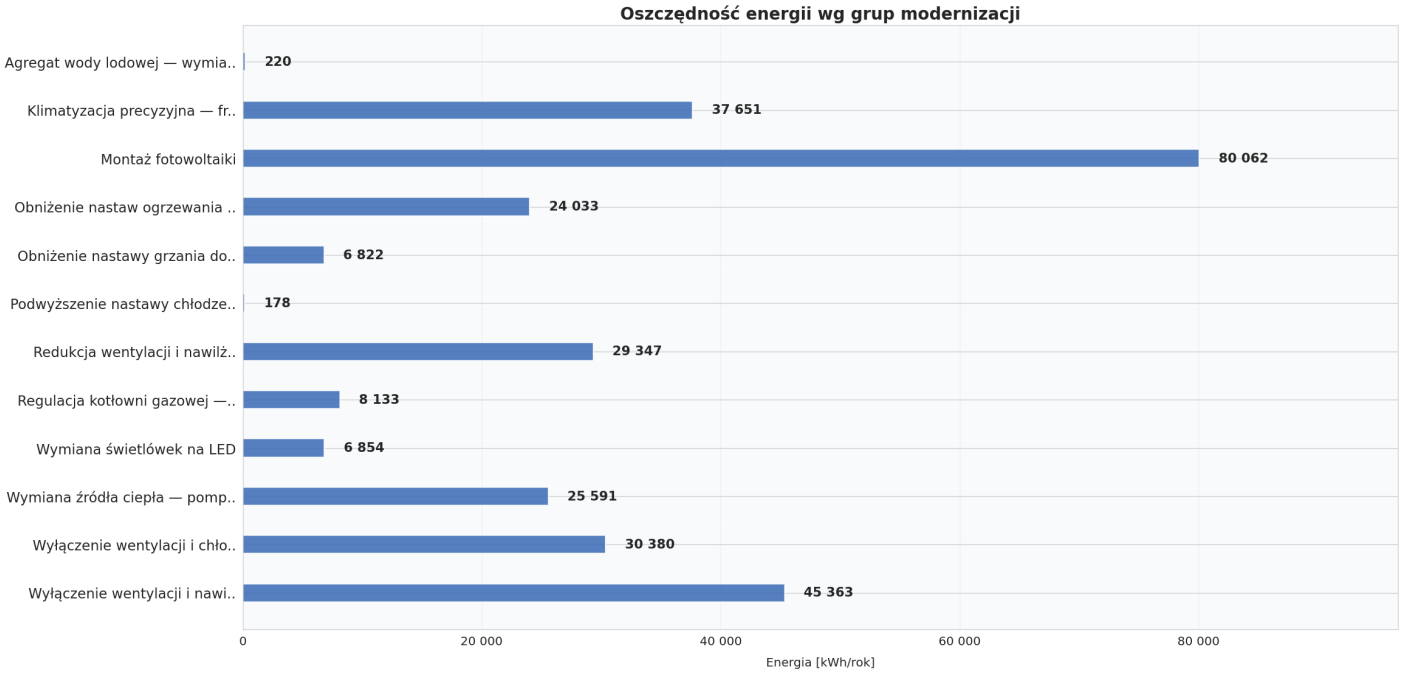
Grupa	Oszcz. kosztów [zł/rok]	Inwestycja [zł]	SPBT [lat]
Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00)	43 095,26	3 500,00	0,1
Obniżenie nastawy grzania do 20 °C	6 129,14	900,00	0,1
Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	27 879,89	6 800,00	0,2
Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	3 131,77	1 500,00	0,5
Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	17 907,55	13 900,00	0,8
Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	12 042,92	16 600,00	1,4
Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	35 768,67	65 000,00	1,8
Podwyższenie nastawy chłodzenia do 26 °C	169,42	700,00	4,1
Wymiana świetlówek na LED	6 510,97	31 000,00	4,8
Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram	209,15	1 500,00	7,2
Montaż fotowoltaiki	76 059,16	585 750,00	7,7
Wymiana źródła ciepła — pompa ciepła, węzeł lub kocioł elektryczny	3 975,38	55 000,00	13,8
RAZEM	**232 879,28**	**782 150,00**	**3,4**

