



Poprawa efektywności energetycznej i ekonomicznej na przykładzie zakładu metalurgicznego



Krzysztof Szymański

k.szymanski@cieplej.pl

Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska





Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska realizacje

**TERMOMODERNIZACJA BUDYNKÓW USŁUGOWYCH
ZESPÓŁ SZKÓŁ NR 1 W DZIERŻONIOWIE**

CEL INWESTYCJI

Poprawa efektywności energetycznej i zmniejszenie kosztów ogrzewania

ROZWIĄZANIA TERMOMODERNIZACYJNE

Ściany zewnętrzne	Wełna mineralna gr.12 cm
Ściany w gruncie	Wełna mineralna gr.10 cm
Dach szkoły	Wełna mineralna gr.10 cm
Dach sali gimnastycznej	Wełna mineralna gr.10 cm
Okna	Wymiana na PCV
Drzwi	Wymiana na aluminiowe
System grzewczy	Wymiana instalacji c.o.

Zespół Szkół nr 1

Dzierżonów, ul. Konstytucji 3-go Maja 5



przed termomodernizacją

po termomodernizacji

CEL INWESTYCJI

Poprawa efektywności energetycznej i zmniejszenie kosztów ogrzewania

ROZWIĄZANIA TERMOMODERNIZACYJNE

Ściany zewnętrzne lukarn	Wełna mineralna gr.15 cm
Ściany wewnętrzne na poddaszu	Wełna mineralna gr.15 cm
Taras	Stropian XPS gr. 12 cm
Strop nad poddaszem	Wełna mineralna gr.15 cm
Dach nad klatką schodową	Wełna mineralna gr.16 cm
Okna	Wymiana na PCV
Drzwi	Wymiana na aluminiowe
System grzewczy	Wymiana instalacji c.o.

Zespół Szkół nr 1

Dzierżonów, ul. Mickiewicza 8



przed termomodernizacją

po termomodernizacji

	PRZED TERMO- MODERNIZACJĄ	PO TERMO- MODERNIZACJĄ
Powierzchnia ogrzewana	2 402 m ²	
Kubatura ogrzewana	7 377 m ³	
Izolacyjność termiczna ściany zewnętrznej lukarn	1,48 W/m ² K	0,23 W/m ² K
Izolacyjność termiczna ściany wewnętrznej na poddaszu	1,92 W/m ² K	0,24 W/m ² K
Izolacyjność termiczna tarasu	0,94 W/m ² K	0,20 W/m ² K
Izolacyjność termiczna stropu nad poddaszem	0,89 W/m ² K	0,20 W/m ² K
Izolacyjność termiczna dachu nad klatką schodową	1,34 W/m ² K	0,21 W/m ² K
Izolacyjność termiczna okien	3,2-5,1 W/m ² K	1,3 W/m ² K
Średnia sprawność źródeł ciepła	60,4 %	76,8 %
Zapotrzebowanie na moc ciepłą	294,2 kW	260,0 kW
Roczne zapotrzebowanie na ciepło z uwzgl. sprawności systemu i przerw	3553,4 GJ/rok	2370,2 GJ/rok
Roczne oszczędności energii		1183,2 GJ/rok
Roczna redukcja emisji CO ₂		68 t/rok
Koszt ogrzewania 1m ³	6,26 zł/m ³ m-c	4,29 zł/m ³ m-c
Oszczędność energii cieplnej		31,8 %
Kalkulowany koszt robót		946 180 zł
Czas zwrotu nakładów (SPBT)		16,7 lat

ZAOSZCZĘDZONĄ ENERGIĄ MOŻNA ROCZNIE OGRZAĆ:

17 domów jednorodzinnych

46 mieszkań o pow. 50m²

	PRZED TERMO- MODERNIZACJĄ	PO TERMO- MODERNIZACJĄ
Powierzchnia ogrzewana	2 235 m ²	
Kubatura ogrzewana	8 636 m ³	
Izolacyjność termiczna ściany zewnętrznej	1,30 W/m ² K	0,21 W/m ² K
Izolacyjność termiczna ściany w gruncie	1,88 W/m ² K	0,22 W/m ² K
Izolacyjność termiczna dachu	0,92 W/m ² K	0,23 W/m ² K
Izolacyjność termiczna dachu sali gimnastycznej	1,37 W/m ² K	0,19 W/m ² K
Izolacyjność termiczna drzwi	5,1 W/m ² K	1,8 W/m ² K
Izolacyjność termiczna okien	3,2-5,1 W/m ² K	1,3 W/m ² K
Średnia sprawność źródeł ciepła	56,2 %	71,4 %
Zapotrzebowanie na moc ciepłą	355,7 kW	223,8 kW
Roczne zapotrzebowanie na ciepło z uwzgl. sprawności systemu i przerw	4263,9 GJ/rok	1927,2 GJ/rok
Roczne oszczędności energii		2336,7 GJ/rok
Roczna redukcja emisji CO ₂		135 t/rok
Koszt ogrzewania 1m ³	8,07 zł/m ³ m-c	3,89 zł/m ³ m-c
Oszczędność energii cieplnej		52,7 %
Kalkulowany koszt robót		1 831 687 zł
Czas zwrotu nakładów (SPBT)		16,9 lat

ZAOSZCZĘDZONĄ ENERGIĄ MOŻNA ROCZNIE OGRZAĆ:

33 domów jednorodzinnych

91 mieszkań o pow. 50m²





Dane geometryczne budynku

	Użytkowa	Usługowa	Ruchu	Razem
Powierzchnia [m ²]	14900,91	12,80	308,20	15221,91
Kubatura [m ³]	172286,58	41,47	995,45	173323,50



**Zestawienie powierzchni, współczynników przenikania ciepła i współczynników strat ciepła dla przegród nieprzezroczystych**

