



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska

Mariusz GÓRKOWSKI

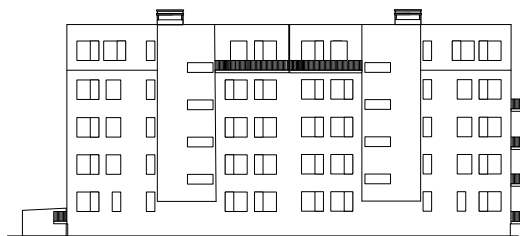
Charakterystyka energetyczna budynku w dwóch wariantach

PRACA KOŃCOWA

Studium podyplomowe SP-144

„Budownictwo energooszczędne i pasywne oraz ocena energetyczna
budyneków”

Edycja 4



Promotor:

dr hab. inż. Tomasz MRÓZ, prof. nadzw. PP

Poznań, 2010



Temat
pracy końcowej
nr 029/04/SP-144/2009

Politechnika Poznańska

Studia Podyplomowe SP-144/Edycja 4

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska

Budownictwo energooszczędne i pasywne oraz ocena energetyczna budynków

Instytut Inżynierii Środowiska

Imię i nazwisko: **Mariusz GÓRKOWSKI**

Tytuł pracy: **Charakterystyka energetyczna budynku w dwóch wariantach**

Dane wyjściowe: Projekt budynku

Zakres pracy:

1. Przeprowadzenie obliczeń energetycznych budynku wg zasad zawartych w metodologii sporządzania charakterystyki energetycznej budynków.
2. Skorygowanie parametrów energetycznych tego budynku do standardu budynku pasywnego (EU15) lub niskoenergetycznego (EU30, EU 50).
3. Wykonanie świadectwa charakterystyki energetycznej tego budynku dla obydwu przypadków z wybraną częścią budynku z chłodzeniem w okresie letnim.

Miejsce prowadzenia prac: Zakład Ogrzewnictwa, Klimatyzacji i Ochrony Powietrza, IIS PP

Termin oddania pracy: 30 stycznia 2010r.

Prowadzący: dr hab. inż. Tomasz Mróz, prof. nadzw. PP

Zobowiązuję się samodzielnie wykonać pracę w zakresie wyspecyfikowanym wyżej. Wszystkie elementy (m.in. rysunki, tabele, cytaty, programy komputerowe, urządzenia itp.), które zostaną wykorzystane w pracy, a nie będą mojego autorstwa będą w odpowiedni sposób zaznaczone i będzie podane źródło ich pochodzenia.

	Imię i nazwisko	Nr albumu	Data i podpis
Student:	Mariusz GÓRKOWSKI	10390	

KIEROWNIK
STUDIUM PODYPLOMOWEGO SP-144/4
„Budownictwo energooszczędne i pasywne
oraz ocena energetyczna budynków”

dr inż. *Małgorzata Basirska*

Kierownik Studium Podyplomowego

PRODIEKAN
Wydziału
Budownictwa i Inżynierii Środowiska

dr hab. inż. *Adam Głeń*, prof. nadzw. PP

Dziekan

Poznań, 12.11.2009r.

Miejscowość, data

Spis treści

Spis ważniejszych oznaczeń

1. Wstęp
 - 1.1. Wprowadzenie
 - 1.2. Cel pracy
2. Charakterystyka projektowa budynku
 - 2.1. Dane wyjściowe
 - 2.2. Lokalizacja (plan w skali 1:500)
 - 2.3. Rzuty i przekroje budynku (w skali 1:200)
 - 2.4. Konstrukcja przegród, mostki cieplne, szczelność powietrzna
 - 2.5. Technika budynku
 - 2.5.1. Instalacja grzewcza
 - 2.5.2. Instalacja wentylacyjna
 - 2.5.3. Instalacja ciepłej wody i cyrkulacji
 - 2.6. Zaopatrzenie budynku w energię
3. Wymagania ochrony cieplnej budynku
4. Obliczenia cieplne budynku wariant podstawowy
 - 4.1. Dane wyjściowe
 - 4.2. Obliczenia współczynnika strat ciepła przez przenikanie
 - 4.2.1. Współczynniki przenikania ciepła
 - 4.2.2. Straty ciepła przez przegrody nieprzezroczyste i przezroczyste
 - 4.2.3. Mostki cieplne
 - 4.2.4. Współczynnik strat ciepła przez przenikanie
 - 4.3. Obliczenia współczynnika strat ciepła na wentylację
 - 4.4. Obliczenia miesięcznych zysków ciepła od nasłonecznienia
 - 4.5. Obliczenia wewnętrznych zysków ciepła
 - 4.6. Obliczenia pojemności cieplnej budynku
 - 4.7. Obliczenia zapotrzebowania energii użytkowej dla ogrzewania i wentylacji (wariant podstawowy)
5. Modyfikacja budynku i techniki instalacyjnej
6. Obliczenia cieplne budynku wariant po modernizacji
 - 6.1. Dane wyjściowe
 - 6.2. Obliczenia współczynnika strat ciepła przez przenikanie
 - 6.2.1. Współczynniki przenikania ciepła
 - 6.2.2. Straty ciepła przez przegrody nieprzezroczyste i przezroczyste
 - 6.2.3. Straty ciepła przez przegrody przezroczyste
 - 6.2.4. Mostki cieplne
 - 6.2.5. Współczynnik strat ciepła przez przenikanie
 - 6.3. Obliczenia współczynnika strat ciepła na wentylację
 - 6.4. Obliczenia miesięcznych zysków ciepła od nasłonecznienia
 - 6.5. Obliczenia wewnętrznych zysków ciepła
 - 6.6. Obliczenia pojemności cieplnej budynku
 - 6.7. Obliczenia zapotrzebowania energii użytkowej dla ogrzewania i wentylacji (wariant po modyfikacji)
 - 6.8. Obliczenia zapotrzebowania energii użytkowej dla chłodzenia

7. Zestawienie zbiorcze dla dwóch wariantów
8. Obliczenia zapotrzebowania ciepła użytkowego do podgrzania ciepłej wody
9. Obliczenia zapotrzebowania energii końcowej
10. Obliczenia zapotrzebowania energii pomocniczej
11. Obliczenia zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej
12. Literatura
13. Załącznik
 - 13.1. Świadectwo dla budynku wariant podstawowy – EP_{H+W}
 - 13.2. Świadectwo dla budynku wariant po modyfikacji – EP_{HC+W}
 - 13.3. Świadectwo dla lokalu – EP_{HC+W}

1. WSTĘP

1.1. Wprowadzenie

Priorytetem naszych poczynań winno być takie działanie, które jednocześnie uwzględni uwarunkowania ochrony środowiska oraz koszty zabezpieczenia podstawowych potrzeb ludzi. Stały wzrost kosztów nośników energii sprzyja opłacalności stosowania nowych rozwiązań cechujących się energooszczędnością jednocześnie służących ochronie środowiska. W celu oceny oddziaływania różnych rozwiązań koniecznym staje się znajomość elementów składowych analizowanego układu i ich wzajemnych relacji. Procedury oceny energetycznej budynku pozwalają na weryfikację i ocenę możliwych do zastosowania rozwiązań.

Jedną z istotniejszych procedur stanowiących element oceny energetycznej budynków jest procedura prawidłowego określenia wartości mostków cieplnych. W trakcie obliczeń zastosowano program komputerowy AnTherm w wersji edu, który to w indywidualnym trybie udostępnił jego autor p. Tomasz Kornicki. Praca z wykorzystaniem tego programu umożliwiła nie tylko dokładne wyliczenie mostków ale przede wszystkim zrozumienie zagadnienia i poznanie mechanizmów zachodzących w mostkach poprzez wizualizację procesów. Ciekawym doświadczeniem w trakcie pracy z programem była możliwość optymalizacji rozwiązań konstrukcyjno-cieplnych, którą to uniemożliwia wersja katalogowa mostków.

1.2. Cel pracy

Celem niniejszej pracy jest weryfikacja znajomości procedur oceny energetycznej budynków. Punktem wyjściowym jest „bilans otwarcia” stanowiący ocenę energetyczną budynku, który to będzie przedmiotem procesu wprowadzania różnych rozwiązań. Wspomniane rozwiązania z zakresu techniki budowlanej i instalacyjnej docelowo winne pozwolić na uzyskanie standardu energetycznego budynku określonego w zakresie pracy.

Stopniowanie szerokości zakresu oceny energetycznej budynku prowadzi do weryfikacji znajomości procedur a zawartych w metodologii sporządzania charakterystyki energetycznej budynków

2. CHARAKTERYSTYKA PROJEKTOWA BUDYNKU

2.1. Dane wyjściowe

Budynek będący przedmiotem niniejszej pracy jest budynkiem zrealizowanym w zakresie standardów energetycznych określonych w PN-82/B-02020 Ochrona cieplna budynków – Wymagania i obliczenia..

Przedmiotowy budynek zlokalizowany jest w Białymstoku na osiedlu budynków wielorodzinnych jako skrajny od strony północno-zachodniej. Bryła budynku składa się z trzech części zabudowanych na osi wschód-zachód. Dwie jednakowe części rozdzielone dylatacją stanowi pięciokondygnacyjna część mieszkalna. Trzecią część stanowi jednokondygnacyjne podpiwniczenie garażowe.

Kondygnacje nadziemne zrealizowano w technologii tradycyjnej z zastosowaniem pustaków Ytong natomiast część środkowa stanowiąca komunikację zrealizowano w technologii żelbetowej. W technologii żelbetowej zrealizowana jest całkowicie część garażowa. Wszystkie stropy wykonano w technologii żelbetowej. Dach płaski ze spadem 1 % i odwodnieniem połączy dachowej poprzez wpusty dachowe w jej części środkowej.

Stolarka otworowa tradycyjna drewniana jednorzędowa, wieloskrzydłowa z pakietem zespolonym dwuszybowym plus trzecia szyba. Drzwi zewnętrzne i wewnętrzne drewniane pełne.

Budynek wyposażony jest w windę dla każdej części z maszynownią zlokalizowaną w części dachowej. Za szybem windy zlokalizowano szyb wentylacyjny części garażowej.

Pomieszczenia techniczne zlokalizowano w części piwnicznej w jednakowej ilości i wyposażeniu dla każdej części. Jedno z pomieszczeń przeznaczone jest na węzeł cieplny w którym to zabudowano układ technologiczny do wymiennikowej transformacji parametrów ciepła sieciowego 130/80 °C i regulacji jakościowo-ilościowej na potrzeby instalacji centralnego ogrzewania 95/70 °C i przygotowania ciepłej wody użytkowej 55 °C. Układ przygotowania ciepłej wody wyposażono w zasobnik ciepła o pojemności 550 dm³.