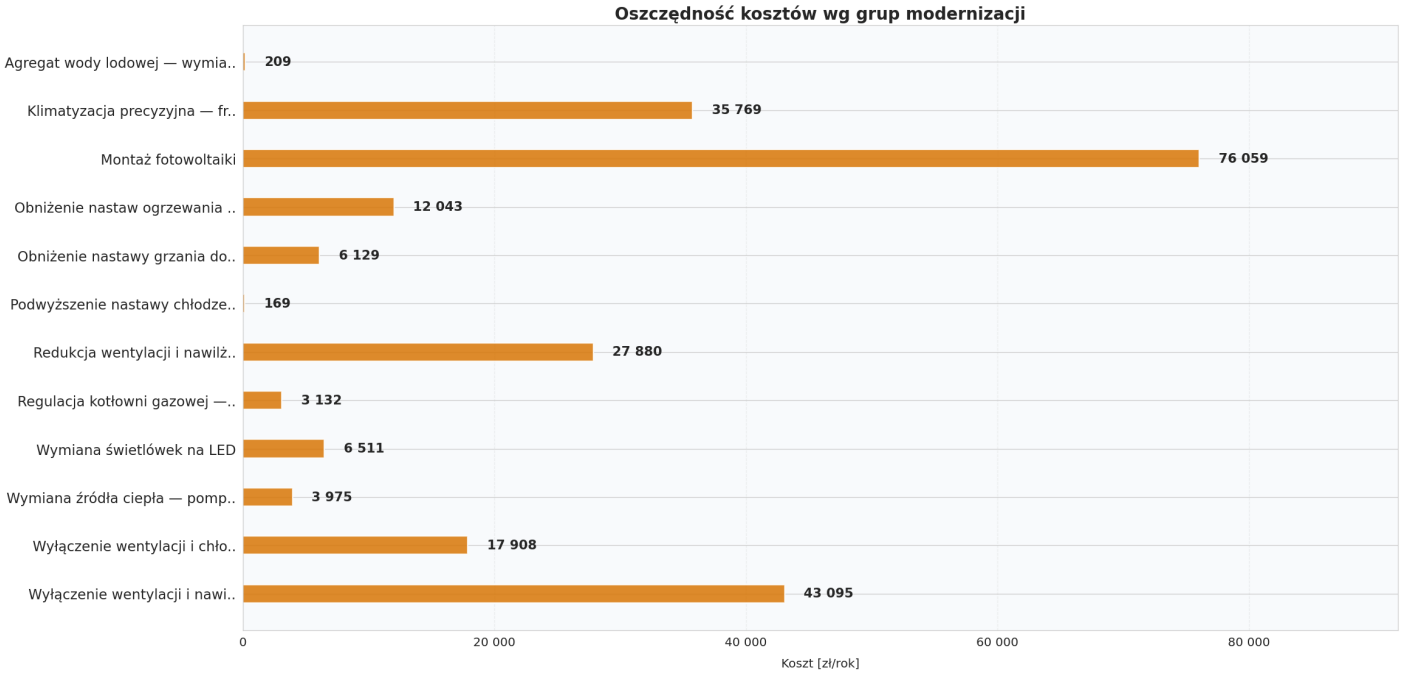
8.6 Emisja wg grup modernizacji

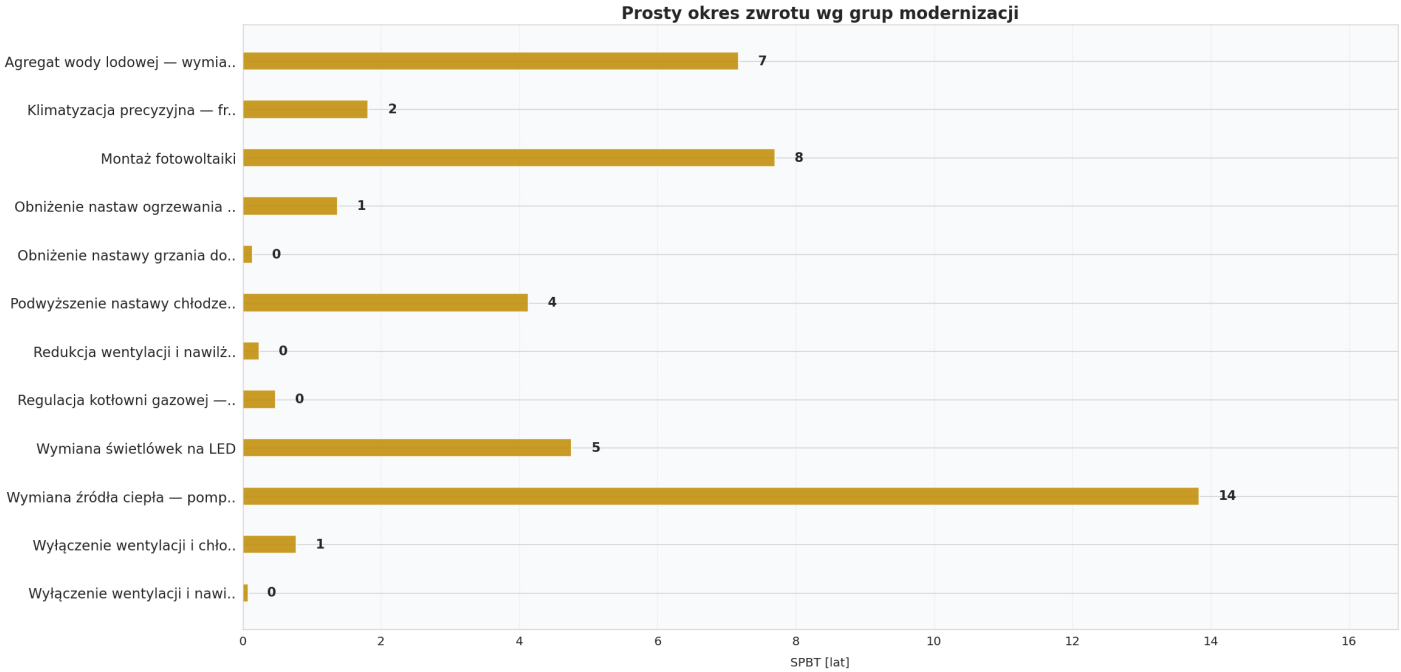
Grupa	Em. bazowa [kg CO_2/rok]	Em. po mod. [kg CO_2/rok]	Oszcz. emisji [kg CO_2/rok]
Montaż fotowoltaiki	0,00	-62 448,56	62 448,56
Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00)	54 021,48	18 637,99	35 383,49
Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	91 832,83	62 464,87	29 367,96
Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	54 021,48	31 130,60	22 890,88
Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	25 096,55	11 092,26	14 004,29
Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	64 399,96	55 124,10	9 275,85
Wymiana świetlówek na LED	10 530,80	5 184,95	5 345,85
Obniżenie nastawy grzania do 20 °C	39 303,41	34 286,76	5 016,64
Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	8 336,72	6 434,42	1 902,30
Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram	2 260,42	2 088,70	171,72
Podwyższenie nastawy chłodzenia do 26 °C	386,62	247,53	139,09
Wymiana źródła ciepła — pompa ciepła, węzeł lub kocioł elektryczny	8 336,72	8 759,45	-422,73
RAZEM	**358 526,99**	**173 003,09**	**185 523,90**

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)	35 383,49	3 500,00	0,1
Obniżenie nastawy grzania do 20 °C	5 016,64	900,00	0,1
Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	22 890,88	6 800,00	0,2
Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	1 902,30	1 500,00	0,5
Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00)	14 004,29	13 900,00	0,8
Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	9 275,85	16 600,00	1,4
Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	29 367,96	65 000,00	1,8
Podwyższenie nastawy chłodzenia do 26 °C	139,09	700,00	4,1
Wymiana świetlówek na LED	5 345,85	31 000,00	4,8
Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram	171,72	1 500,00	7,2
Montaż fotowoltaiki	62 448,56	585 750,00	7,7
Wymiana źródła ciepła — pompa ciepła, węzeł lub kocioł elektryczny	-422,73	55 000,00	13,8
RAZEM	**185 523,90**	**782 150,00**	**3,4**


Oszczędność energii wg grup modernizacji
Agregat wody lodowej — wymia..
220
Klimatyzacja precyzyjna — fr..
37 651
Montaż fotowoltaiki
80 062
Obniżenie nastaw ogrzewania ..
24 033
Obniżenie nastawy grzania do..
6 822
Podwyższenie nastawy chłodze..
178
Redukcja wentylacji i nawilż..
29 347
Regulacja kotłowni gazowej —..
8 133
Wymiana świetlówek na LED
6 854
Wymiana źródła ciepła — pomp..
25 591
Wyłączenie wentylacji i chło..
30 380
Wyłączenie wentylacji i nawi..
45 363
0
20 000
40 000
60 000
80 000
Energia [kWh/rok]


Oszczędność kosztów wg grup modernizacji
Agregat wody lodowej — wymia..
209
Klimatyzacja precyzyjna — fr..
35 769
Montaż fotowoltaiki
76 059
Obniżenie nastaw ogrzewania ..
12 043
Obniżenie nastawy grzania do..
6 129
Podwyższenie nastawy chłodze..
169
Redukcja wentylacji i nawilż..
27 880
Regulacja kotłowni gazowej —..
3 132
Wymiana świetlówek na LED
6 511
Wymiana źródła ciepła — pomp..
3 975
Wyłączenie wentylacji i chło..
17 908
Wyłączenie wentylacji i nawi..
43 095
0
20 000
40 000
60 000
80 000
Koszt [zł/rok]


Prosty okres zwrotu wg grup modernizacji
Agregat wody lodowej — wymia..
Klimatyzacja precyzyjna — fr..
Montaż fotowoltaiki
Obniżenie nastaw ogrzewania ..
Obniżenie nastawy grzania do..
Podwyższenie nastawy chłodze..
Redukcja wentylacji i nawilż..
Regulacja kotłowni gazowej —..
Wymiana świetlówek na LED
Wymiana źródła ciepła — pomp..
Wyłączenie wentylacji i chło..
Wyłączenie wentylacji i nawi..
7
2
8
1
0
4
0
0
5
14
1
0
0
2
4
6
8
10
12
14
16
SPBT [lat]