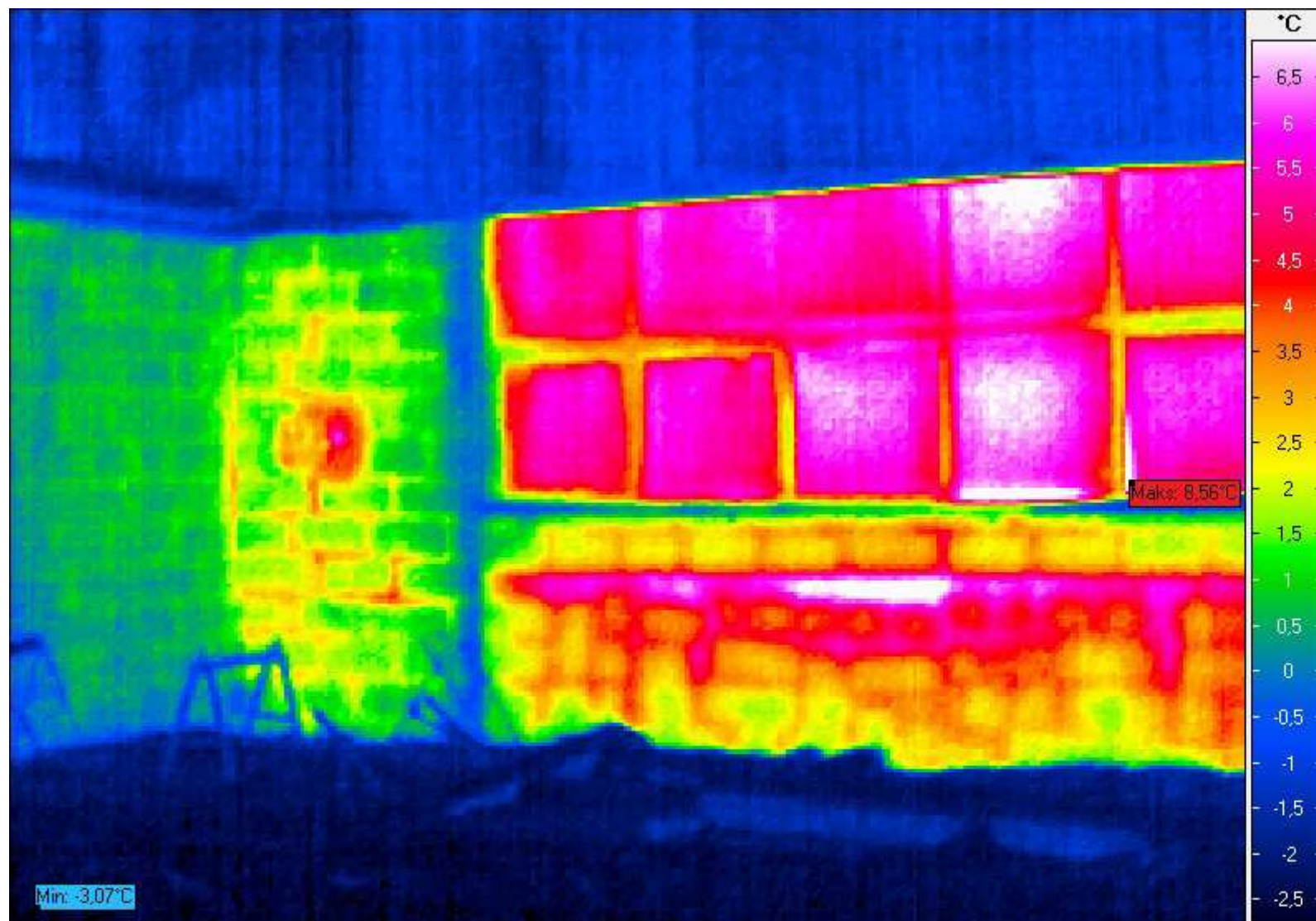
Rodzaj przegrody	U [W/m ² K]	A [m ²]	H _{tr} przegrody [W/K]	H _{tr} mostków liniowych [W/K]	H _{tr} łącznie [W/K]	f _{Rsi} **
Dach nad halą	0,568	1758,88	999,04	0,00	999,04	0,94*
Dach nad halą	0,575	9863,79	5671,68	0,00	5671,68	0,94*
Podłoga na gruncie	0,114*	14705,4 5	608,44	0,00	608,44	0,98*
Stropodach nad budynkiem socjalnym	0,673	547,27	368,31	0,00	368,31	0,93*
Ściana wewnętrzna	0,693	172,72	110,12	0,00	110,12	0,91*
Ściana zewnętrzna hali	0,917	3266,42	2995,31	401,77	3397,07	0,88*
Ściana zewnętrzna – gazobeton	0,937	1005,07	941,75	238,01	1179,76	0,88*