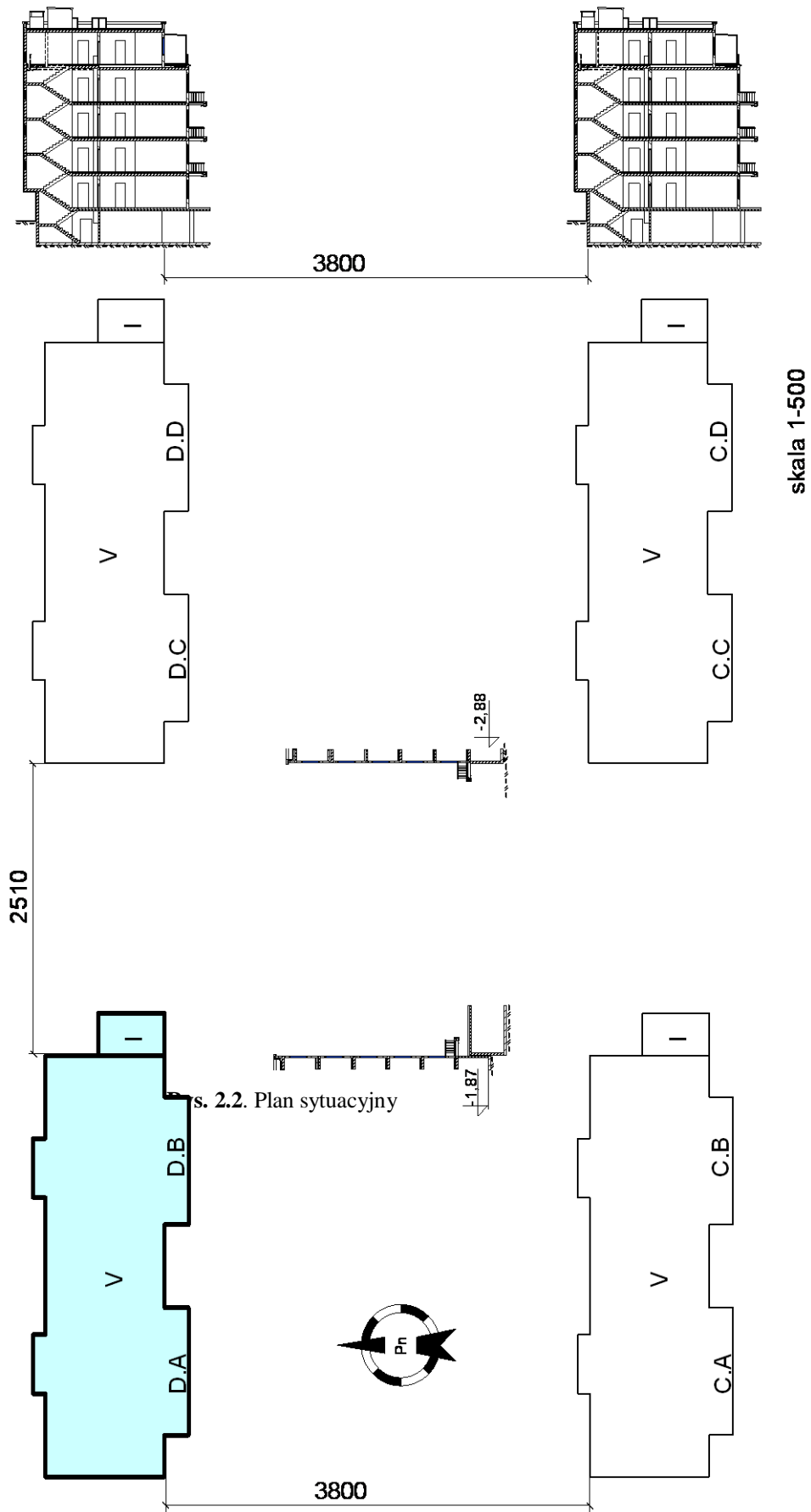
Tabl. 2.1. Podstawowe parametry budynku dla oceny energetycznej

Dane	Opis
Budynek	Budynek wielorodzinny
Opis budynku	Sześciokondygnacyjny z garażem w piwnicy i pomieszczeniami technicznymi
Inwestor	Wspólnota Mieszkaniowa
Miejscowość	Białystok
Powierzchnia/Liczba mieszkań	1598,68 m ² /40 mieszkań
Konstrukcja budynku/izolacja cieplna	
Ściany zewnętrzne Sz/Szp	20/24 cm – bloczki Ytong / żelbet; tynk obustronny
Płyta podłogowa/ strop piwnicy – Pg/P	20 cm płyta żelbetowa; wewnątrz jastrych z izolacją akustyczną 8 cm – 0,04 W/(mK)
Dach/stropodach – D/Std	Pokrycie dachu, 8 cm styropianu 0,04 W/mK; płyta żelbetowa 19 cm
Stropy – Stw	Żelbetowe – 20 cm; wewnątrz jastrych z izolacją akustyczną 8 cm – 0,04 W/(mK)
Okna – Ok	Drewno U = 1,95 W/(m ² K), g = 89%
Drzwi zewnętrzne – Dz	Drzwi drewniane U = 1,95 W/(m ² K)
Mostki cieplne	płyty balkonowe, złącza konstrukcyjne, tarasy, kl. schodowa
Szczelność powietrzna	bez próby, średnio osłonięty
Technika instalacyjna budynku	
Wentylacja	Indywidualna wentylacja grawitacyjna
Przekazanie ciepła grzewczego	Grzejniki płytowe z konwektorami
Przygotowanie ciepłej wody	Instalacja z cyrkulacją
Przekazanie chłodu	Brak
Źródło ciepła	Węzeł ciepłowniczy 80 kW , bufor 550 dm ³
Źródło chłodu	brak
Energia elektryczna	Sieć systemowa
Technika sanitarna	
Rok budowy	1990
Architekt	arch. Jan Kreatywny

Oznaczenia: Sz/Szp – ściana nadziemna/ściana poddasza; Sg – ściana poniżej poziomu terenu; Kk – kocioł gazowy kondensacyjny; Kn – kocioł gazowy niskotemperaturowy.

2.2. Lokalizacja

Przedmiotowy budynek zlokalizowany jest w Białymstoku na osiedlu budynków wielorodzinnych jako skrajny od strony północno-zachodniej oznaczony na planie sytuacyjnym kolorem niebieskim. Od strony północnej i zachodniej wokół osiedla brak zabudowań i innych przeszkód terenowych. Od strony wschodniej i południowej budynek osłonięty jest pozostałymi budynkami osiedla o jednakowej wysokości. Lokalizacja przestrzenna zabudowań osiedla przedstawiona jest na planie sytuacyjnym jak niżej.



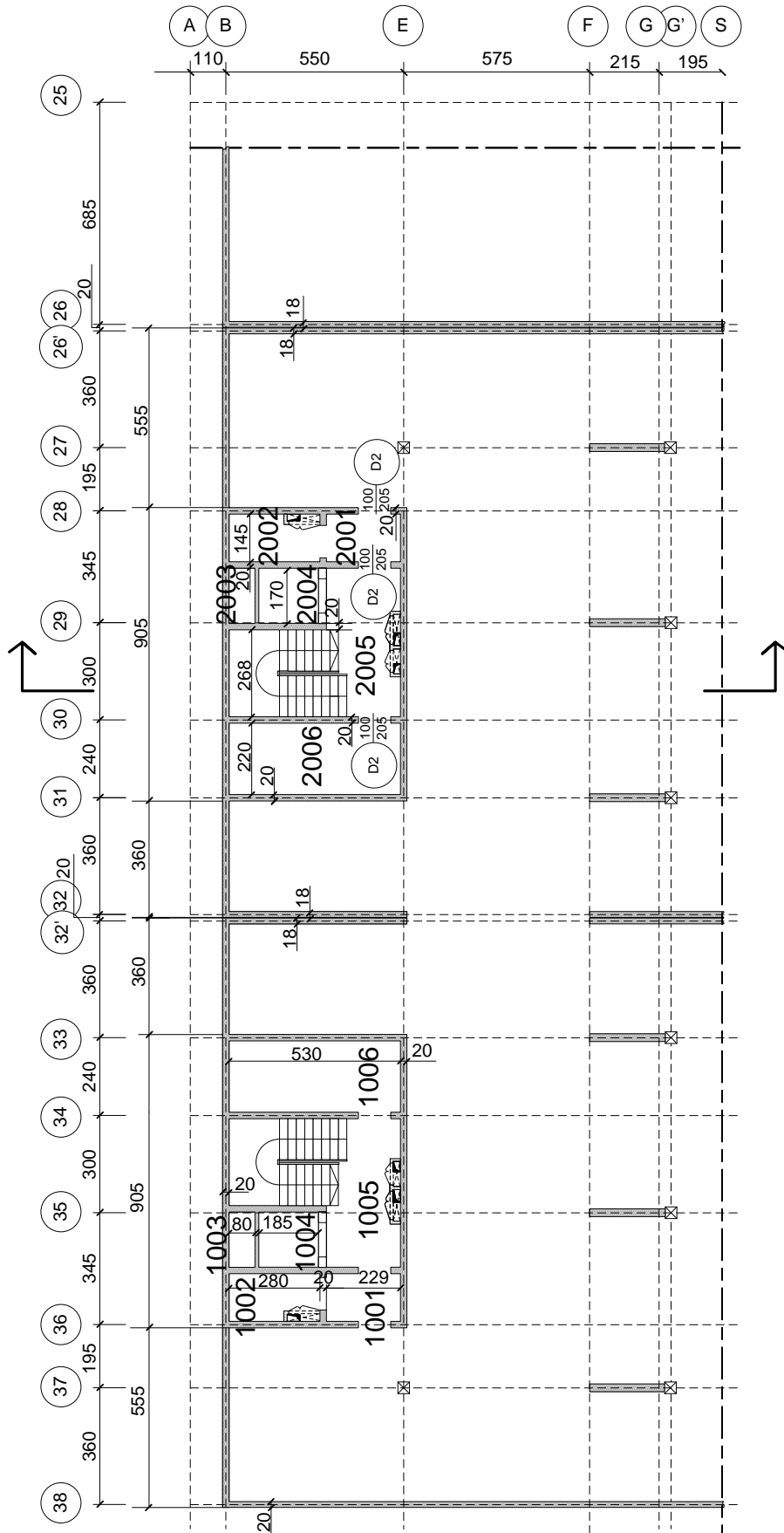
Tabl. 2.2. Dane klimatyczne

M-c	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
MDBT	-4,9	-2	1,7	7,3	13,2	15,9	17,3	14,5	12,1	7,1	1,6	-1,3
MINDBT	-17,6	-12,8	-10,4	-5	1,5	4,8	6,6	4	2,3	-4,2	-14,7	-15,2
MAXDBT	6,1	3,7	15,5	24,2	26,9	30,7	30,8	25,9	23,8	22,3	10,7	7,8
MSKYT	-14,7	-11,5	-7,8	-2,2	4,8	7,8	9,5	5,8	2,7	-1,3	-6,1	-9,8
ITH	20 830	27 673	59 742	93 819	137 095	142 755	139 100	115 463	84 516	40 449	19 653	16 040
IDH	4 208	8 011	15 285	26 308	55 722	46 273	43 454	32 733	29 467	9 154	3 836	997
ISH	16 621	19 661	44 456	67 510	81 372	96 482	95 646	82 730	55 048	31 294	15 817	15 043