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	7,2	2 898	220	2 753	209	2 260	172
Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy) / V2 ★	65 000	1,8	117 734	37 651	111 848	35 769	91 833	29 368
Montaż fotowoltaiki / V1 ★	585 750	7,7	0	80 062	0	76 059	0	62 449
Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00) / V2 ★	16 600	1,4	106 839	24 033	80 038	12 043	64 400	9 276
Obniżenie nastawy grzania do 20 °C / V3	900	0,1	54 696	6 822	48 080	6 129	39 303	5 017
Podwyższenie nastawy chłodzenia do 26 °C / V3	700	4,1	496	178	471	169	387	139
Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00) / V2 ★	6 800	0,2	69 258	29 347	65 795	27 880	54 021	22 891
Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy / V4 ★	1 500	0,5	36 821	8 133	13 893	3 132	8 337	1 902
Wymiana świetlówek na LED / V1 ★	31 000	4,8	13 501	6 854	12 826	6 511	10 531	5 346
Wymiana źródła ciepła — pompa ciepła, węzeł lub kocioł elektryczny / V5	55 000	13,8	36 821	25 591	13 893	3 975	8 337	-423
Wyłączenie wentylacji i chłodzenia w nocy i w weekendy (5:00–19:00) / V1	13 900	0,8	52 143	30 380	31 958	17 908	25 097	14 004
Wyłączenie wentylacji i nawilżania poza godzinami pracy (7:00–19:00) / V1	3 500	0,1	69 258	45 363	65 795	43 095	54 021	35 383
RAZEM	**782 150**	**3,4**	**560 466**	**294 635**	**447 352**	**232 879**	**358 527**	**185 524**

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

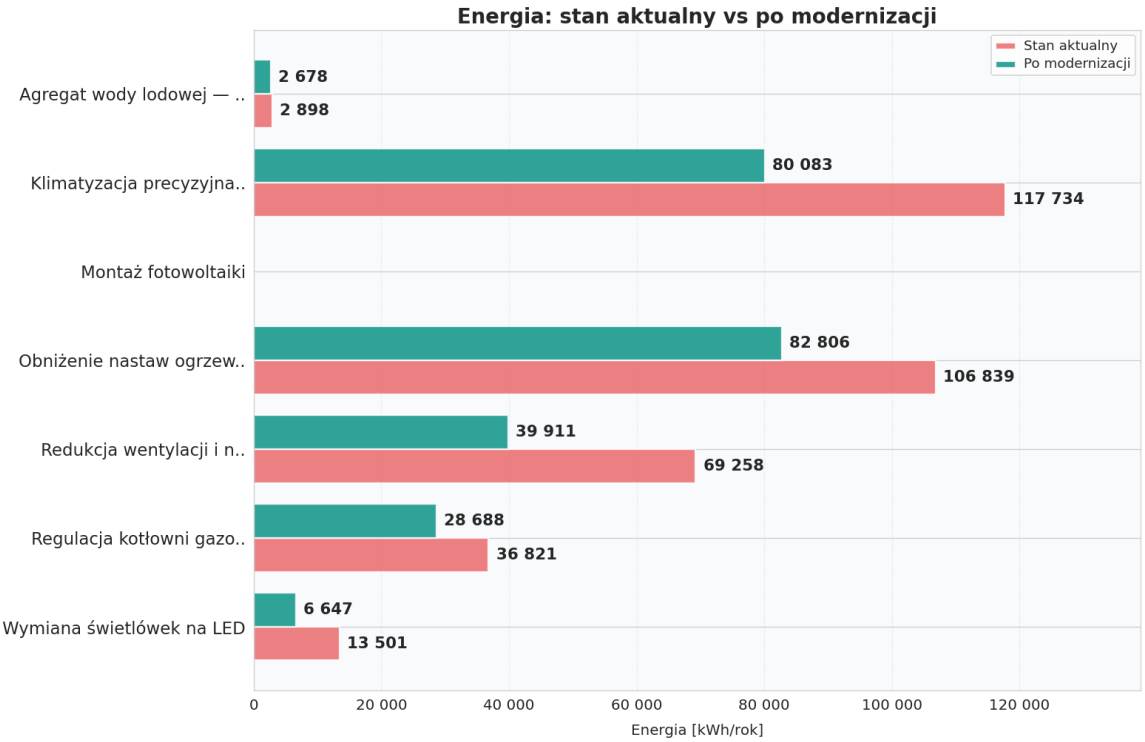
Grupa / Wariant	Inwestycja [zł]	SPBT [lat]	En. akt. [kWh/rok]	Oszcz. en. [kWh/rok]	Koszt akt. [zł/rok]	Oszcz. koszt. [zł/rok]	Emisja akt. [kgCO_2/rok]	Oszcz. emisji [kgCO_2/rok]
Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram / V1	1 500	7,2	2 898	220	2 753	209	2 260	172
Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy) / V2	65 000	1,8	117 734	37 651	111 848	35 769	91 833	29 368
Montaż fotowoltaiki / V1	585 750	7,7	0	80 062	0	76 059	0	62 449
Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00) / V2	16 600	1,4	106 839	24 033	80 038	12 043	64 400	9 276
Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00) / V2	6 800	0,2	69 258	29 347	65 795	27 880	54 021	22 891
Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy / V4	1 500	0,5	36 821	8 133	13 893	3 132	8 337	1 902
Wymiana świetlówek na LED / V1	31 000	4,8	13 501	6 854	12 826	6 511	10 531	5 346
RAZEM	**708 150**	**4,4**	**347 052**	**186 300**	**287 154**	**161 603**	**231 382**	**131 403**