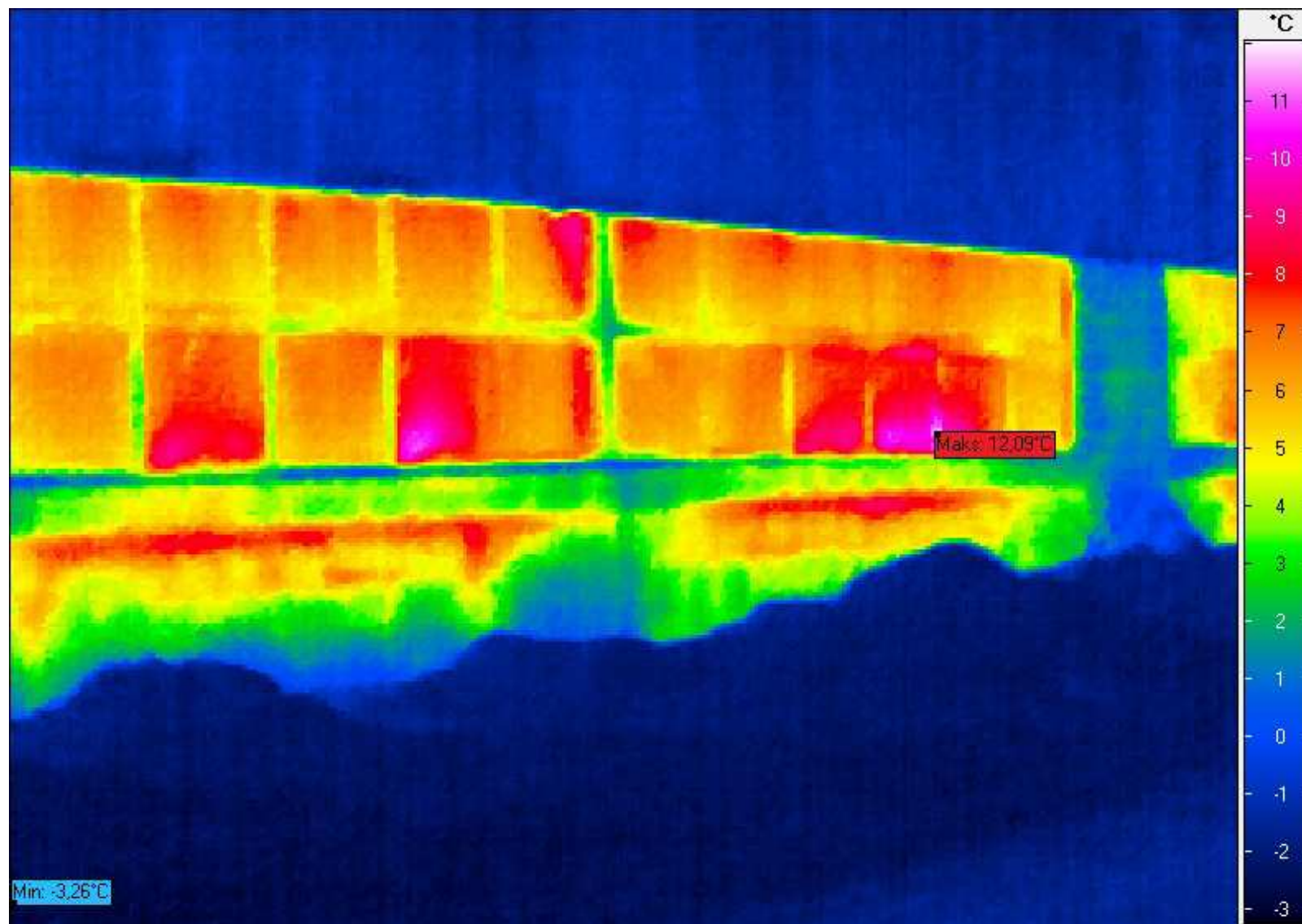


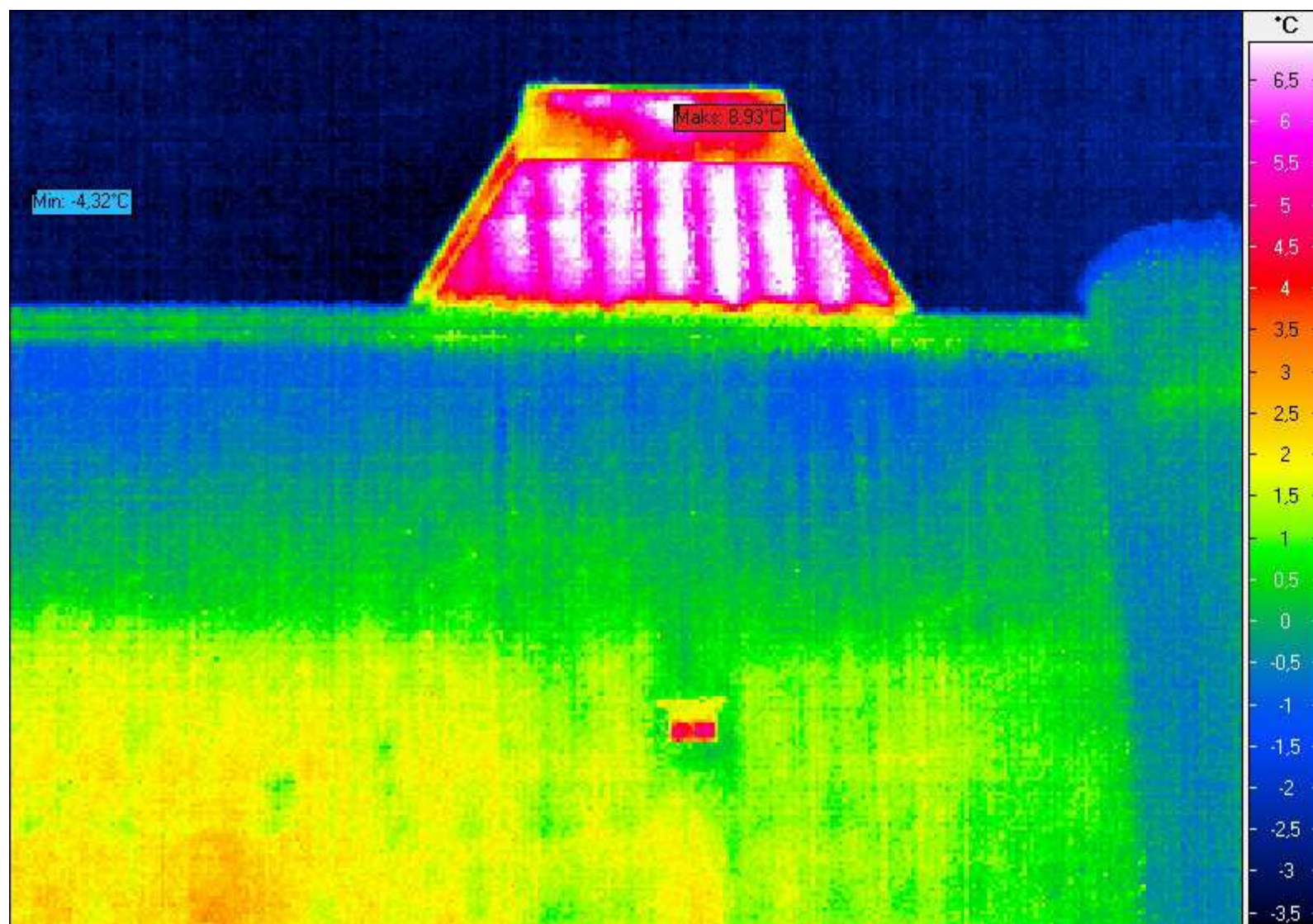
**Zestawienie powierzchni, współczynników przenikania ciepła i współczynników strat ciepła dla przegród przezroczystych**

Rodzaj przegrody	U [W/m ² K]	g _c	A [m ²]	H _{tr} otworu [W/K]	H _{tr} mostków liniowych [W/K]	H _{tr} łączne [W/K]
Świetlik dachowy z poliwęglanu	1,600	0,60	192,00	307,20	126,40	433,60
Świetlik dachowy z poliwęglanu	1,800	0,60	2,22	4,00	0,00	4,00
Okna PCV (budynek socjalny)	1,800	0,67	179,13	322,43	35,33	357,76
Drzwi zewnętrzne (budynek socjalny)	2,600	0,00	3,78	9,83	1,20	11,03
Drzwi zewnętrzne (budynek socjalny)	2,600	0,67	6,30	16,38	1,86	18,24
Drzwi zewnętrzne (hala produkcyjna)	3,600	0,00	52,71	189,76	5,56	195,32
Drzwi zewnętrzne (hala produkcyjna)	6,100	0,00	22,61	137,92	2,55	140,47
Świetlik dachowy (hala produkcyjna)	6,1	0,85	6127,94	37380,43	3085,90	40466,34
Okna stalowe (hala produkcyjna)	6,1	0,85	413,89	2524,73	208,43	2 733,16











Zestawienie strumienia powietrza wentylacyjnego oraz współczynnika strat ciepła

Typ wentylacji w budynku	Wymagana wymiana powietrza [m³/h]	H_{ve} [W/K]
mechaniczna wywiewna, naturalna, mechaniczna nawiewno-wywiewna	54522,12	34209,14

Wentylacja w hali produkcyjnej mechaniczna wywiewna. W okresie zimowym powietrze świeże jest doprowadzane przez podciśnienie [poprzez nieszczelności] oraz 4 wentylatory chłodzenia prasówek, a w okresie letnim dodatkowo poprzez otwarte okna zlokalizowane w dolnej części ściany oraz poprzez otwarte wrota. Wywiew realizowany jest poprzez wentylatory dachowe.

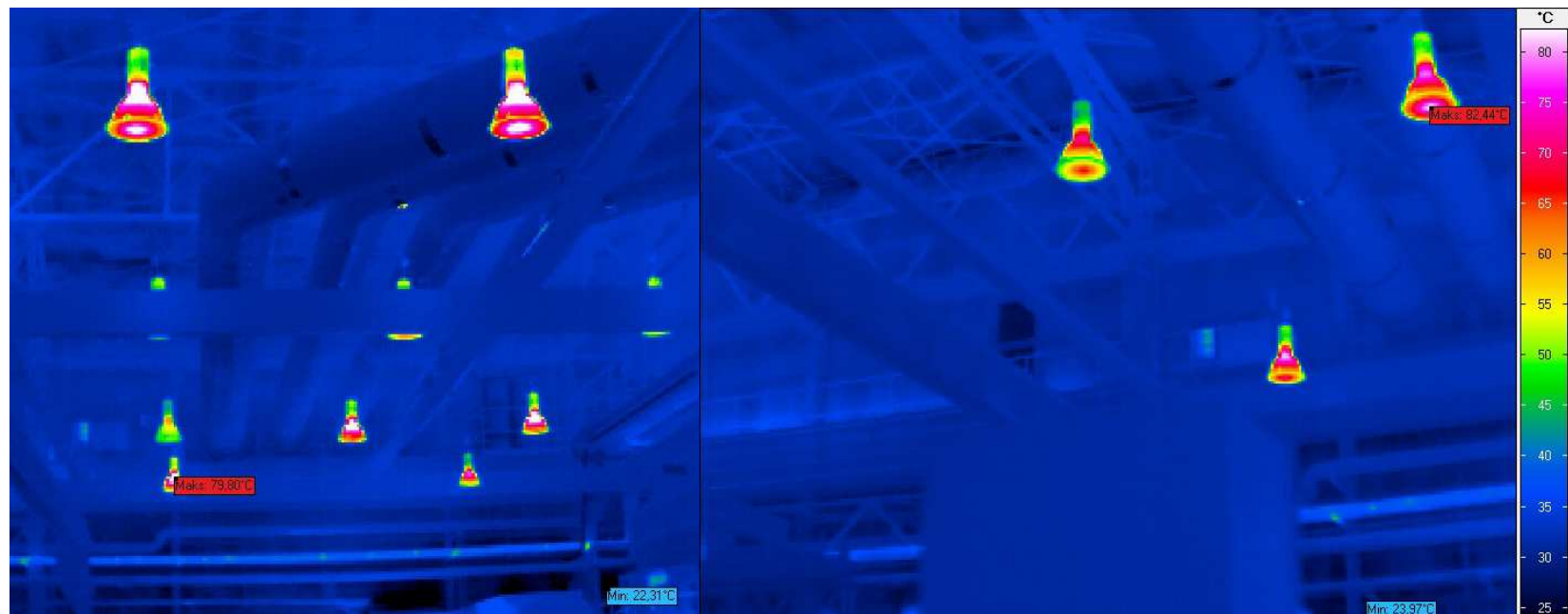
W budynku socjalnym posiadają wentylację naturalną oraz wentylację mechaniczną wywiewną.