2.3. Rzuty i przekroje budynku

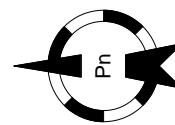
Tabl. 2.3. Zestawienie poszczególnych powierzchni pomieszczeń samodzielnych części techniczno-użytkowych

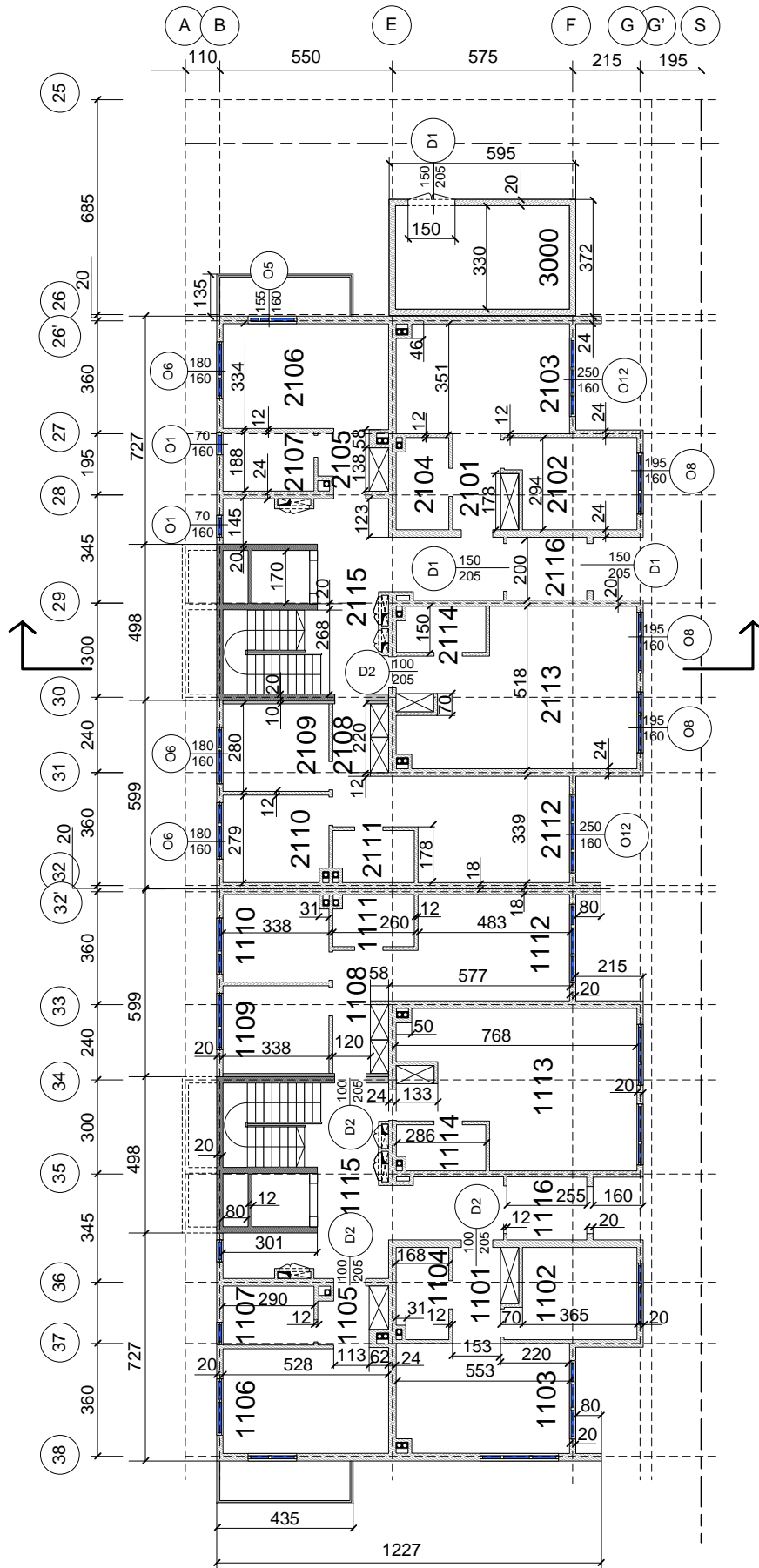
samodzielna całość techniczno-użytkowa nr 1						samodzielna całość techniczno-użytkowa nr 2							
Q _{int,H}	Nr	nazwa pomieszczenia	V _o	osoba	Af	Q _{int,H}	Nr	nazwa pomieszczenia	V _o	osoba	Af		
C°	-	-	m ³ /h	sct-u 1	m ²	C°	-	-	m ³ /h	sct-u 2	m ²		
					V						V		
					m ³						m ³		
20	1101	przedpokój			5,68	15,42	20	2101	przedpokój		5,68	15,42	
20	1102	sypialnia			11,26	30,57	20	2102	sypialnia		11,26	30,57	
20	1103	pokój z kuchnią			19,09	51,83	20	2103	pokój z kuchnią		19,09	51,83	
24	1104	łazienka			4,75	12,90	24	2104	łazienka		4,75	12,90	
20,47		mieszkanie nr 1	120	2	40,78	110,72	20,47		mieszkanie nr 1	120	3	40,78	110,72
20	1105	przedpokój			2,90	7,87	20	2105	przedpokój		2,90	7,87	
20	1106	pokój z kuchnią			17,62	47,84	20	2106	pokój z kuchnią		17,62	47,84	
24	1107	łazienka			5,40	14,66	24	2107	łazienka		5,40	14,66	
20,83		mieszkanie nr 2	120	1	25,92	70,37	20,83		mieszkanie nr 2	120	1	25,92	70,37
20	1108	przedpokój			7,04	19,11	20	2108	przedpokój		7,04	19,11	
20	1109	sypialnia			9,40	25,52	20	2109	sypialnia		9,40	25,52	
20	1110	kuchnia			9,23	25,06	20	2110	kuchnia		9,23	25,06	
24	1111	łazienka			4,13	11,21	24	2111	łazienka		4,13	11,21	
20	1112	pokój			17,48	47,46	20	2112	pokój		17,48	47,46	
20,35		mieszkanie nr 3	120	3	47,28	128,36	20,35		mieszkanie nr 3	120	4	47,28	128,36
20	1113	pokój z kuchnią			34,35	93,26	20	2113	pokój z kuchnią		34,35	93,26	
24	1114	łazienka			4,10	11,13	24	2114	łazienka		4,10	11,13	
20,43		mieszkanie nr 4	120	1	38,45	104,39	20,43		mieszkanie nr 4	120	1	38,45	104,39
20,48		parter	480	7	152,43	827,68	20,48		parter	480	9	152,43	827,68
20	1201	sypialnia			9,40	25,52	20	2201	sypialnia		9,40	25,52	
20	1202	kuchnia			9,14	24,82	20	2202	kuchnia		9,14	24,82	
24	1203	łazienka			4,04	10,97	24	2203	łazienka		4,04	10,97	
20	1204	pokój			17,80	48,33	20	2204	pokój		17,80	48,33	
20	1205	przedpokój			7,06	19,17	20	2205	przedpokój		7,06	19,17	
20,34		mieszkanie nr 5	120	4	47,44	128,81	20,34		mieszkanie nr 5	120	4	47,44	128,81
20	1206	pokój z kuchnią			34,25	92,99	20	2206	pokój z kuchnią		34,25	92,99	
24	1207	łazienka			4,02	10,91	24	2207	łazienka		4,02	10,91	
20,42		mieszkanie nr 6	120	3	38,27	103,90	20,42		mieszkanie nr 6	120	4	38,27	103,90
20	1208	pokój z kuchnią			34,25	92,99	20	2208	pokój z kuchnią		34,25	92,99	
24	1209	łazienka			4,10	11,13	24	2209	łazienka		4,10	11,13	
20,43		mieszkanie nr 7	120	3	38,35	104,12	20,43		mieszkanie nr 7	120	3	38,35	104,12
20	1210	pokój			17,92	48,65	20	2210	pokój		17,92	48,65	
24	1211	łazienka			3,78	10,26	24	2211	łazienka		3,78	10,26	
20	1212	sypialnia			9,53	25,87	20	2212	sypialnia		9,53	25,87	
20	1213	kuchnia			7,87	21,37	20	2213	kuchnia		7,87	21,37	
20	1214	przedpokój			5,86	15,91	20	2214	przedpokój		5,86	15,91	
20,34		mieszkanie nr 8	120	4	44,96	122,06	20,34		mieszkanie nr 8	120	5	44,96	122,06
20,38		pietro 1	480	14	169,02	458,89	20,38		pietro 1	480	16	169,02	458,89
20	1301	sypialnia			9,40	25,52	20	2301	sypialnia		9,40	25,52	
20	1302	kuchnia			9,04	24,54	20	2302	kuchnia		9,04	24,54	
24	1303	łazienka			3,95	10,72	24	2303	łazienka		3,95	10,72	
20	1304	pokój			17,80	48,33	20	2304	pokój		17,80	48,33	
20	1305	przedpokój			7,25	19,68	20	2305	przedpokój		7,25	19,68	
20,33		mieszkanie nr 9	120	4	47,44	128,79	20,33		mieszkanie nr 9	120	5	47,44	128,79
20	1306	pokój z kuchnią			34,16	92,74	20	2306	pokój z kuchnią		34,16	92,74	
24	1307	łazienka			3,92	10,64	24	2307	łazienka		3,92	10,64	
20,41		mieszkanie nr 10	120	3	38,08	103,38	20,41		mieszkanie nr 10	120	3	38,08	103,38
20	1308	pokój z kuchnią			34,16	92,74	20	2308	pokój z kuchnią		34,16	92,74	
24	1309	łazienka			3,92	10,64	24	2309	łazienka		3,92	10,64	
20,41		mieszkanie nr 11	120	3	38,08	103,38	20,41		mieszkanie nr 11	120	2	38,08	103,38
20	1310	pokój			17,92	48,65	20	2310	pokój		17,92	48,65	
24	1311	łazienka			3,68	9,99	24	2311	łazienka		3,68	9,99	
20	1312	sypialnia			9,53	25,87	20	2312	sypialnia		9,53	25,87	
20	1313	kuchnia			7,78	21,12	20	2313	kuchnia		7,78	21,12	
20	1314	przedpokój			5,86	15,91	20	2314	przedpokój		5,86	15,91	
20,33		mieszkanie nr 12	120	4	44,77	121,54	20,33		mieszkanie nr 12	120	5	44,77	121,54
20,37		pietro 2	480	14	168,37	457,09	20,37		pietro 2	480	15	168,37	457,09
20	1401	sypialnia			9,40	25,90	20	2401	sypialnia		9,40	25,90	
20	1402	kuchnia			9,04	24,91	20	2402	kuchnia		9,04	24,91	
24	1403	łazienka			3,95	10,88	24	2403	łazienka		3,95	10,88	
20	1404	pokój			17,80	49,04	20	2404	pokój		17,80	49,04	
20	1405	przedpokój			7,25	19,97	20	2405	przedpokój		7,25	19,97	
20,33		mieszkanie nr 13	120	4	47,44	130,70	20,33		mieszkanie nr 13	120	5	47,44	130,70
20	1406	pokój z kuchnią			34,06	93,84	20	2406	pokój z kuchnią		34,06	93,84	
24	1407	łazienka			3,92	10,80	24	2407	łazienka		3,92	10,80	
20,41		mieszkanie nr 14	120	3	37,98	104,64	20,41		mieszkanie nr 14	120	2	37,98	104,64
20	1408	pokój z kuchnią			34,06	93,84	20	2408	pokój z kuchnią		34,06	93,84	
24	1409	łazienka			3,92	10,80	24	2409	łazienka		3,92	10,80	
20,41		mieszkanie nr 15	120	3	37,98	104,64	20,41		mieszkanie nr 15	120	3	37,98	104,64
20	1410	pokój			17,92	49,37	20	2410	pokój		17,92	49,37	