Oszczędności kosztów
161 603 zł/rok

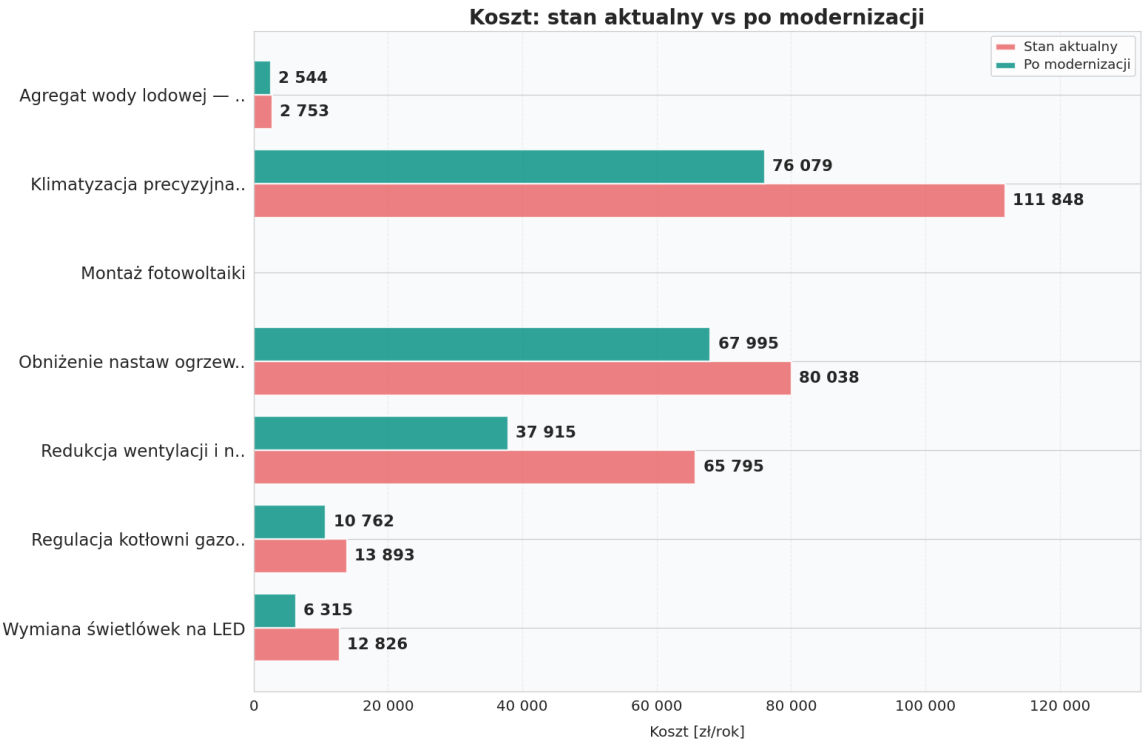
Naklady inwestycyjne
708 150 zł

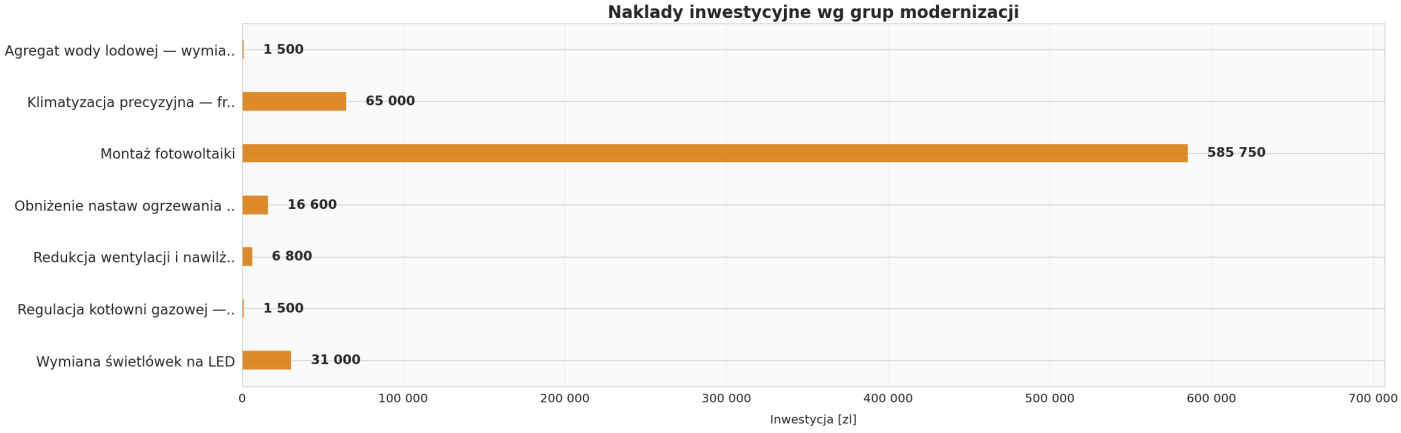
SPBT
4,4 lat

-80 062


Energia: stan aktualny vs po modernizacji
Stan aktualny
Po modernizacji
Agregat wody lodowej — ..
2 678
2 898
Klimatyzacja precyzyjna..
80 083
117 734
Montaż fotowoltaiki
Obniżenie nastaw ogrzew..
82 806
106 839
Redukcja wentylacji i n..
39 911
69 258
Regulacja kotłowni gazo..
28 688
36 821
Wymiana świetlówek na LED
6 647
13 501
0
20 000
40 000
60 000
80 000
100 000
120 000
Energia [kWh/rok]

-76 059


Koszt: stan aktualny vs po modernizacji
Stan aktualny
Po modernizacji
Agregat wody lodowej — ..
2 544
2 753
Klimatyzacja precyzyjna..
76 079
111 848
Montaż fotowoltaiki
Obniżenie nastaw ogrzew..
67 995
80 038
Redukcja wentylacji i n..
37 915
65 795
Regulacja kotłowni gazo..
10 762
13 893
Wymiana świetlówek na LED
6 315
12 826
0
20 000
40 000
60 000
80 000
100 000
120 000
Koszt [zł/rok]


Naklady inwestycyjne wg grup modernizacji
Agregat wody lodowej — wymia..
1 500
Klimatyzacja precyzyjna — fr..
65 000
Montaż fotowoltaiki
585 750
Obniżenie nastaw ogrzewania ..
16 600
Redukcja wentylacji i nawilż..
6 800
Regulacja kotłowni gazowej —..
1 500
Wymiana świetlówek na LED
31 000
0
100 000
200 000
300 000
400 000
500 000
600 000
700 000
Inwestycja [zl]

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	Oszczędność energii	Oszczędność kosztów	Okres zwrotu (SPBT)
19	**186 300** kWh/rok	**161 603** PLN/rok	**4,4** lat

Ograniczenie emisji: 131 403 kg CO_2/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	361 897	175 597	186 300
Koszt energii	zł/rok	301 256	139 654	161 603
Emisja CO_2	kg CO_2/rok	242 961	111 558	131 403
Nakłady inwestycyjne	zł	0	708 150	-

9.6 Urządzenia — Wersja Bazowa

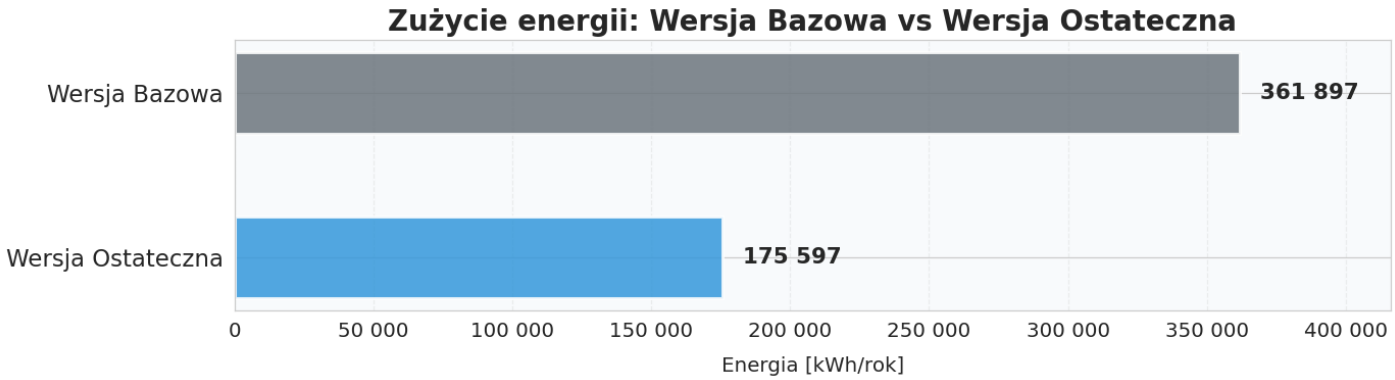
Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO_2/rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Klimatyzacja precyzyjna 50 kW Serwerownia	Klimatyzacja precyzyjna	117 734	111 848	91 833	0	-
Nawilżacz 3000 m³/h Strefa biurowa - nawilżanie	Nawilżacz	49 921	47 425	38 939	0	Wariant bazowy — proporcjonalny 24/7, praca ciągła...
Nagrzewnica kanałowa elektryczna 15 kW Wejście główne	Nagrzewnica	45 035	42 784	35 128	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
Centrala wentylacyjna 5000 m3/h Strefy biurowe 1-3 pietro (open space + sale konferencyjne)	Centrala	50 738	30 623	24 000	0	-
Kotłownia gazowa 10 kW Centralne ogrzewanie + c.w.u.	Źródło ciepła	36 821	13 893	8 337	0	-
Oświetlenie — budynek Caly budynek (open space, korytarze, sanitariaty, techniczne, recepcja)	Oświetlenie	13 501	12 826	10 531	0	Wariant bazowy - istniejace oprawy ze swietlowkami...
Wieża chłodnicza	Wieża chłodnicza	12 590	11 960	9 820	0	-
Wentylator 5000 m3/h Wentylacja ogólna budynku	Wentylator	10 139	9 632	7 908	0	-
Inne 1 kW Pozostałe odbiory elektryczne (sprzęt biurowy / serwerownia)	Inne	9 198	8 738	7 174	0	Wariant bazowy — praca non stop 24/7.
Pompa grzania 1 kW Wejście główne	Pompa	2 999	2 850	2 340	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
Agregat chłodu 50 kW Chlodzenie budynku - klimatyzacja precyzyjna + klimakonwektory	Agregat	2 898	2 753	2 260	0	-