Zyski od oświetlenia

Lp.	typ oświetlenia	ilość punktów świetlnych	zainstalowana moc oświetlenia	Zysk ciepła od oświetlenia
-	-	-	kW	kW
1	Światła metalohalogenkowe 341 x 400 W	341	136,4	81,840
RAZEM			136,4	81,840





Zyski od ludzi

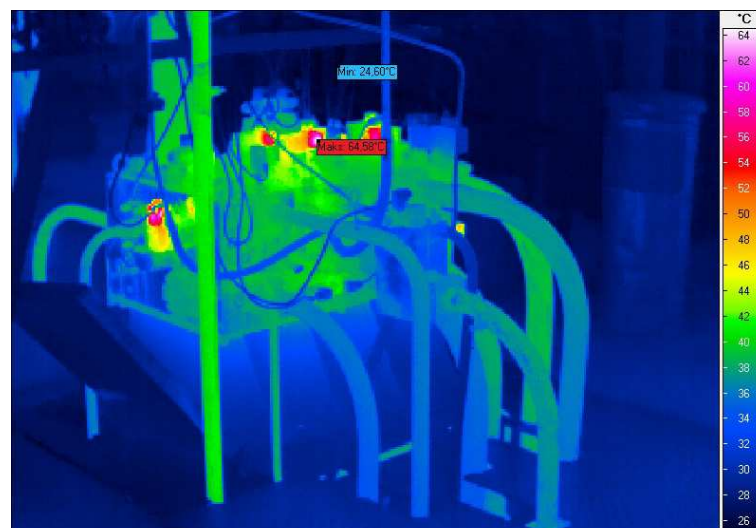
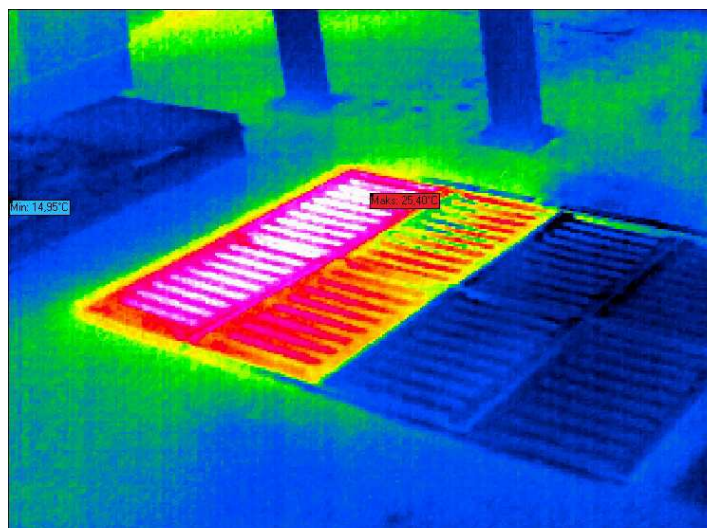
Lp.	typ pracy	temperatura w pomieszczeniu	ilość ludzi	Łączny zysk mocy
-	-	st. C	szt.	kW
1	Praca średnio-ciężka - operatorzy, pakowanie	18	30	3,75
Razem				3,75





Zyski od urządzeń

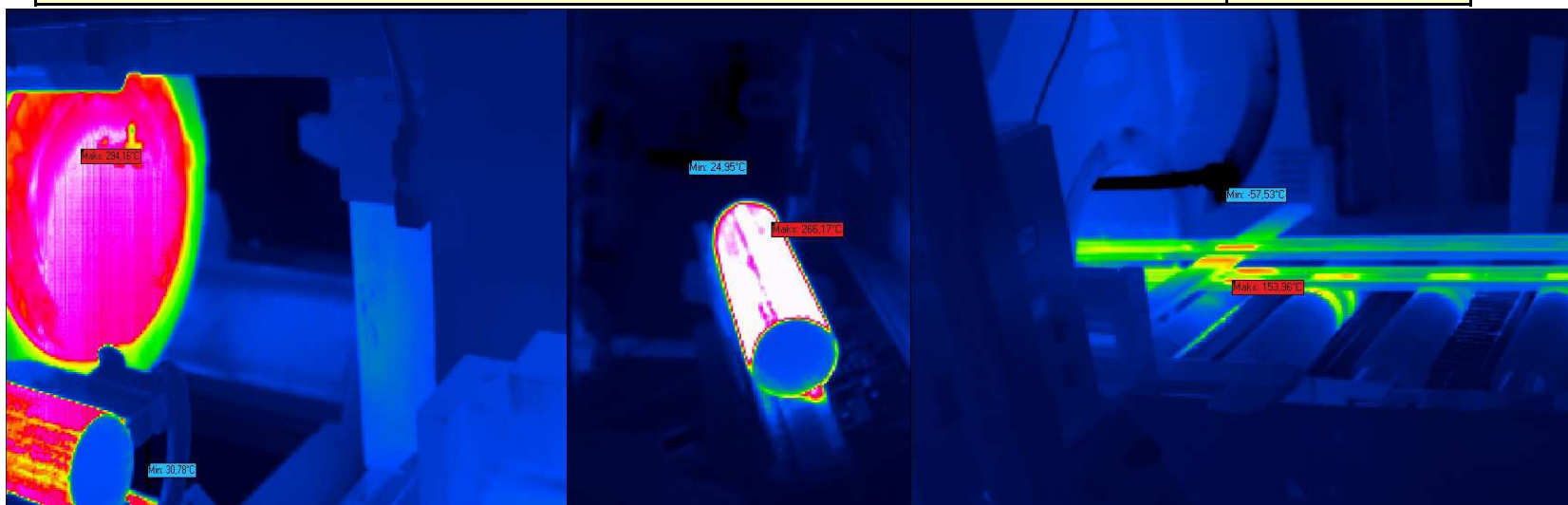
Lp.	Typ silnika elektrycznego	Moc silnika	sprawność silnika	współczynnik wykorzystania	współczynnik obciążenia	współczynnik przyswajania ciepła	Q _s zysk ciepła
-	-	kW	-	-	-	-	kW
1	Prasy hydrauliczne	1900	0,8	0,8	0,6	0,3	205,20
2	Prasy hydrauliczne	280	0,8	0,8	0,6	0,4	40,32
Łączna moc							245,52