Rys. 2.3.1. Rzut kondygnacji piwnicznej – skala 1-200

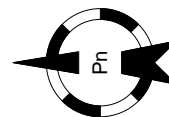
Uwaga: wymiary podane na rysunku są wymiarami konstrukcyjnymi
 zastosowano tynk mineralny o grubości:
 - 15 mm na powierzchniach zewnętrznych
 - 5 mm na powierzchniach wewnętrznych

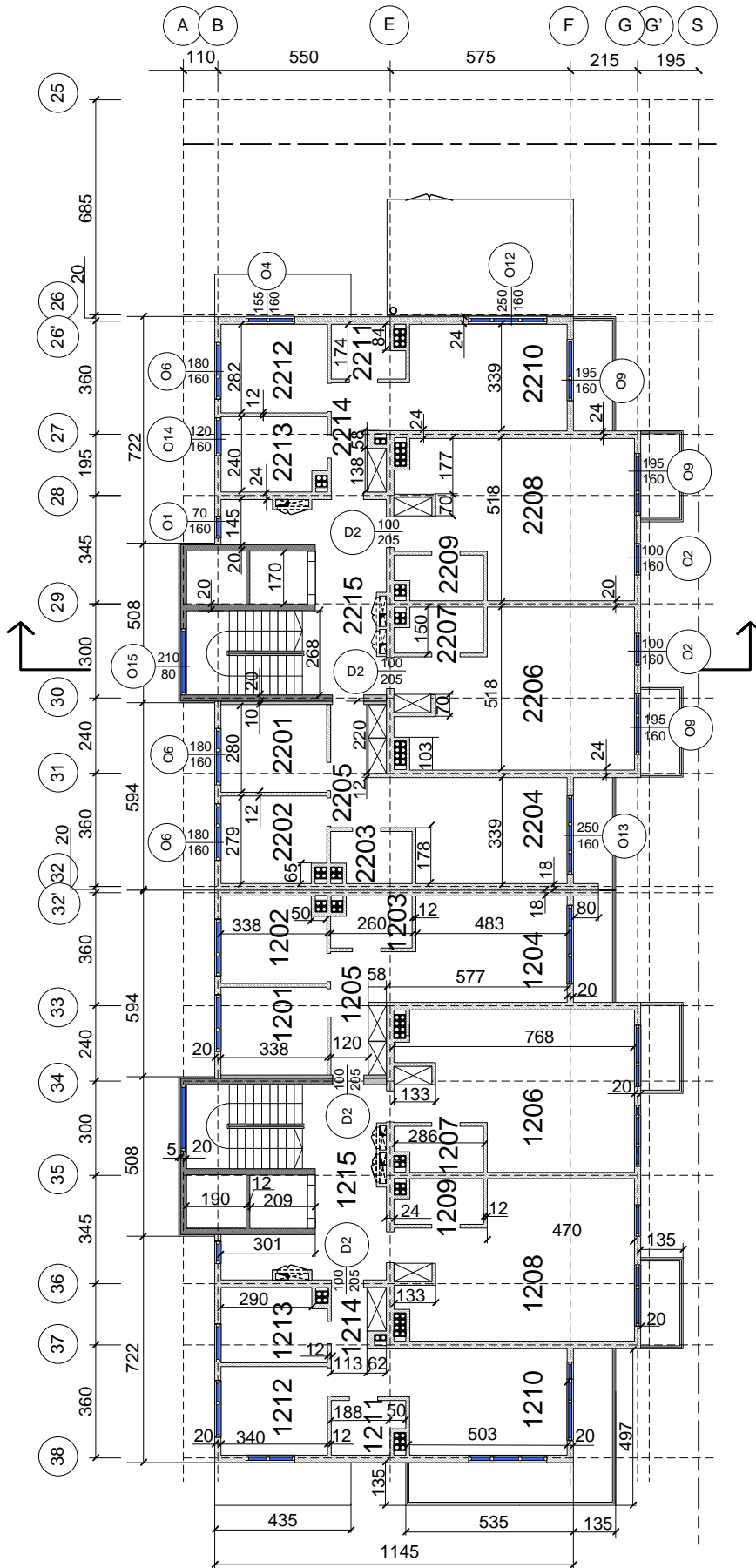




Rys. 2.3.2. Rzut kondygnacji parterowej – skala 1-200

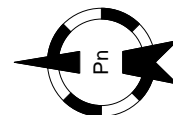
Uwaga: wymiary podane na rysunku są wymiarami konstrukcyjnymi
 zastosowano tynk mineralny o grubości:
 - 15 mm na powierzchniach zewnętrznych
 - 5 mm na powierzchniach wewnętrznych

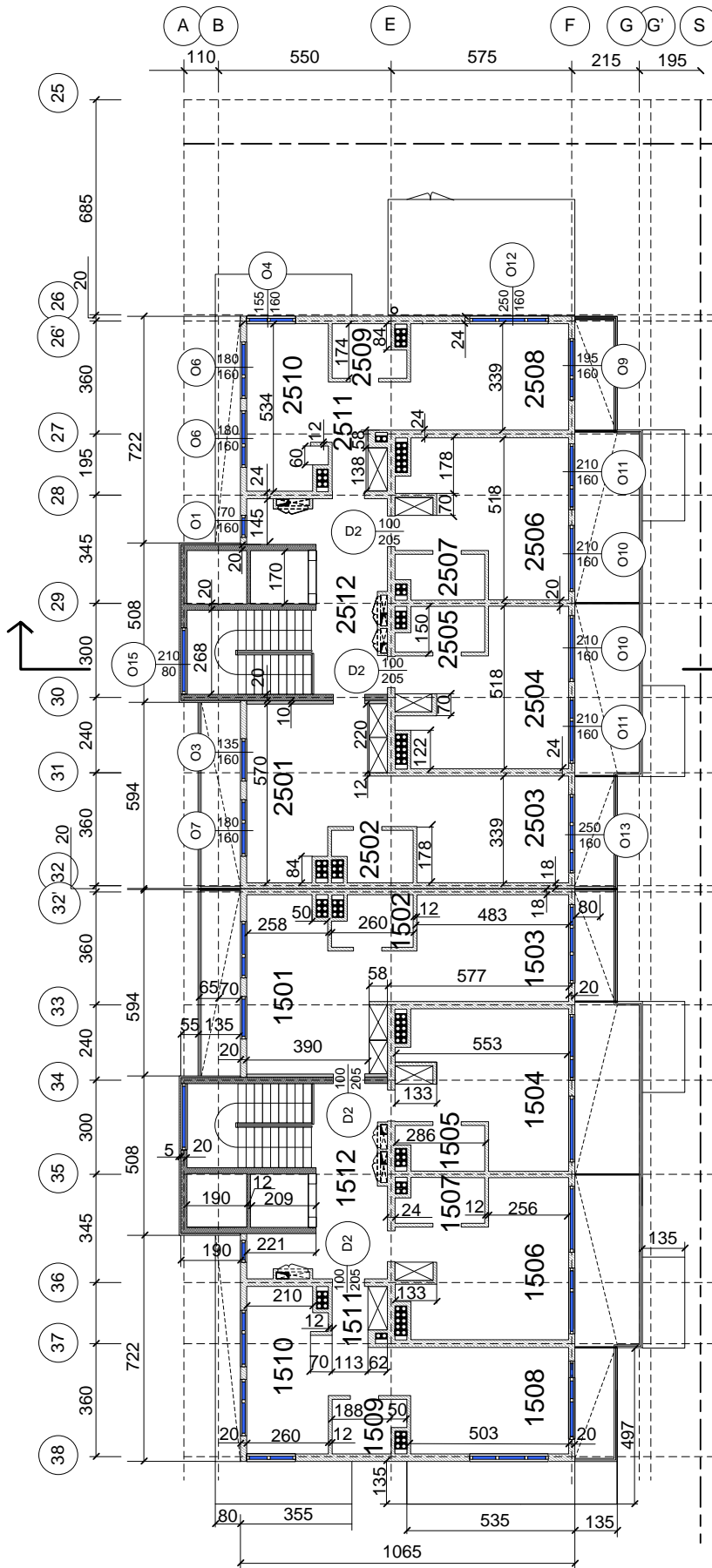




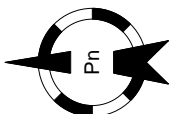
Rys. 2.3.3. Rzut kondygnacji powtarzalnej (1; 2; 3 piętro) – skala 1-200