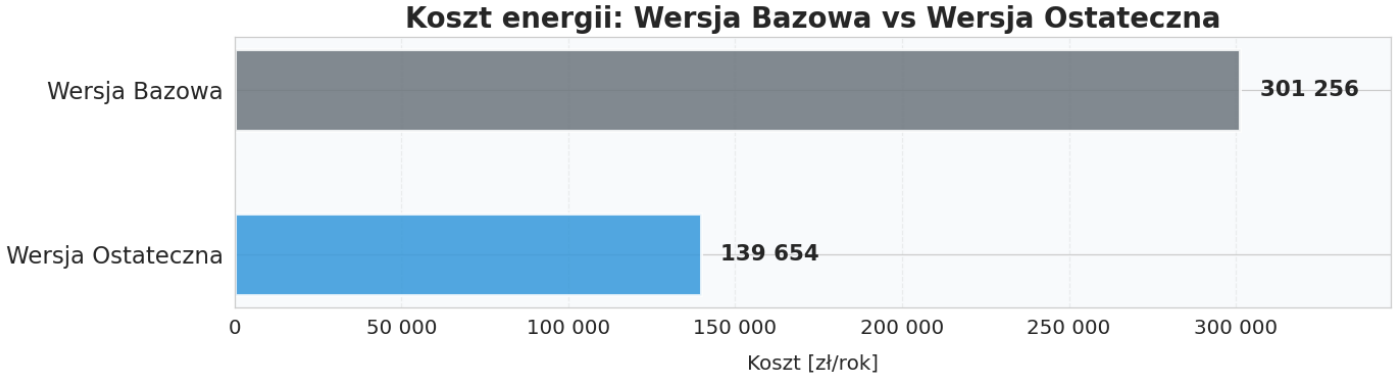
Nazwa	Typ	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO₂/rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Kurtyna 2 kW Wejście główne	Kurtyna	6 661	2 447	1 836	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
System VRV 50 kW	VRV/VRF	1 722	1 636	1 343	0	-
Klimatyzator 5 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m² każdy)	Klimatyzator	910	864	710	0	-
Chłodnica wodna 2000 m³/h	Chłodnica	533	507	416	0	-
Klimakonwektor 5 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m² każdy)	Klimakonwektor	332	315	259	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
Pompa chłodzenia 1 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m² każdy)	Pompa	164	155	128	0	Regulacja 5 - Stały proporcjonalny 24/7
PV — dach południowo-wschodni Budynek glowny	Fotowoltaika	0	0	0	0	-
PV — parking południowo-zachodni Parking firmowy (carport)	Fotowoltaika	0	0	0	0	-
RAZEM Wersja Bazowa		**361 897**	**301 256**	**242 961**	**0**	

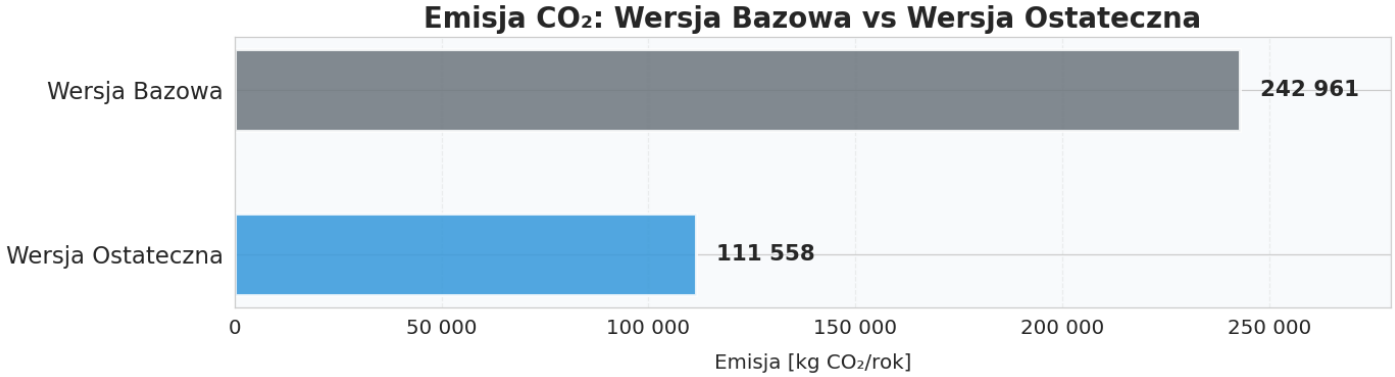
9.7 Urządzenia — Wersja Ostateczna (19 urządzeń)

Nazwa	Typ	Grupa modernizacji	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO₂/rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Klimatyzacja precyzyjna 50 kW Serwerownia	Klimatyzacja precyzyjna	Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	80 083	76 079	62 465	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)	41 192	39 133	32 130	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)	29 270	27 807	22 831	1 500	Pełne nawilżanie w godzinach 7:00–19:00 w dni robo...
Centrala wentylacyjna 5000 m3/h Strefy biurowe 1-3 pietro (open space + sale konferencyjne)	Centrala	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	33 963	23 638	18 795	12 000	Tryb komfortowy w godzinach 6:00–19:00 w dni roboc...
Wieża chłodnicza	Wieża chłodnicza	-	12 590	11 960	9 820	0	-
Kotłownia gazowa 10 kW Centralne ogrzewanie + c.w.u.	Źródło ciepła	Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	28 688	10 762	6 434	1 500	Granica ogrzewania 17 °C; bez c.w.u.; kocioł wyłąc...
Oświetlenie — budynek Caly budynek (open space, korytarze, sanitariaty, techniczne, recepcja)	Oświetlenie	Wymiana świetlówek na LED	6 647	6 315	5 185	31 000	Wymiana 1:1 wszystkich 135 opraw na LED przy tym s...

Nazwa	Typ	Grupa modernizacji	Energia [kWh/rok]	Koszt [zł/rok]	Emisja [kgCO_2/rok]	Koszt modernizacji [zł]	Opis modernizacji
Wentylator 5000 m3/h Wentylacja ogólna budynku	Wentylator	Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	5 579	5 300	4 352	4 500	Pełny wydatek w godzinach 7:00–19:00 w dni robocze...
Inne 1 kW Pozostałe odbiory elektryczne (sprzęt biurowy / serwerownia)	Inne	Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	5 061	4 808	3 948	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)	2 870	2 726	2 238	300	Pełna praca w godzinach 6:00–19:00 w dni robocze; ...
Agregat chłodu 50 kW Chlodzenie budynku - klimatyzacja precyzyjna + klimakonwektory	Agregat	Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram	2 678	2 544	2 089	1 500	Tylko zmiana sterowania — bez wymiany sprzętu: pra...
System VRV 50 kW	VRV/VRF	-	1 722	1 636	1 343	0	-
Kurtyna 2 kW Wejście główne	Kurtyna	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	3 530	1 310	984	900	Nastawa 22 °C w godzinach 6:00–19:00 w dni robocze...
Klimatyzator 5 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m² każdy)	Klimatyzator	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	867	824	677	1 200	Tryb komfortowy 6:00–19:00 w dni robocze; nocą i w...
Chłodnica wodna 2000 m³/h	Chłodnica	-	533	507	416	0	-
Klimakonwektor 5 kW Pokoje biurowe 2-3 piętro (8 pokoi, ~30 m² każdy)	Klimakonwektor	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	251	239	196	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 m² każdy)	Pompa	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	133	126	103	300	Pełna praca w godzinach 6:00–19:00 w dni robocze; ...
PV — dach południowo-wschodni Budynek glowny	Fotowoltaika	Montaż fotowoltaiki	-23 478	-22 304	-18 313	132 000	Instalacja PV 33 kWp na dachu — orientacja SE, nac...
PV — parking południowo-zachodni Parking firmowy (carport)	Fotowoltaika	Montaż fotowoltaiki	-56 584	-53 755	-44 135	453 750	Instalacja PV 82,5 kWp na carportach parkingu — or...
RAZEM Wersja Ostateczna			**175 597**	**139 654**	**111 558**	**708 150**	