Zyski ciepła od chłodzącej masy materiału

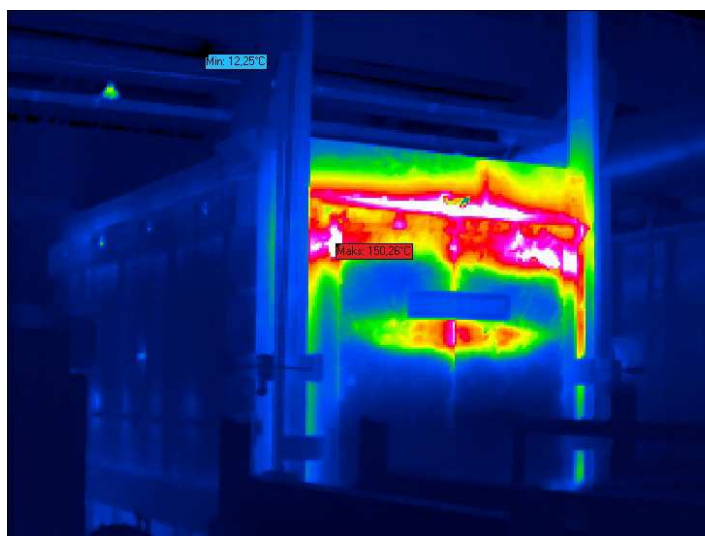
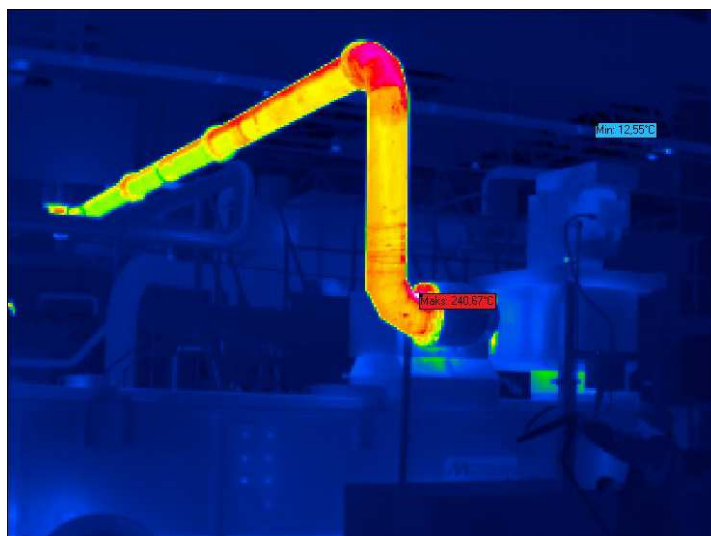
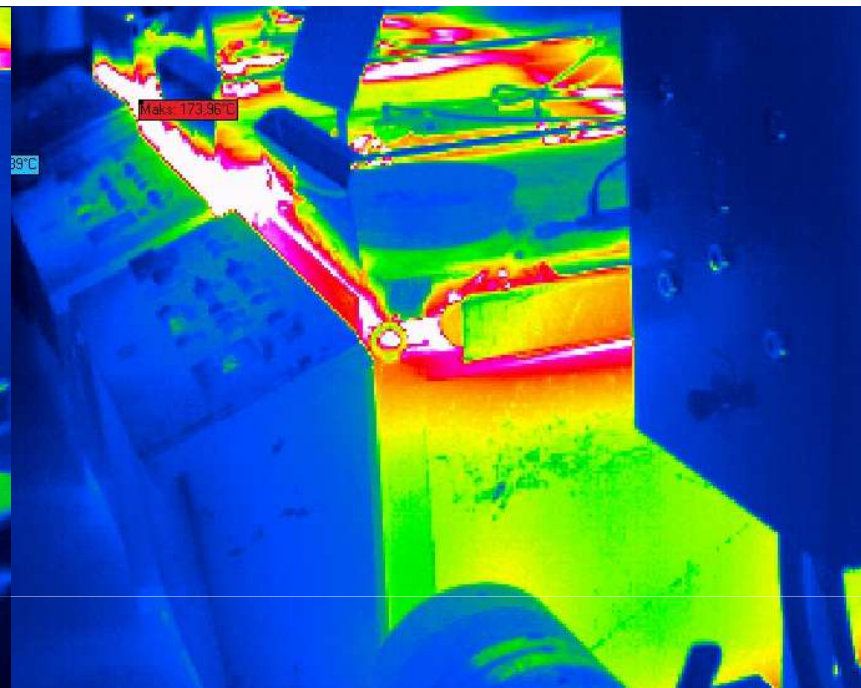
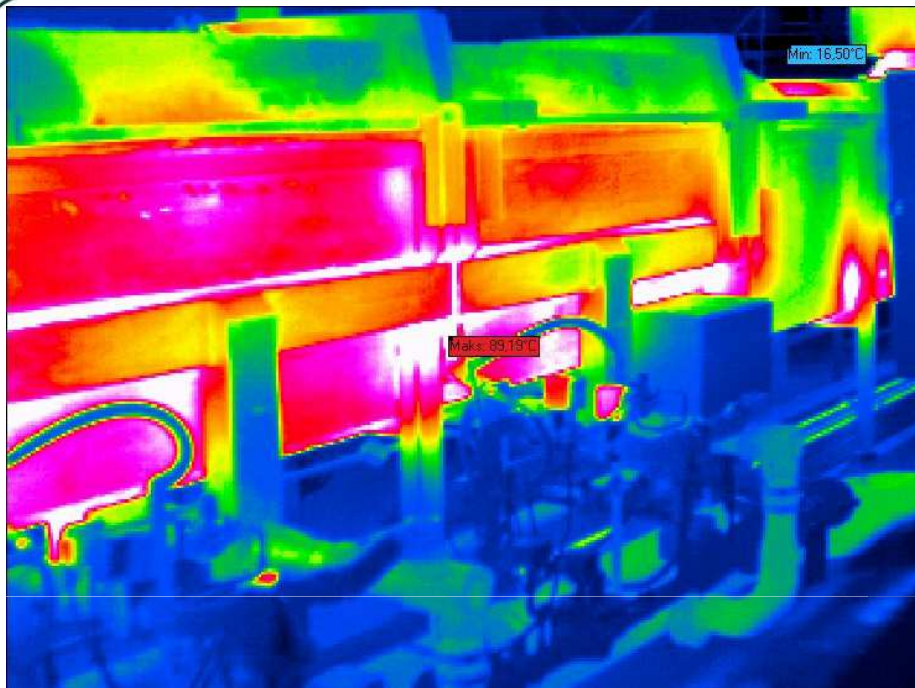
Lp.	Materiał	masa	masa	ciepło właściwe	t_p materiału	t_p powietrza	q
-	-	kg/h	kg/s	kJ/kgK	st. C	st. C	kW
1	Materiał	2750	0,764	0,88	500	18	324
2	Starzenie materiału	2291,7	0,6	0,880	180	18	91
3	Kosze do starzenia	-	0,7	0,46	180	18	49
Łączna moc							464



**Zyski ciepła od pieców i gorących powierzchni**

Lp.	typ urządzenia	A m ²	t _z	t _p	q
			°C	°C	kW
1	Piece do podgrzewania matryc x 11 szt.	91,6	39,0	18,0	18,1
2	Piec do wyciskania wlewek 1	194,0	38,2	18,0	36,6
3	Piec do wyciskania wlewek 2	194,0	38,4	18,0	37,0
4	Piec do wyciskania wlewek 3	40,5	40,0	18,0	8,4
5	Piec do starzenia 1	377,0	40,0	18,0	78,6
6	Piec do starzenia 2	78,3	38,5	18,0	15,0
7	Zbiornik oleju x 2	63,0	40,0	18,0	13,1
8	Prasa hydrauliczna do wyciskania x 2	17,3	32,6	18,0	2,3
9	Kominy spalinowe z nagrzewnic wlewek	44,3	145,0	18,0	84,9
10	Piece do homogenizacji	236,3	36,5	18,0	40,3
Łączna moc					334,3