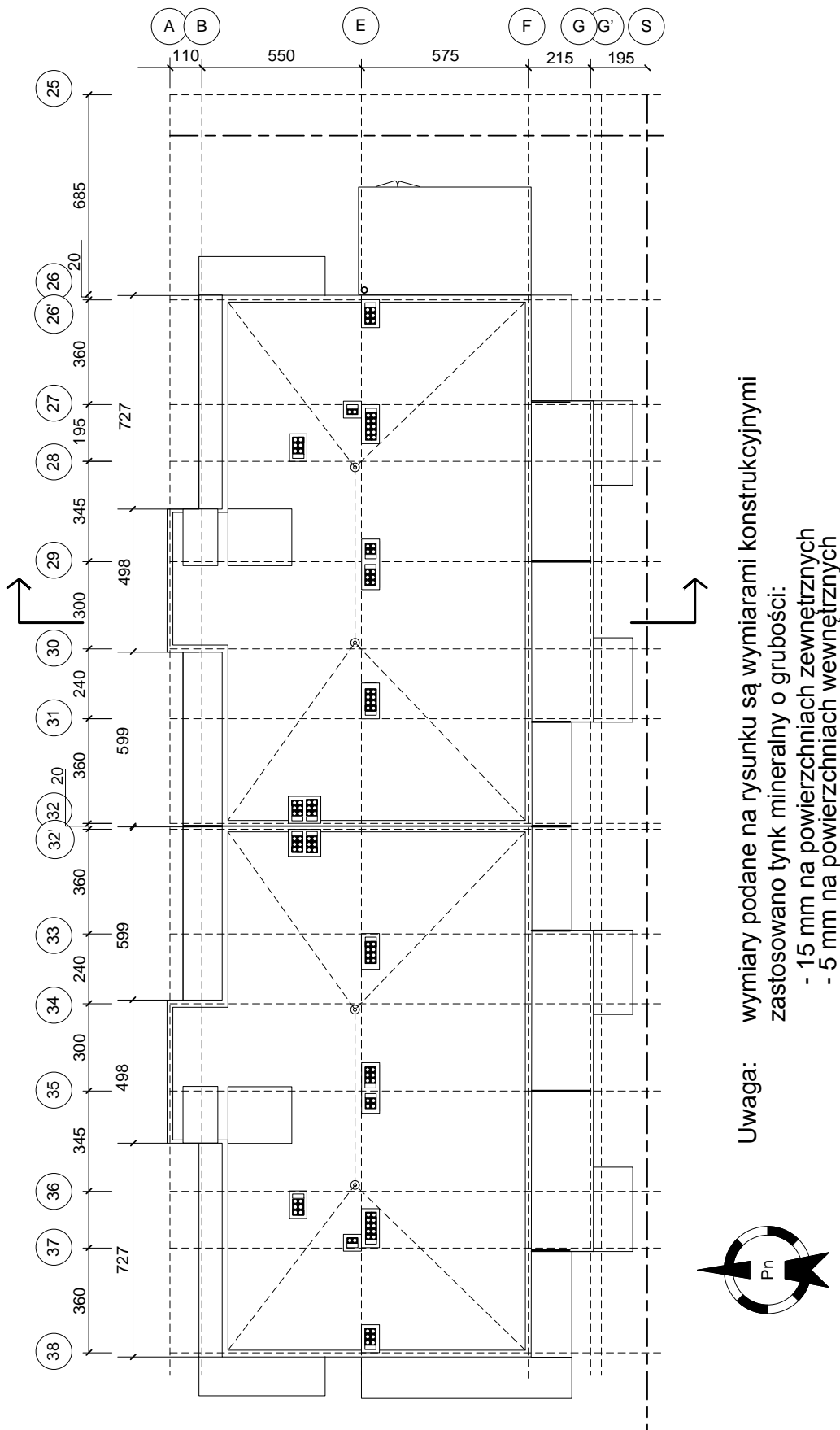
Uwaga: wymiary podane na rysunku są wymiarami konstrukcyjnymi
 zastosowano tynk mineralny o grubości:
 - 15 mm na powierzchniach zewnętrznych
 - 5 mm na powierzchniach wewnętrznych



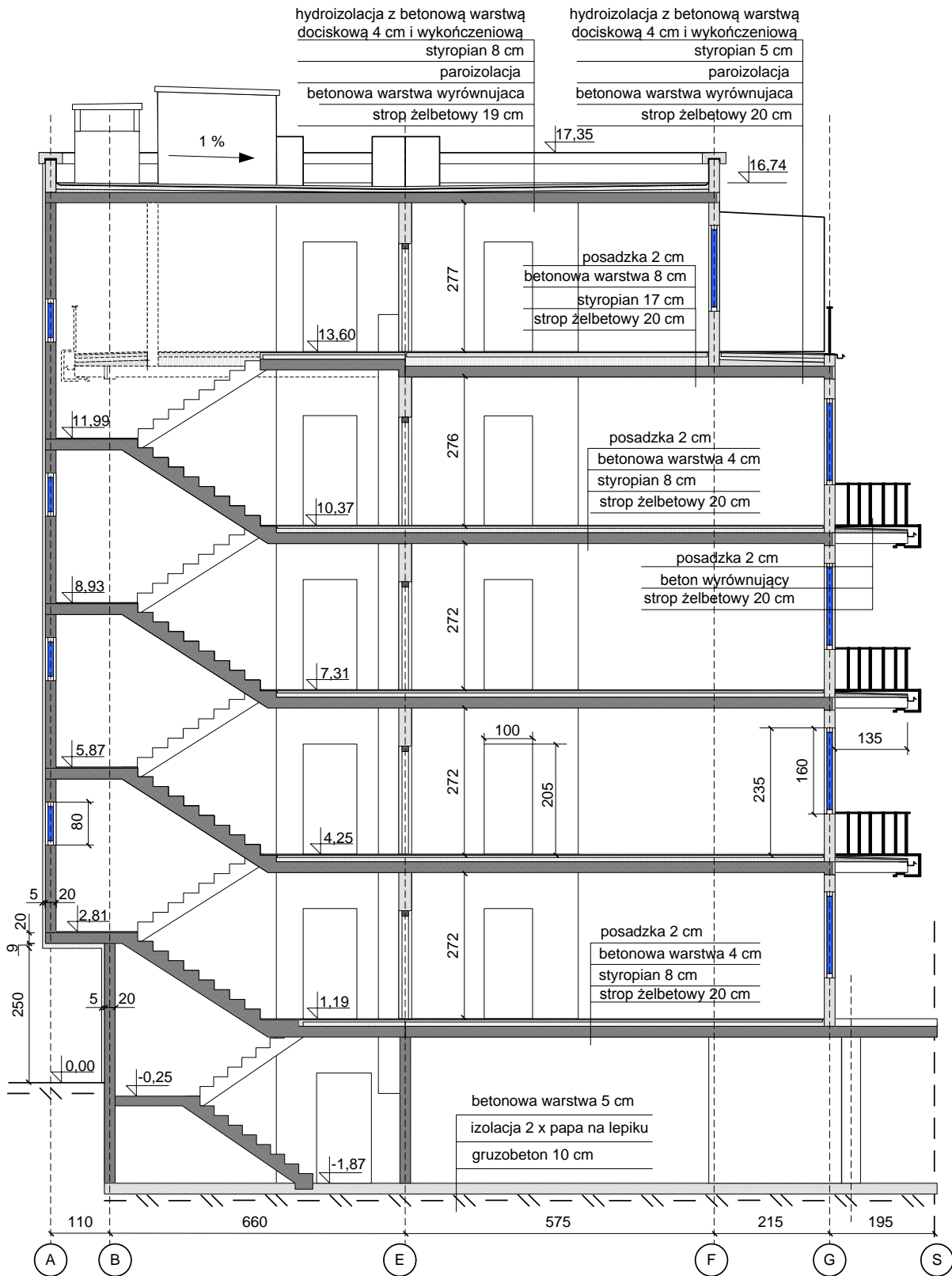


Rys. 2.3.4. Rzut poddasza (4 piętro) – skala 1-200


Uwaga: wymiary podane na rysunku są wymiarami konstrukcyjnymi
 zastosowano tynk mineralny o grubości:
 - 15 mm na powierzchniach zewnętrznych
 - 5 mm na powierzchniach wewnętrznych



Rys. 2.3.5. Rzut dachu – skala 1-200



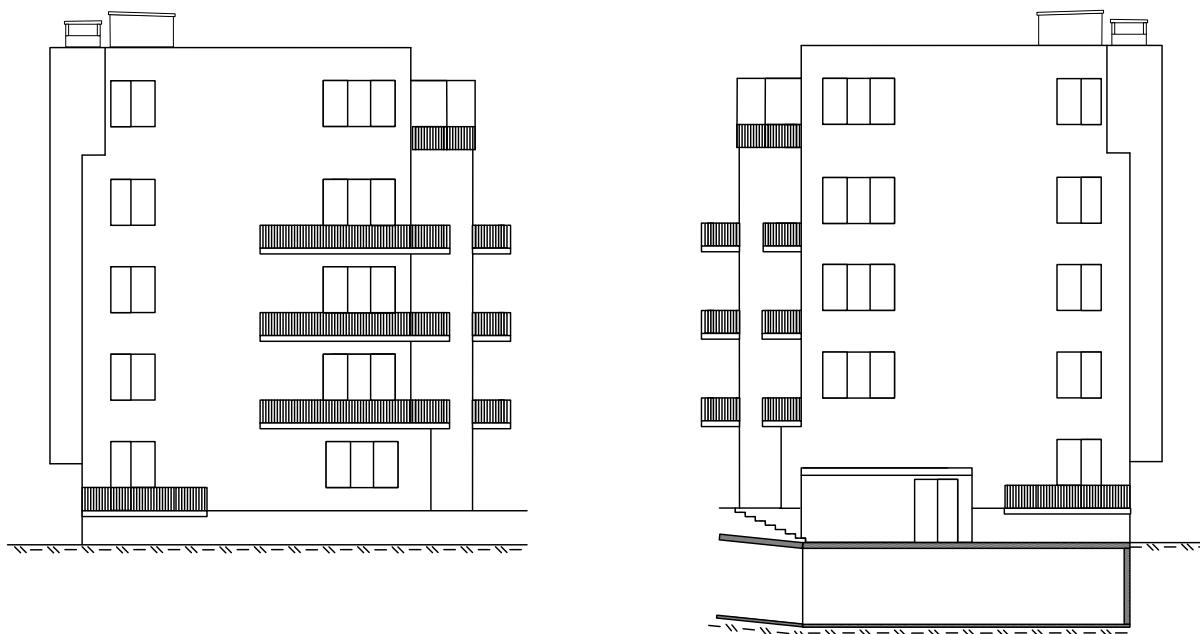
Rys. 2.3.6. Przekrój – skala 1-100



Rys. 2.3.7. Widok fasady frontowej - południowej



Rys. 2.3.8. Widok fasady tylnej - północnej



Rys. 2.3.9. Widok fasady bocznej – odpowiednio zachodniej i wschodniej

2.4. Konstrukcja przegród, mostki cieplne, szczelność powietrzna

Bryła budynku składa się z trzech części zabudowanych na osi wschód-zachód. Dwie jednakowe części rozdzielone dylatacją stanowi pięciokondygnacyjną część mieszkalną. Trzecią część stanowi jednokondygnacyjne podpiwniczenie garażowe.

Kondygnacje nadziemne zrealizowano w technologii tradycyjnej z zastosowaniem pustaków Ytong natomiast część środkowa stanowiąca komunikację zrealizowano w technologii żelbetowej. W technologii żelbetowej zrealizowana jest całkowicie część garażowa. Wszystkie stropy wykonano w technologii żelbetowej. Dach płaski ze spadem 1 % i odwodnieniem połaci dachowej poprzez wpusty dachowe w jej części środkowej.

Szczelność budynku nie została określona metodami pomiarowymi. Przyjęto do obliczeń na etapie wstępnym wielkość wynikającą z równania 1.39.2 tj. dla budynku bez próby szczelności średnio osłoniętego.

Mostki cieplne i ich wpływ na zużycie energii do ogrzewania określony jest w wariantcie podstawowym poprzez dodatek uwzględniający udział mostków cieplnych. Natomiast w obliczenia wariantu po modernizacji budynku, każdy mostek cieplny określony jest na podstawie indywidualnych obliczeń w procesie jego optymalizacji.