Zużycie energii: Wersja Bazowa vs Wersja Ostateczna
Wersja Bazowa
361 897
Wersja Ostateczna
175 597
0
50 000
100 000
150 000
200 000
250 000
300 000
350 000
400 000
Energia [kWh/rok]


Koszt energii: Wersja Bazowa vs Wersja Ostateczna
Wersja Bazowa
301 256
Wersja Ostateczna
139 654
0
50 000
100 000
150 000
200 000
250 000
300 000
Koszt [zł/rok]


Emisja CO₂: Wersja Bazowa vs Wersja Ostateczna
Wersja Bazowa
242 961
Wersja Ostateczna
111 558
0
50 000
100 000
150 000
200 000
250 000
Emisja [kg CO₂/rok]

9.8 Zużycie energii wg typu urządzenia

Typ	En. bazowa [kWh/rok]	En. ostateczna [kWh/rok]	Oszcz. energii [kWh/rok]
Fotowoltaika	0	-80 062	80 062
Klimatyzacja precyzyjna	117 734	80 083	37 651
Nawilżacz	49 921	29 270	20 651
Centrala	50 738	33 963	16 775
Źródło ciepła	36 821	28 688	8 133
Oświetlenie	13 501	6 647	6 854
Wentylator	10 139	5 579	4 560
Inne	9 198	5 061	4 137
Nagrzewnica	45 035	41 192	3 843
Kurtyna	6 661	3 530	3 131
Agregat	2 898	2 678	220
Pompa	3 163	3 002	161
Klimakonwektor	332	251	81
Klimatyzator	910	867	43
Chłodnica	533	533	0
VRV/VRF	1 722	1 722	0
Wieża chłodnicza	12 590	12 590	0
RAZEM	**361 897**	**175 597**	**186 300**

9.9 Oszczędności energii wg typu urządzenia

Typ	Oszcz. energii [kWh/rok]	Inwestycja [zł]	SPBT [lat]
Nawilżacz	20 651	1 500	0,1
Inne	4 137	800	0,2
Nagrzewnica	3 843	1 500	0,4
Źródło ciepła	8 133	1 500	0,5
Kurtyna	3 131	900	0,8
Wentylator	4 560	4 500	1,0
Centrala	16 775	12 000	1,7
Klimatyzacja precyzyjna	37 651	65 000	1,8
Pompa	161	600	3,9
Oświetlenie	6 854	31 000	4,8
Klimakonwektor	81	400	5,2
Agregat	220	1 500	7,2
Fotowoltaika	80 062	585 750	7,7
Klimatyzator	43	1 200	29,7
Chłodnica	0	0	-
VRV/VRF	0	0	-
Wieża chłodnicza	0	0	-
RAZEM	**186 300**	**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	-76 059	76 059
Klimatyzacja precyzyjna	111 848	76 079	35 769
Nawilżacz	47 425	27 807	19 618
Centrala	30 623	23 638	6 985
Oświetlenie	12 826	6 315	6 511
Wentylator	9 632	5 300	4 332
Inne	8 738	4 808	3 930
Nagrzewnica	42 784	39 133	3 651
Źródło ciepła	13 893	10 762	3 132
Kurtyna	2 447	1 310	1 137
Agregat	2 753	2 544	209
Pompa	3 005	2 852	153
Klimakonwektor	315	239	77
Klimatyzator	864	824	40
Chłodnica	507	507	0
VRV/VRF	1 636	1 636	0
Wieża chłodnicza	11 960	11 960	0
RAZEM	**301 256**	**139 654**	**161 603**

9.11 Oszczędności kosztów wg typu urządzenia

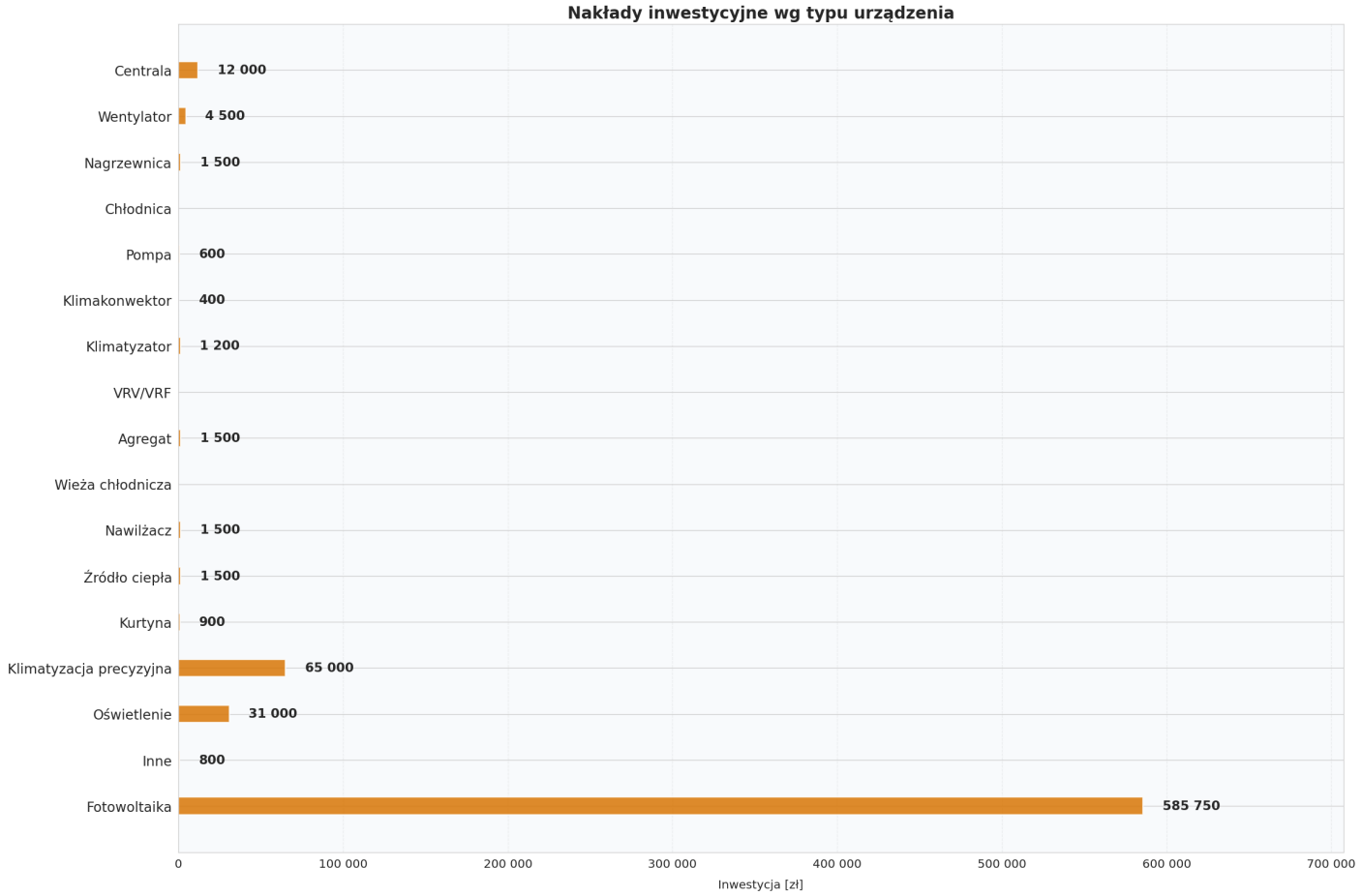
Typ	Oszcz. kosztów [zł/rok]	Inwestycja [zł]	SPBT [lat]
Nawilżacz	19 618	1 500	0,1
Inne	3 930	800	0,2
Nagrzewnica	3 651	1 500	0,4
Źródło ciepła	3 132	1 500	0,5
Kurtyna	1 137	900	0,8
Wentylator	4 332	4 500	1,0
Centrala	6 985	12 000	1,7
Klimatyzacja precyzyjna	35 769	65 000	1,8
Pompa	153	600	3,9
Oświetlenie	6 511	31 000	4,8
Klimakonwektor	77	400	5,2
Agregat	209	1 500	7,2
Fotowoltaika	76 059	585 750	7,7
Klimatyzator	40	1 200	29,7
Chłodnica	0	0	-
VRV/VRF	0	0	-
Wieża chłodnicza	0	0	-
RAZEM	**161 603**	**708 150**	**4,4**