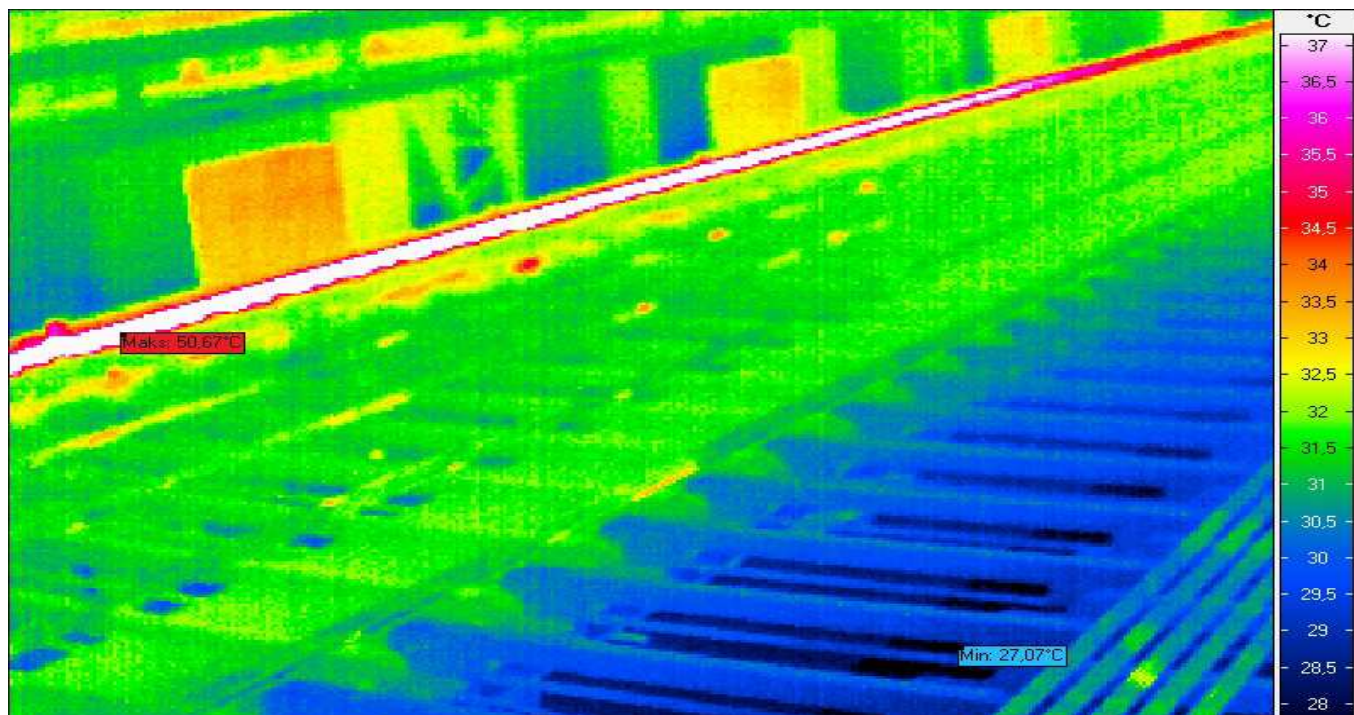






Całkowite zyski ciepła

Łączna moc wewnętrznych zysków ciepła	1129,48	kW
Powierzchnia użytkowa	14031,41	m ²
Jednostkowa moc zysków ciepła	80,50	W/m ²
Zyski wewnętrzne ciepła	4182154,40	kWh/rok





Zestawienie sprawności systemu grzewczego przed termomodernizacją

Sprawność wytwarzania	91%
Sprawność akumulacji	100%
Sprawność transportu	95%
Sprawność regulacji i wykorzystania	77%
Całkowita średnia sprawność $\eta_{H,tot}$	67%



Zestawienie sprawności systemu przygotowania c.w.u. przed termomodernizacją

Sprawność wytwarzania	88%
Sprawność akumulacji	74%
Sprawność transportu	50%
Całkowita średnia sprawność $\eta_{W,tot}$	33%





Charakterystyka energetyczna – stan przed termomodernizacją

Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania bez uwzględnienia systemu sprawności	8797 GJ/rok
Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania z uwzględnieniem systemu sprawności i przerw w ogrzewaniu	12795 GJ/rok
Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u.	89 GJ/rok
Koszt ogrzania jednego m ² powierzchni użytkowej:	5,22 zł/(m ² ·m-c)





PROPONOWANE ULEPSZENIA TERMOMODERNIZACYJNE





ROZWIĄZANIA TERMOMODERNIZACYJNE

Dach	TermoPian – docieplenie pianką PUR gr. 4 cm
Stropodach	TermoPian – docieplenie pianką PUR gr. 5 cm
Ściany zewnętrzne	Docieplenie wełną mineralną gr. 14 cm
Ściany zewnętrzne	Docieplenie styropianem EPS 70-040 gr. 16 cm
Świetliki dachowe	Zastosowanie dachowych świetlików poliwęglanowych (pięciokomorowy 25 mm). Nie przewiduje się wymiany konstrukcji świetlików.
Okna	Wymiana istniejącej stalowej stolarki okiennej na nową PCV o współczynniku przenikania ciepła $U=1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Drzwi i bramy	Wymiana drzwi zewnętrznych na aluminiowe.
System grzewczy	Montaż wymienników wodnych do odzysku ciepła ze spalin oraz kotłowni gazowej w celu zapewnienia ogrzewania w czasie przerw technologicznych, wymiana instalacji c.o
System przygotowania c.w.u.	Montaż wymienników wodnych do odzysku ciepła ze spalin oraz kotłowni gazowej w celu zapewnienia ogrzewania w czasie przerw technologicznych, wymiana instalacji c.w.u., montaż perlatorów.
Wentylacja	Wentylacja mechaniczna nawiewno wywiewna z odzyskiem ciepła (glikolowy wymiennik ciepła o sprawności 50%)



**Szczegóły dotyczące docieplenia przegród nieprzezroczystych.**

Nazwa	U_0 [W/m²K]	F [m²]	Rodzaj docieplenia	λ [W/mK]	d [cm]	U_1 [W/m²K]	N [zł]	SPBT [a]
Dach	0,574	17943	TermoPian – docieplenie pianka PUR	0,022	4	0,281	756117	16,56
Stropodach	0,673	549	TermoPian – docieplenie pianka PUR	0,022	5	0,266	41397	11,39
Ściana zewnętrzna	0,917	3266	Docieplenie wełną mineralną	0,039	14	0,214	496989	16,14
Ściana zewnętrzna - gazobeton	0,937	1683	Docieplenie styropianem EPS 70-040	0,040	16	0,197	261735	26,24