2.5. Technika budynku

2.5.1 Instalacja grzewcza

Analizowany budynek wyposażony jest w dwie instalacje centralnego ogrzewania po jednej dla każdej części mieszkalnej. Instalacja grzewcza zasilana jest z węzła cieplnego (pomieszczenie 1006 / 2006) dla którego źródło ciepła stanowi miejska sieć ciepłna. Parametry temperaturowe miejskiej sieci ciepłnej są 130/80 °C dla $t_z = -22$ °C i regulacji jakościowej z kompensacją dla ciepłej wody. Dla potrzeb centralnego ogrzewania zamówiona

moc cieplna wynosi 60 kW. Transformacja parametrów następuje w kompaktowej stacji wymiennikowej. Parametry instalacji centralnego ogrzewania 95/70 °C regulowane są poprzez automatykę pogodowo-czasową w węźle cieplnym w funkcji temperatury zewnętrznej. Ciepło rozprowadzane jest instalacją zbiorczą szachem instalacyjnym klatki schodowej. Izolację rur wykonano z pianki PE o grubości 9 mm. Na każdym piętrze zabudowy jest rozdzielacz etażowy zasilający instalacje mieszkaniowe wraz z licznikami ciepła. Instalacja mieszkaniowa prowadzona jest w przestrzeni izolacji termicznej w posadzce zasilając grzejniki płytowe z konwektorami. Na każdym grzejniku zabudowano zawory regulacyjne z głowicami termostatycznymi. Szczegółowe dane w zakresie instalacji zawarte są w arkuszu, w którym obliczana jest energia użytkowa i końcowa dla wariantu po modernizacji.

Pomieszczenie węzła cieplnego oraz klatki schodowej są przestrzeniami nieklimatyzowanymi w rozumieniu PN-EN ISO 13789.

2.5.2 Instalacja wentylacyjna

Przedmiotowy budynek posiada wyłącznie wentylację grawitacyjną dla każdego mieszkania indywidualną. Ilość kanałów wentylacyjnych zależy od układu funkcjonalnego danego mieszkania. Obliczeniowe ilości powietrza wentylacyjnego przypadające na dane mieszkanie zestawione zostało w tabelicy Tabl. 2.3

2.5.3 Instalacja ciepłej wody

Proces przygotowania ciepłej wody realizowany jest indywidualnie w węźle cieplnym dla każdej samodzielnej części techniczno-użytkowej budynku. Układ technologiczny składa się z kompaktowego wymiennika ciepła zasilanego z miejskiej sieci ciepłej, zasobnika ciepłej wody o pojemności 550 dm³ oraz pompy cyrkulacyjno-ładującej, procesem steruje wspólny regulator centralnego ogrzewania i ciepłej wody. Ciepła woda o temperaturze 50 °C dystrybuowana jest szachem instalacyjnym, w którym to zabudowano rury wraz z izolacją termiczną z PE o grubości 9 mm. Na każdym piętrze zabudowano rozdzielacz wraz z wodomierzami. Instalacja mieszkaniowa prowadzona jest w warstwie izolacyjnej podposadzkowej. Równoległe do przewodu zasilającego zabudowano izolowany termicznie PE 9 mm przewód cyrkulacyjny. Szczegółowe dane w zakresie instalacji zawarte są w arkuszu, w którym obliczana jest energia użytkowa i końcowa dla wariantu po modernizacji.

2.6. Zaopatrzenie budynku w energię

Zapotrzebowanie budynku na energię dla potrzeb centralnego ogrzewania i przygotowanie ciepłej wody pokrywane jest z miejskiej sieci ciepłej pracującej na parametrach 130/80 °C regulacji jakościowej z kompensacją na potrzeby ciepłej wody zapotrzebowana moc cieplna wynosi odpowiednio 60 kW na potrzeby centralnego ogrzewania i 20 kW na potrzeby ciepłej wody.

Zapotrzebowana energia elektryczna budynku realizowana jest z sieci systemowej

3. WYMAGANIA OCHRONY CIEPLNEJ BUDYNKU

Tabl. 3.1. Wymagania ochrony cieplnej budynku

Budynek mieszkalny bez chłodzenia	
EP_H	97,48 kWh/m ² rok
EP_W	16,96 kWh/m ² rok
EP_{H+W}	114,44 kWh/m ² rok

4. OBLICZENIA CIEPLNE BUDYNKU – WARIANT PODSTAWOWY

4.1. Dane wyjściowe

Pod pojęciem wariant podstawowy rozumie się stan budynku, który to od czasu jego oddania do użytku nie podlegał pracom modernizacyjnym/przebudowie a jedynie prowadzone były bieżące prace konserwacyjne. Budynek będący przedmiotem niniejszej pracy jest budynkiem zrealizowanym w zakresie standardów energetycznych określonych w PN-82/B-02020 Ochrona cieplna budynków – Wymagania i obliczenia.

Przeprowadzona analiza średniego współczynnika przenikania obudowy budynku wykazała wartość 0,825 W/m²K. Uwzględniając powyższe oraz fakt, że budynek posiada wentylację grawitacyjną ocena energetyczna budynku podlega metodzie uproszczonej obliczania zapotrzebowania na energię pierwotną dla ogrzewania i wentylacji budynków mieszkalnych opartej na stopniogodzinach sezonu grzewczego określonej w pkt. 6 załącznika 5 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz.U. nr 201 poz. 1240 z 2008 r.)

Układ konstrukcyjny budynku i jego instalacja stanowi dwie samodzielne całości techniczno-użytkowe.

Tabl. 4.1. Dane budynku

Przeznaczenie budynku	Budynek mieszkalny bez chłodzenia		
Liczba kondygnacji grzewczych		5	-
Powierzchnia użytkowa ogrzewana	A_f	1 598,68	m ²
Powierzchnia użytkowa chłodzona	A_{fC}	0	m ²
Kubatura wentylowana budynku	V	5 195,68	m ³
Kubatura budynku po obrysie zewnętrznym	V_e	6 022,26	m ³
Powierzchnia przegród zewnętrznych	A_e	2 840,62	m ²
Powierzchnia ścian zewnętrznych	A	2 043,75	m ²
Współczynnik kształtu A/V	A/V_e	0,472	1/m
Projektowana liczba osób	L	128	os
Strumień powietrza na osobę	V_i	37,5	m ³ /h·os
Jednostkowy strumień powietrza	V_{went}	3,0	m ³ /h·m ²
Dobowe zużycie ciepłej wody	V_{cw}	38,4	dm ³ /os·d

Temperatura ciepłej wody	t_{cw}	55	°C
Bezwymiarowy czas użytkowania ciepłej wody	b_t	0,90	dni/rok
Średni wskaźnik powierzchni na osobę	a_1	12,49	m ² /os
Szczelność budynku	n_{50}	----	h ⁻¹
Moc zainstalowana oświetlenia	PN	----	W/m2
Czas użytkowania oświetlenia	t_o	----	h/rok
Temperatura dla ogrzewania	$\Theta_{int,H}$	20,4	°C
Temperatura dla chłodzenia	$\Theta_{int,C}$	----	°C

Dane oszklenia

Współczynnik przepuszczalności energii promieniowania słonecznego dla przegrody dla zimy	g_z	0,7	[-]
Współczynnik przepuszczalności energii promieniowania słonecznego dla przegrody dla lata	g_L	----	[-]
Udział powierzchni przeszklonej okna	C	0,60	[-]

Współczynniki dotyczące zacienienia budynku

Współczynnik zacienienia budynku dla zimy	Z_z	0,6	[-]
Współczynnik zacienienia budynku dla lata	Z_L	0,6	[-]
Współczynnik osłonięcia	e	0,1	[-]
Współczynnik osłonięcia	F	15	[-]

4.2. Obliczenia współczynnika strat ciepła przez przenikanie

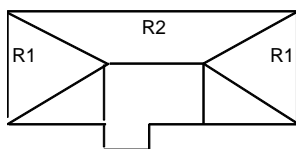
4.2.1 Współczynniki przenikania ciepła

Tabl. 4.2.1.1. Współczynnik przenikania ciepła dla ściany zewnętrznej

Ściana zewnętrzna S i N			
warstwa	d [cm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
R _{si}			0,130
Tynk wew.	0,5	0,70	0,007
Ytong PP4/0,6	20	0,16	1,250
Tynk zew	1,5	0,70	0,021
R _{se}			0,040
Opór całkowity			1,448 m ² K/W
Współ. przenikania U			0,69 W/m ² K

Tabl. 4.2.1.2. Współczynnik przenikania ciepła dla stropodachu

Strop V kodygnacji - stropodach			
warstwa	d [cm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
Rsi			0,100
tynk wewnętrzny	0,5	0,70	0,007
strop żelbetowy	19	1,70	0,112
EPS	8	0,04	2,000
beton z "wykończeniem"	6	1,00	0,060
Rse			0,040
Opór Ro			2,319 m ² K/W
Współ. przenikania Uo			0,431 W/m ² K ISO 6946 C
R1	beton wyrównawczy	6 1,00	0,060 m ² K/W
	Współ. przenikania U1		0,424 W/m ² K ISO 6946 C
R2	beton wyrównawczy	6 1,00	0,060 m ² K/W
	Współ. przenikania U2		0,426 W/m ² K
Współ. przenikania U ISO 6946 C.3			0,43 W/m ² K



4.2.2 Straty ciepła przez przegrody

Współczynnik strat ciepła przez przenikanie dla tej metody wprowadza dodatek uwzględniający udział mostków cieplnych ΔU_{tb} . Poniższa tabela zawiera obliczenia współczynnika strat ciepła przez przenikanie H_{tr} dla samodzielnej części techniczno-użytkowej nr 1

Tabl. 4.2.2.1. Straty ciepła przez przegrody przezroczyste i nieprzezroczyste

sct-u 1- Metodologia zał 5 pkt 6.3

H_{tr} W/K	nazwa powierzchni	A_i m ²	U W/m ² K	b_{tr} ----	$A_i \cdot U_i \cdot b_{tr,i}$ W/K	$\Delta U_{tb,i}$ W/m ² K	$\Delta U_{tb,i} \cdot A_i$ W/m ² K
	posadzka parteru	183,05	0,42	1	76,882		0,000
	strop podcienia	3,15	0,42	1	1,324		0,000
	strop przedsionka	13,01	0,40	0,5	2,603		0,000
	strop IV kondygnacji	33,421	0,43	1	14,371		0,000
	strop stropodachu	165,792	0,43	1	71,291		0,000
	ściana dylatacyjna	179,91	0,68	0,022	2,691		0,000
	ściana kl sch i przed Ytong 24	166,73	0,68	0,5	56,689		0,000
	D2	30,75	3,74	0,5	57,503		0,000
	ściana kl sch i przed Ytong 20	20,01	0,66	0,5	6,604		0,000
	ściana kl sch i przed żelbet plus	74,47	0,99	0,5	36,865		0,000
	D2	10,25	3,74	0,5	19,168		0,000
	ściana N Ytong 20	138,396	0,69	1	95,493	0,1	13,840
	O1	1,12	1,93	1	2,162		0,000
	O3	2,16	1,94	1	4,19		0,000
	O6	40,32	1,94	1	78,221		0,000
	O7	3,48	1,94	1	6,751		0,000
	O14	5,76	1,95	1	11,232		0,000
	ściana S Ytong 24	59,72	0,72	1	42,999	0,15	8,958
	ściana S Ytong 20	191,581	0,69	1	132,191	0,15	28,737
	O2	9,6	1,94	1	18,624		0,000
	O8	9,36	1,94	1	18,158		0,000
	O9	37,2	1,94	1	72,168		0,000
	O10	6,72	1,94	1	13,037		0,000
	O11	7,92	1,94	1	15,365		0,000
	O12	8	1,94	1	15,52		0,000
	O13	18,4	1,94	1	35,696		0,000
	ściana W	146,91	0,72	1	105,775	0,15	22,037
	O4	9,92	1,94	1	19,245		0,000
	O5	3,08	1,94	1	5,975		0,000
	O12	20	1,94	1	38,8		0,000
1 151,17	razem powierzchnia	1 600,21			1 077,59		73,57