9.12 Emisja wg typu urządzenia

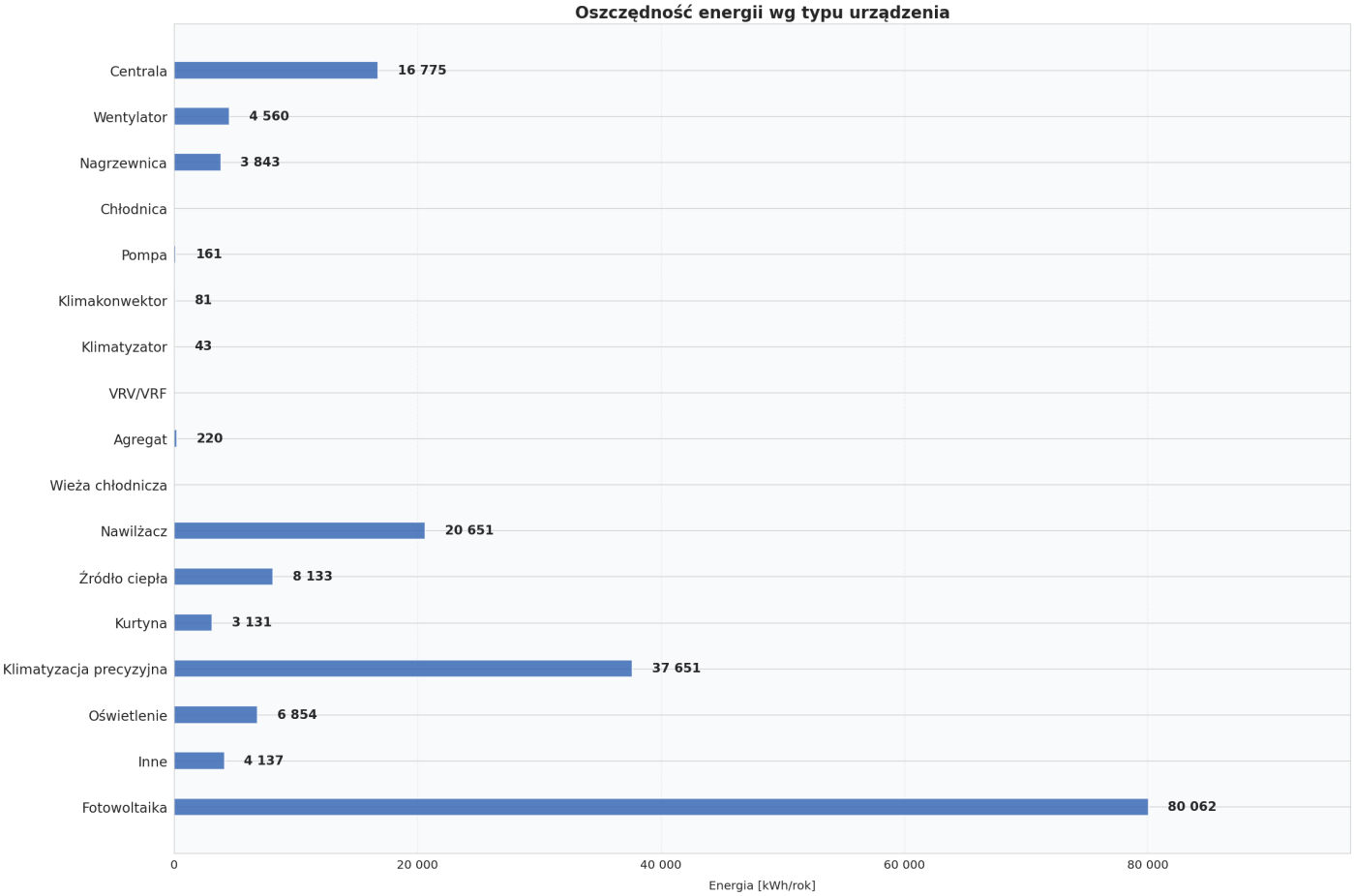
Typ	Em. bazowa [kg CO_2/rok]	Em. ostateczna [kg CO_2/rok]	Oszcz. emisji [kg CO_2/rok]
Fotowoltaika	0	-62 449	62 449
Klimatyzacja precyzyjna	91 833	62 465	29 368
Nawilżacz	38 939	22 831	16 108
Oświetlenie	10 531	5 185	5 346
Centrala	24 000	18 795	5 205
Wentylator	7 908	4 352	3 557
Inne	7 174	3 948	3 227
Nagrzewnica	35 128	32 130	2 998
Źródło ciepła	8 337	6 434	1 902
Kurtyna	1 836	984	852
Agregat	2 260	2 089	172
Pompa	2 467	2 342	126
Klimakonwektor	259	196	63
Klimatyzator	710	677	33
Chłodnica	416	416	0
VRV/VRF	1 343	1 343	0
Wieża chłodnicza	9 820	9 820	0
RAZEM	**242 961**	**111 558**	**131 403**