**Przegrody przezroczyste**

Nazwa	U_0 [W/m ² K]	F [m ²]	Sposób realizacji	U_1 [W/m ² K]	Nakłady [zł]	SPBT [a]
Świetliki dachowe stalowe (hala)	6,1	6128	Zastosowanie dachowych świetlików poliwęglanowych (pięciokomorowy).	1,7	2336583	6,26
Okna stalowe (hala)	6,1	414	Wymiana istniejącej stalowej stolarki okiennej na nową PCV o współczynniku przenikania ciepła $U=1,3$ W/m ² K.	1,3	269814	9,82
Drzwi zewnętrzne (brama Hali)	4,2	71	Zastąpienie istniejących bram wjazdowych oraz drzwi zewnętrznych nowymi wypełnionymi pianką PU o dużej szczelności.	2,6	157016	92,01
Drzwi zewnętrzne części socjalnej	6,1	5	Przewiduje się wymianę drzwi zewnętrznych na aluminiowe.	2,6	6173	24,49





Wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna – analiza ekonomiczna

Lp.	Nazwa	Koszty ciepła [zł/a]	Oszczędność kosztów [zł/a]	Nakłady [zł]	SPBT [a]
1.	Wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna z wymiennikiem glikolowym (45% odzysku ciepła)	229527,21	140329,67	1223142	8,72



**Zestawienie sprawności systemu przygotowania c.w.u.**

	Przed termomodernizacją	Po termomodernizacji
Całkowita średnia sprawność $\eta_{W,tot}$	33%	45%

Ciepła woda użytkowa – analiza ekonomiczna

Nazwa	Koszty zużycia i przygotowania c.w.u. [zł/a]	Oszczędność kosztów [zł/a]	Nakłady [zł]	SPBT [a]
Modernizacja instalacji c.w.u. zasilana z wymiennika z odzysku ciepła i dodatkowym zasilaniem kotłowni gazowej	1022,40	6521,97	46791	7,17



**Zestawienie sprawności systemu grzewczego po termomodernizacji**

	Przed termomodernizacją	Po termomodernizacji
Całkowita średnia sprawność $\eta_{H,tot}$	67%	87%

Instalacja grzewcza – analiza ekonomiczna

Nazwa	Koszty ciepła [zł/a]	Oszczędność kosztów [zł/a]	Nakłady [zł]	SPBT [a]
Modernizacja c.o. oraz zastosowanie zasilania z wymiennika do odzysku ciepła i dodatkowego zasilania z kotłowni gazowej	14864,49	907881,64	1506894	1,66



**Poprawa efektywności energetycznej w zakładzie przemysłowym**

	Przed termomodernizacją	Po termomodernizacji
Izolacyjność termiczna dachu	0,574 W/(m ² ·K)	0,281 W/(m ² ·K)
Izolacyjność termiczna stropodachu	0,673 W/(m ² ·K)	0,266 W/(m ² ·K)
Izolacyjność termiczna ścian zewnętrznych	0,917 W/(m ² ·K)	0,214 W/(m ² ·K)
Izolacyjność termiczna ścian zewnętrznych	0,937 W/(m ² ·K)	0,197 W/(m ² ·K)
Izolacyjność termiczna świetlików dachowych	6,1 W/(m ² ·K)	1,7 W/(m ² ·K)
Izolacyjność termiczna okien	6,1 W/(m ² ·K)	1,3 W/(m ² ·K)
Izolacyjność drzwi i bram	6,1 W/(m ² ·K)	2,6 W/(m ² ·K)
Wentylacja	naturalna, mechaniczna	mechaniczna nawiewno wywiewna z odzyskiem ciepła (glikolowy wymiennik ciepła o sprawności 50%)



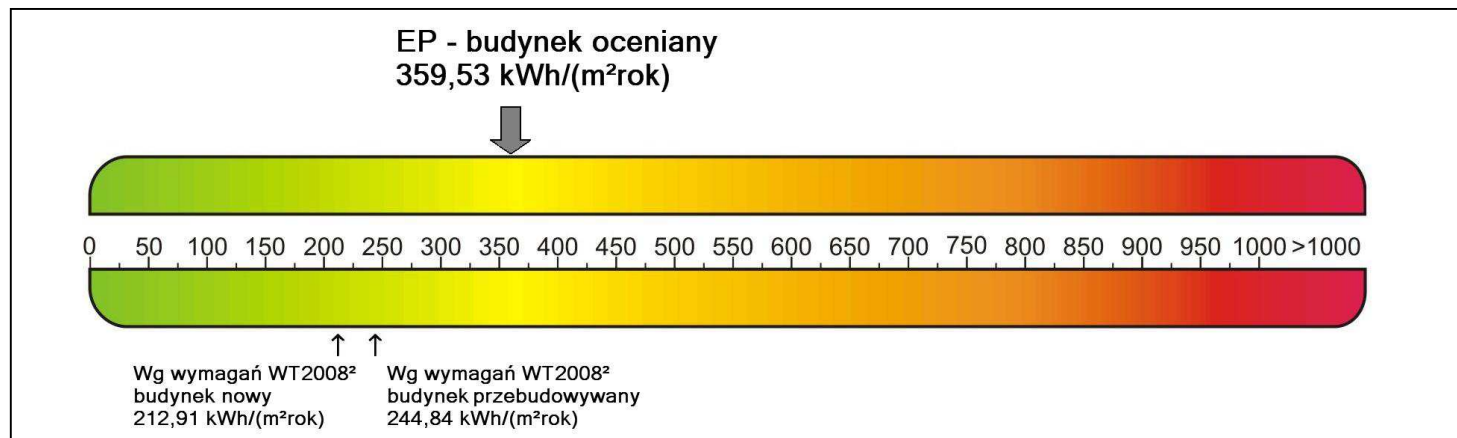
**Poprawa efektywności energetycznej w zakładzie przemysłowym**

	Przed termomodernizacją	Po termomodernizacji
Całkowita średnia sprawność $\eta_{H,tot}$	67%	87%
Całkowita średnia sprawność $\eta_{W,tot}$	33%	45%
Odzysk ciepła ze spalin z procesów technologicznych	-	1266 GJ/rok
Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania bez uwzględnienia systemu sprawności	8797 GJ/rok	393 GJ/rok
Roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania z uwzględnieniem systemu sprawności i przerw w ogrzewaniu	12795 GJ/rok	440 GJ/rok
Roczne obliczeniowe zużycie energii do przygotowania c.w.u.	89 GJ/rok	45 GJ/rok
Roczne oszczędności energii	12399 GJ/rok	