4.2.3 Współczynnik strat ciepła przez przenikanie

Współczynnik strat ciepła przez przenikanie budynku

$H_{tr,sct-u1}$	1 151,17	W/K
$H_{tr,sct-u2}$	1 146,89	W/K

W odniesieniu do m² powierzchni ogrzewanej

$H_{tr',sct-u1}$	1,44	W/m ² ·K
$H_{tr',sct-u2}$	1,43	W/m ² ·K

4.3. Obliczenia współczynnika strat ciepła na wentylację

Metoda uproszczona korzysta z gotowej formuły wyznaczania współczynnika strat ciepła na wentylację w zależności od warunków otoczenia i przyjętej jego szczelności.

Dla budynku bez próby szczelności średnio osłoniętego wartość współczynnika strat ciepła na wentylację przyjmuje postać:

$$H_{Ve,1} = H_{Ve,2} = 0,190 \times V_e = 0,190 \times 3\,011,13 \text{ m}^3 = 572,11 \text{ W/K}$$

4.4. Obliczenia miesięcznych zysków ciepła od nasłonecznienia

Metoda uproszczona wprowadza formułę rocznych uśrednionych zysków ciepła od nasłonecznienia.

Tabl. 4.4. Wartości zysków od nasłonecznienia sezonie grzewczym

sct-u 1- Metodologia zał 5 pkt 6.3						$Q_{sol} = \sum ci \cdot A_{l,s,i} \cdot g$		$Q_{sol} = \sum ci \cdot A_{l,s,i} \cdot g$		$Q_{sol} = \sum ci \cdot A_{l,s,i} \cdot g$	
nazwa powierzchni	A_i	A_w	ilość	g	A_g	ilość	N	ilość	S	ilość	W
-	m ²	m ²	szt	----	m ²	szt	kWh/(m ² rok)	szt	kWh/(m ² rok)	szt	kWh/(m ² rok)
O1	1,12	1,12	1	0,7	0,70	1	71,05				
O3	2,16	2,16	1	0,7	1,61	1	163,415				
O6	40,32	2,88	14	0,7	2,10	14	2984,1				
O7	3,48	3,48	1	0,7	2,55	1	258,825				
O14	5,76	1,92	3	0,7	1,68	3	511,56				
O2	9,6	1,60	6	0,7	1,12			6	1646,4		
O8	9,36	3,12	3	0,7	2,31			3	1697,85		
O9	37,2	3,72	10	0,7	2,76			10	6762		
O10	6,72	3,36	2	0,7	2,52			2	1234,8		
O11	7,92	3,96	2	0,7	2,97			2	1455,3		
O12	8	4,00	2	0,7	2,94			2	1440,6		
O13	18,4	4,60	4	0,7	3,39			4	3322,2		
O4	9,92	2,48	4	0,7	1,75					4	1078
O5	3,08	3,08	1	0,7	2,20					1	338,8
O12	20	4,00	5	0,7	2,94					5	2263,8
				kWh/rok	25 228,70		3 988,95		17 559,15		3 680,60

4.5. Obliczenia miesięcznych wewnętrznych zysków ciepła

Metoda uproszczona korzysta z gotowej formuły wyznaczania zysków ciepła w sezonie grzewczym. Dla budynku mieszkalnego wielorodzinnego wartość zysków ciepła w sezonie grzewczym przyjmuje postać:

$$Q_{int,1} = Q_{int,2} = 22 \times A_f = 22 \times 799,36 \text{ m}^2 = 17\,586 \text{ kWh/rok}$$

4.6. Obliczenia pojemności cieplnej budynku

Metoda uproszczona nie wprowadza procedur obliczania pojemności cieplnej budynku

4.7. Obliczenia zapotrzebowania energii użytkowej dla ogrzewania i wentylacji (wariant podstawowy)

Metoda uproszczona obliczania rocznego zapotrzebowania na energię pierwotną dla ogrzewania i wentylacji budynków mieszkalnych jest oparta na stopniogodzinach sezonu grzewczego. Formuła określająca roczne zapotrzebowanie ciepła do ogrzewania i wentylacji przyjmuje postać:

$$Q_{H,nd} = S_{th} * (H_{tr} + H_{ve}) - \eta_{H,s} * (Q_{int} + Q_{sol})$$

Tabl. 4.7. Dane do obliczeń zapotrzebowania energii użytkowej dla ogrzewania i wentylacji

Wyszczególnienie	ozn	sct-u 1	sct-u 2	jed.
Temperatura dla grzania	$\Theta_{int,H}$	20,4	20,4	°C
Temperatura dla chłodzenia	$\Theta_{int,C}$	----	----	°C
Współczynnik strat ciepła przez przenikanie	H_{tr}	1 151,17	1 146,89	W/K
Współczynnik strat ciepła przez wentylację	H_{ve}	572,11	572,11	W/K
Jednostkowe wewnętrzne zyski ciepła	q_i	22	22	kWh/m ² /rok
Powierzchnia o regulowanej temperaturze	A_f	799,34	799,34	m ²
Stopniogodziny sezonu grzewczego	S_{th}	108,50	108,50	kKh/rok
Sezonowy współczynnik efektywności zysków	$\eta_{H,s}$	0,95	0,95	-----
Wewnętrzne zyski ciepła dla sezonu grzewczego	Q_{int}	17 585	17 585	kWh/rok
Słoneczne zyski ciepła dla sezonu grzewczego	Q_{sol}	25 229	24 996	kWh/rok
Roczne zapotrzebowanie ciepła do ogrzewania i wentylacji	$Q_{H,nd}$	146 302	146 060	kWh/rok
Współczynnik nakładu instalacji grzewczej	w_{INS}	1,18		----
Energia końcowa dla budynku	$Q_{K,H}$	344 987		kWh/rok
Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii	w_H	1,3		-----
Energia pierwotna dla budynku	$Q_{P,H}$	448 483		kWh/rok
Wskaźnik energii końcowej dla ogrzewania	EK_H	215,8		kWh/m ² /rok
Wskaźnik energii pierwotnej dla ogrzewania	EP_H	280,5		kWh/m ² /rok

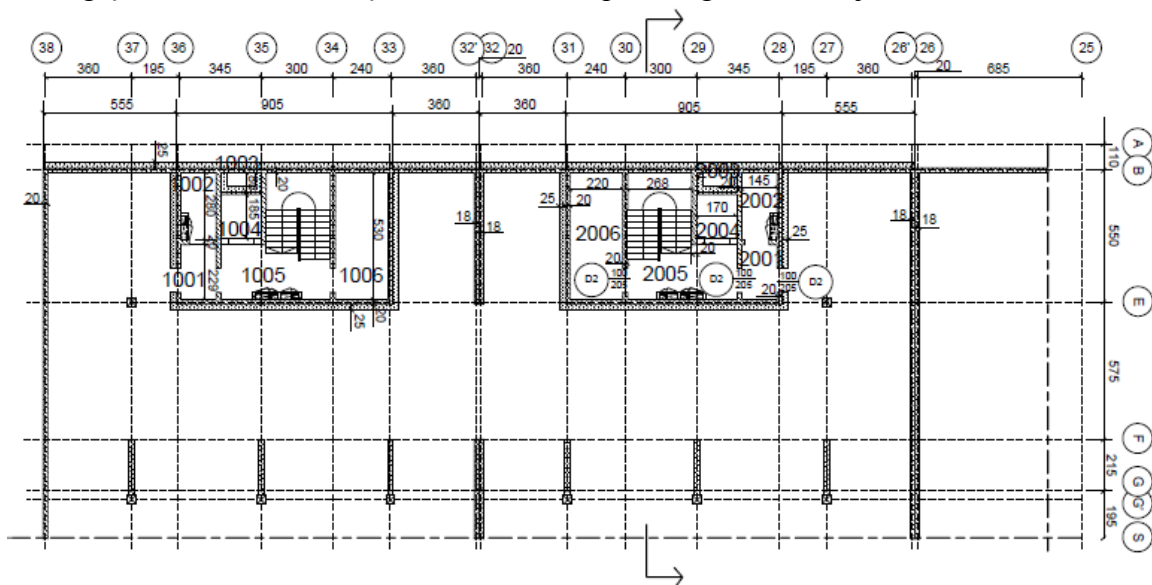
5. MODYFIKACJA BUDYNKU I TECHNIKI INSTALACYJNEJ

Budynek będący przedmiotem wcześniejszej oceny energetycznej poddano modernizacji. Celem główny przedsięwzięcia modernizacyjnego jest maksymalne obniżenie zapotrzebowanie na energię a szczególnie na energię pierwotną.