9.13 Oszczędności emisji wg typu urządzenia

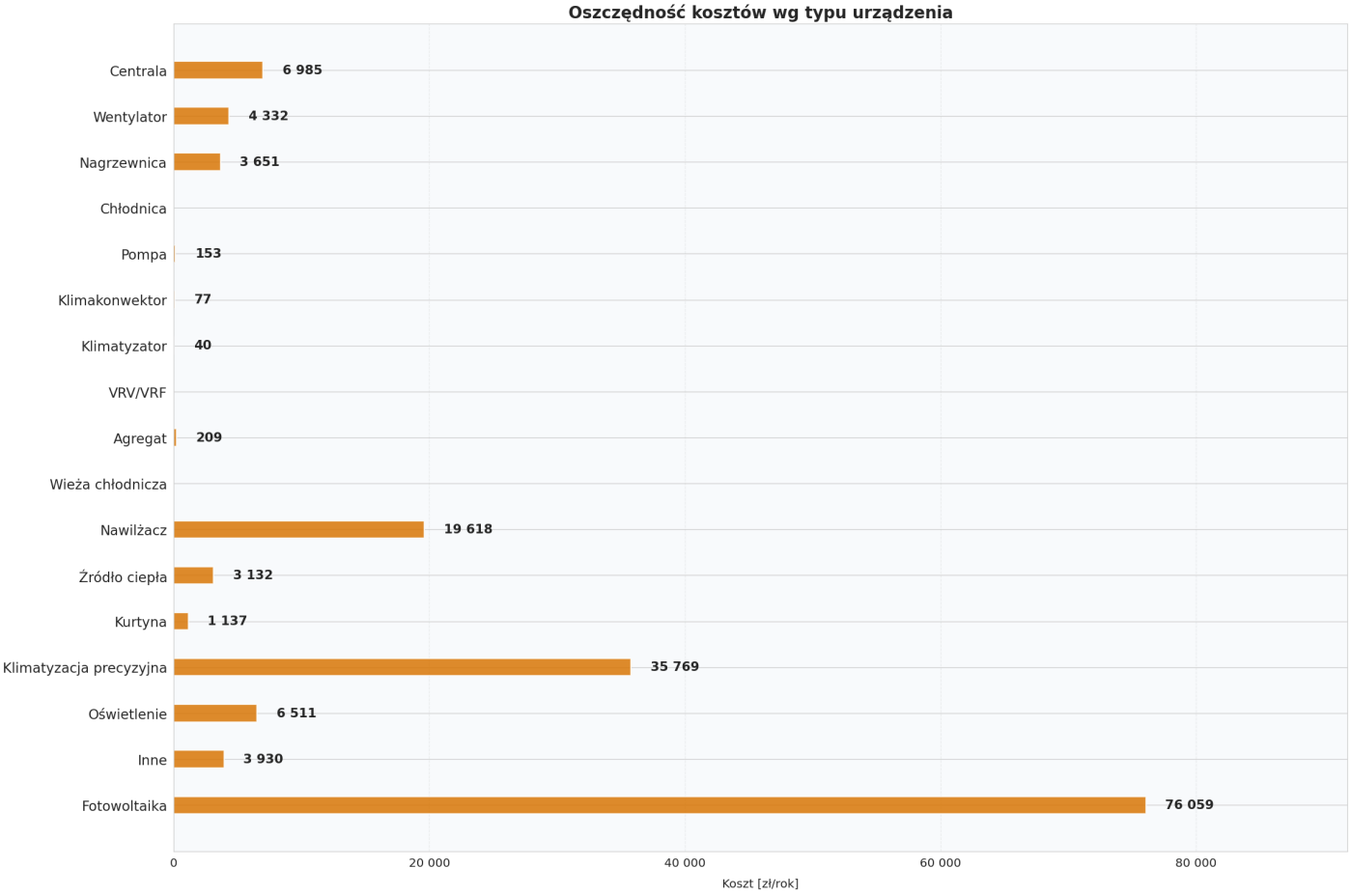
Typ	Oszcz. emisji [kg CO_2/rok]	Inwestycja [zł]	SPBT [lat]
Nawilżacz	16 108	1 500	0,1
Inne	3 227	800	0,2
Nagrzewnica	2 998	1 500	0,4
Źródło ciepła	1 902	1 500	0,5
Kurtyna	852	900	0,8
Wentylator	3 557	4 500	1,0
Centrala	5 205	12 000	1,7
Klimatyzacja precyzyjna	29 368	65 000	1,8
Pompa	126	600	3,9
Oświetlenie	5 346	31 000	4,8
Klimakonwektor	63	400	5,2
Agregat	172	1 500	7,2
Fotowoltaika	62 449	585 750	7,7
Klimatyzator	33	1 200	29,7
Chłodnica	0	0	-
VRV/VRF	0	0	-
Wieża chłodnicza	0	0	-
RAZEM	**131 403**	**708 150**	**4,4**



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	53 755	8,4
Klimatyzacja precyzyjna 50 kW	V2	Klimatyzacja precyzyjna — free cooling (wymiennik glikolowy)	65 000	35 769	1,8
PV — dach południowo-wschodni	V1	Montaż fotowoltaiki	132 000	22 304	5,9
Nawilżacz 3000 m³/h	V2	Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	1 500	19 618	0,1
Centrala wentylacyjna 5000 m3/h	V2	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	12 000	6 985	1,7
Oświetlenie — budynek	V1	Wymiana świetlówek na LED	31 000	6 511	4,8
Wentylator 5000 m3/h	V2	Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	4 500	4 332	1,0
Inne 1 kW	V2	Redukcja wentylacji i nawilżania do 30 % poza godzinami pracy (7:00–19:00)	800	3 930	0,2
Nagrzewnica kanałowa elektryczna 15 kW	V2	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	1 500	3 651	0,4
Kotłownia gazowa 10 kW	V4	Regulacja kotłowni gazowej — granica ogrzewania i sezon grzewczy	1 500	3 132	0,5
Kurtyna 2 kW	V2	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	900	1 137	0,8
Agregat chłodu 50 kW	V1	Agregat wody lodowej — wymiana na inwerterowy i harmonogram	1 500	209	7,2
Pompa grzania 1 kW	V2	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	300	123	2,4
Klimakonwektor 5 kW	V2	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	400	77	5,2
Klimatyzator 5 kW	V2	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	1 200	40	29,7
Pompa chłodzenia 1 kW	V2	Obniżenie nastaw ogrzewania i chłodzenia w nocy i w weekendy (6:00–19:00)	300	29	10,2

10. Pozostałe sugerowane modernizacje

— Termomodernizacja dachu (dodatkowe 12 cm wełny mineralnej) — Wymiana okien na najwyższej kondygnacji (Uw = 0,9 W/m²K) — Modernizacja BMS i integracja z systemem zarządzania energią — Instalacja stacji ładowania pojazdów elektrycznych (4 × 22 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 × roczny czas pracy × 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	1	metodyka_centrala.html
Wentylator	1	1	metodyka_wentylator.html
Nagrzewnica	1	1	metodyka_nagrzewnica.html

Typ urządzenia	Liczba urządzeń	W tym z kalibracją	Dokument metodyki
Chłodnica	1	1	metodyka_chlodnica.html
Pompa obiegowa	2	2	metodyka_pompa.html
Klimakonwektor	1	1	metodyka_klimakonwektor.html
Klimatyzator	1	1	metodyka_klimatyzator.html
System VRV	1	1	metodyka_vrv.html
Agregat chłodniczy	1	1	metodyka_agregat.html
Wieża chłodnicza	1	1	metodyka_wieza_chlodnicza.html
Nawilżacz	1	1	metodyka_nawilzacz.html
Źródło ciepła	1	1	metodyka_zrodlo_ciepla.html
Kurtyna powietrzna	1	1	metodyka_kurtyna.html
Klimatyzacja precyzyjna	1	1	metodyka_klimatyzacja_precyzyjna.html
Oświetlenie	1	1	metodyka_oswietlenie.html
Inne urządzenia	1	1	metodyka_inne.html
Fotowoltaika	2	0	metodyka_fotowoltaika.html
Razem	**19**	**17**	

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 cieplną, 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 kalibrację zastosowano dla 17 z 19 urządzeń stanu istniejącego; wyniki pozostałych urządzeń są wynikami modelu bez korekty.

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.