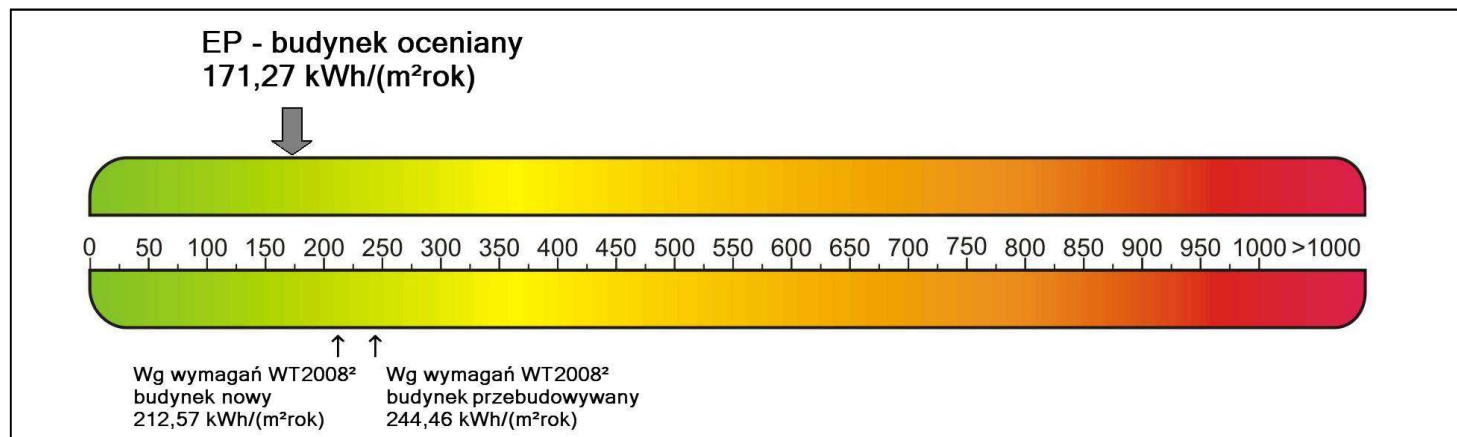




Przed termomodernizacją



Po termomodernizacji





Dodatkowe zastosowanie wymiennika wodnego ze spalin pozwoli na odzysk ok. 1266 GJ/rok ciepła, które możemy wykorzystać do ogrzewania części socjalnej budynku, przygotowania c.w.u. oraz ogrzewania hali produkcyjnej w zależności czy w poszczególnych strefach będzie zapotrzebowanie na ciepło.

Charakterystyka finansowa

	Przed termomodernizacją	Po termomodernizacji
Koszt ogrzania jednego m ² powierzchni użytkowej:	5,22 zł/(m ² ·m-c)	0,04 zł/(m ² ·m-c)
Oszczędność zapotrzebowania ciepła wyniesie	96,23%	
Kalkulowany koszt robót wyniesie	7 102 656,16 zł	
Czas zwrotu nakładów SPBT	7,71 lat	

ZAOSZCZĘDZONĄ ENERGIAŁ MOŻNA ROCZNIE OGRZAĆ:



177

domów
jednorodzinnych



482

mieszkań
o pow. 50m²





Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska



**Dolnośląska Agencja
Energii i Środowiska**

realizacje ZAKŁADY PRZEMYSŁOWE EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA

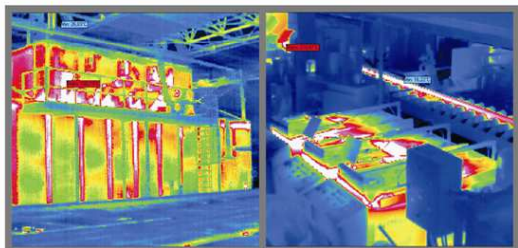
CEL INWESTYCJI

Poprawa efektywności energetycznej w zakresie wszystkich czynników energ.

ROZWIĄZANIA TERMOMODERNIZACYJNE

Dach	TermoPlan – pianka PUR gr. 4 cm
Stropodach	TermoPlan – pianka PUR gr. 5 cm
Ściany zewnętrzne I	Wetna mineralna gr. 14 cm
Ściany zewnętrzne II	Styropian EPS 70.0.40 gr. 14 cm
Światłki dachowe	Poliwęglan
Okna	PCVo U=1,3 W/(m ² K)
Drzwi i bramy	Aluminiowe
System grzewczy i system c.w.u.	Wymiana instalacji c.o. Wymiana kotłowni gazowej
Wentylacja	Wymienniki wodne do odzysku ciepła ze spalin Mechaniczna, nawiewno-wyiewna z odzyskiem ciepła

Zakład metalurgiczny Hala odlewni



zdjęcia termograficzne procesów technologicznych

Stowarzyszenie na rzecz Zrównoważonego Rozwoju; 51-180 Wrocław, ul. Głogowczyka 18/2; tel./fax (71) 326 13 43; e-mail: cieplej@cieplej.pl; www.cieplej.pl

CEL INWESTYCJI

Redukcja kosztów ogrzewania hali produkcyjnej i magazynowej

ROZWIĄZANIA TERMOMODERNIZACYJNE

Ściany zewnętrzne	Płyta warstwowa PUR 8 cm
Stropodach	Pianka PUR 7 cm
Światłki dachowe	Nowe światłki tukulowe
Ślusarka okienna	Likwidacja przeszklenia

Zakład produkcji maszyn

Hala produkcyjna



przed termomodernizacją

po termomodernizacji

PRZED TERMO- MODERNIZACJĄ

Powierzchnia ogrzewana	15 221 m ²
Kubatura ogrzewana	173 323 m ³
Izolacyjność termiczna dachu	0,57 W/m ² K
Izolacyjność termiczna stropodachu	0,67 W/m ² K
Izolacyjność termiczna ścian zewnętrznych I	0,91 W/m ² K
Izolacyjność termiczna ścian zewnętrznych II	0,93 W/m ² K
Izolacyjność termiczna światłoków dachowych	6,1 W/m ² K
Izolacyjność termiczna okien	6,1 W/m ² K
Izolacyjność termiczna drzwi i bram	6,1 W/m ² K
Wentylacja	natural./mech.
Średnia sprawność źródeł ciepła na c.o.	67 %
Średnia sprawność źródeł ciepła na c.w.u.	33 %
Odzysk ciepła ze spalin procesów technologicznych	00,0 GJ/rok
Roczne zapotrzebowanie na ciepło z uwzgl. sprawności systemu i przew	12 795 GJ/rok
Roczne zużycie energii na c.w.u.	89 GJ/rok
Roczne oszczędności energii	45 GJ/rok
Oszczędność energii cieplnej	12 399 GJ/rok
Roczna redukcja emisji CO ₂	96,2 %
Koszt ogrzewania 1m ²	1 305 zł/rok
Kalkulowany koszt robót	0,04 zł/m ² m-c
Czas zwrotu nakładów (SPBT)	7 102 656 zł
	7,7 lat

ZAOSZCZĘDZONĄ ENERGIĄ MOŻNA ROCZNIE OGRZAĆ:

177 domów jednorodzinnych

482 mieszkań o pow. 50m²

PRZED TERMO- MODERNIZACJĄ

Powierzchnia ogrzewana	5 490 m ²
Kubatura ogrzewana	47 200 m ³
Izolacyjność termiczna ściany	0,83 W/m ² K
Izolacyjność termiczna dachu	0,69 W/m ² K
Izolacyjność termiczna światłoków	0,23 W/m ² K
Izolacyjność termiczna okien	6,1 W/m ² K
Izolacyjność termiczna drzwi i bram	1,6 W/m ² K
Izolacyjność termiczna okien	4,3 W/m ² K
Izolacyjność termiczna drzwi i bram	likwidacja
Zapotrzebowanie na moc cieplną	2,0 - 5,0 W/m ² K
Roczne zapotrzebowanie na ciepło	2,0 - 5,0 W/m ² K
Sprawność systemu grzewczego	1 481 kW
Oszczędność energii cieplnej	716 kW
Roczne zmniejszenie zużycia energii	5 812 GJ/rok
Koszt ogrzewania 1m ²	2 647 GJ/rok
Kalkulowany koszt robót	89 %
Czas zwrotu nakładów (SPBT)	3 165 GJ
	54 %
	145 t/rok
	9,45 zł/m ² m-c
	4,39 zł/m ² m-c
	333 900 zł
	1 665 000 zł
	5 lat

ZAOSZCZĘDZONĄ ENERGIĄ MOŻNA ROCZNIE OGRZAĆ:

45 domów jednorodzinnych

122 mieszkań o pow. 50m²





Dziękuję



Krzysztof Szymański

k.szymanski@cieplej.pl

Dolnośląska Agencja Energii i Środowiska