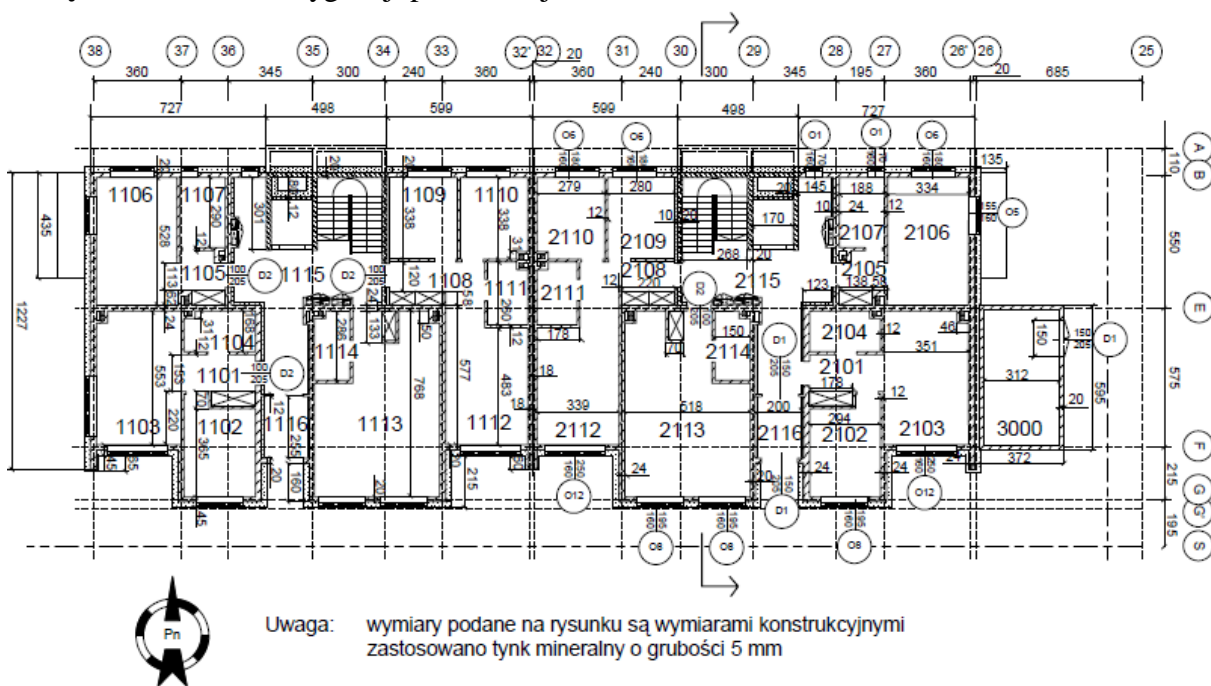
Modyfikację budynku przeprowadzono w następujących zakresach:

1. techniki budowlanej poprzez:
 - a. ocieplenie ścian zewnętrznych Styropianem o grubości 25 cm
 - b. ocieplenie ścian zewnętrznych żelbetowych PU o grubości 25cm tylko po stronie północnej budynku
 - c. ocieplenie ścian żelbetowych zewnętrznych klatki schodowej i węzła cieplnego na poziomie garażowym
 - d. przebudowa i ocieplenie płyt balkonowych poprzez izolację górnej części płyty PU o grubości 8 cm, czołowej 5 cm oraz dolnej 15 cm
 - e. przebudowa i ocieplenie płyt tarasowych strony północnej poprzez ocieplenie 20 cm PU od góry i dołu oraz 10 cm PU części czołowej
 - f. przebudowa i ocieplenie płyt tarasowych strony południowej poprzez ocieplenie 18 cm PU
 - g. dodatkowe ocieplenie połączenia dachowej 20 cm PU
 - h. ocieplenie szczelin dylatacyjnych poprzez wypełnienie szczeliny do głębokości 50 cm styropianem i w ramach ocieplenia budynku 25 cm styropianem
 - i. ocieplenie stropu garażowego 15 cm styropianu
 - j. ocieplenie ścian wewnętrznych z Ytonga klatki schodowej 10 cm styropianu
 - k. ocieplenie stropu przedsiionka i holu klatki schodowej 15 cm styropianu
 - l. wymianę ocieplających wewnętrzną ścianę żelbetową mieszkania płyt gipsowych na PU
 - ł. ocieplenie stropu przewiesia klatki schodowej od strony zewnętrznej 20 cm PU
 - m. przebudowę ściany śmietnika i wypełnienie powstałej przestrzeni 20 cm styropianu
 - n. ocieplenie występow ścian w części parterowej budynku styropianem
 - o. ocieplenie szybu wentylacyjnego 25 cm PU od strony wewnętrznej szybu ścian klatki schodowej
2. techniki otworowej poprzez:
 - a. wymianę stolarki okiennej na stolarkę PCV firmy Rehau profil Clima-Desing z pakietem trzyszybowym Guardian ClimaGuard N³ zabudowaną w głąb izolacji termicznej na głębokość 6 cm od strony lica ściany z styropianowym pakietem podparapetowym
 - b. wymianę stolarki drzwi na stolarkę PCV profilu Rehau Brillant_Desing z wypełnieniem pełnym zabudowie zoptymalizowanej pod kątem minimalizacji mostka cieplnego
 - c. na okna zabudowano żaluzje białe zewnętrzne o średniej szczelności
3. techniki instalacyjnej poprzez:
 - a. wymianę izolacji rur z PE na PU o grubości wymaganej WT 2008
 - b. zabudowę układu pozyskiwania energii z promieniowania na potrzeby ciepłej wody w skład którego wchodzi: 45 szt. 2m² kolektorów próżniowych, przewody przesyłowe, układ pompowy, wymiennik ciepła, zbiorniki o pojemności 1900 dm³ oraz układ sterujący. Kolektory słoneczne zabudowano pod dużym kątem celem ochrony przed przegrzaniem letnim jak również możliwie równomiernym pozyskiwaniem energii w skali roku. Średnioroczny wskaźnik pokrycia określony został na poziomie 74 %
 - c. zmodyfikowano układ technologiczny węzła cieplnego pod kątem maksymalnego wykorzystania energii promieniowania oraz wykorzystanie instalacji centralnego ogrzewania do chłodzenia na parametrach 15/18 °C

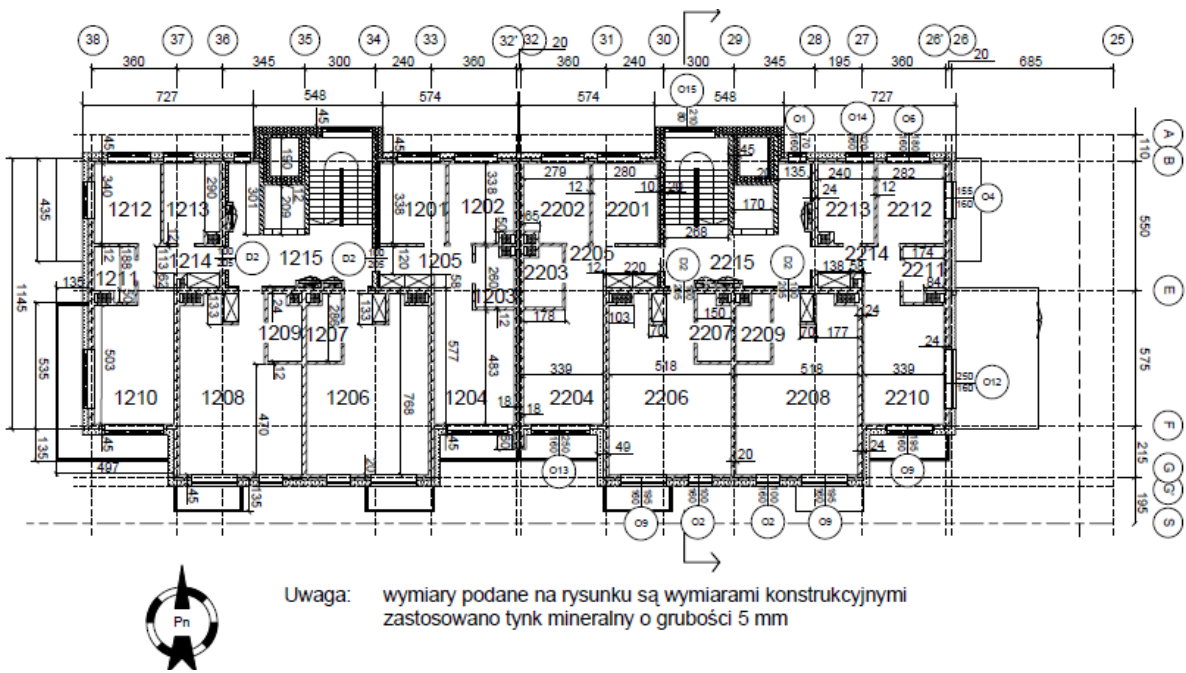
- d. zmieniono parametry instalacji centralnego ogrzewania z 95/70 °C na 45/35 °C celem wykorzystania już istniejącej infrastruktury. Dostosowano automatykę miejscową przygrzejnikową do sytemu grzanie/chłodzenie
- e. źródłem chłodu stanowić będzie sprężarkowa wytwornica wody lodowej ze sprężarką spiralną chłodzoną powietrzem wentylacyjnym garażu, z obiegiem wodnego roztworu glikolu z funkcją free cooling
- f. w każdym mieszkaniu indywidualnie zabudowano system wentylacji nawiewno-wywiewnej opartej na rekuperatorze ComfoAir 140 z wykorzystaniem istniejącego systemu kanałów wentylacji naturalnej
- g. pozostawiono dotychczasowe źródło ciepła, którym była miejska sieć ciepłna ze względu na docelowe włączenie do msc ciepłowni geotermalnej



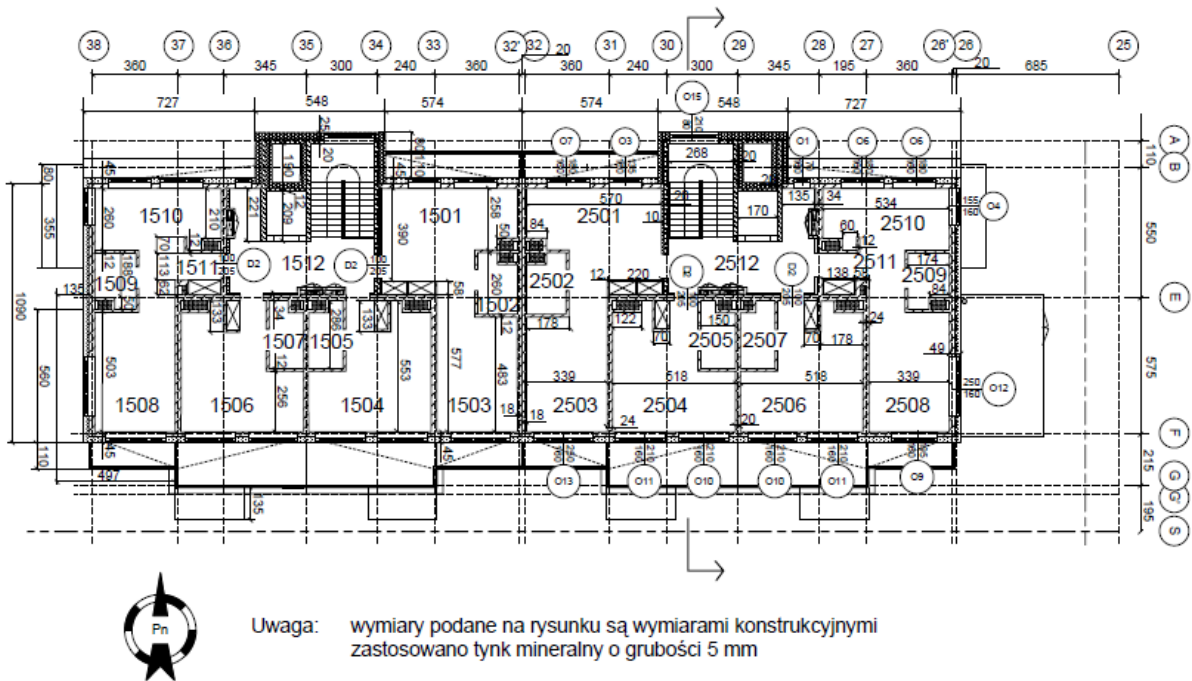
Rys. 5.1. Rzut kondygnacji piwnicznej



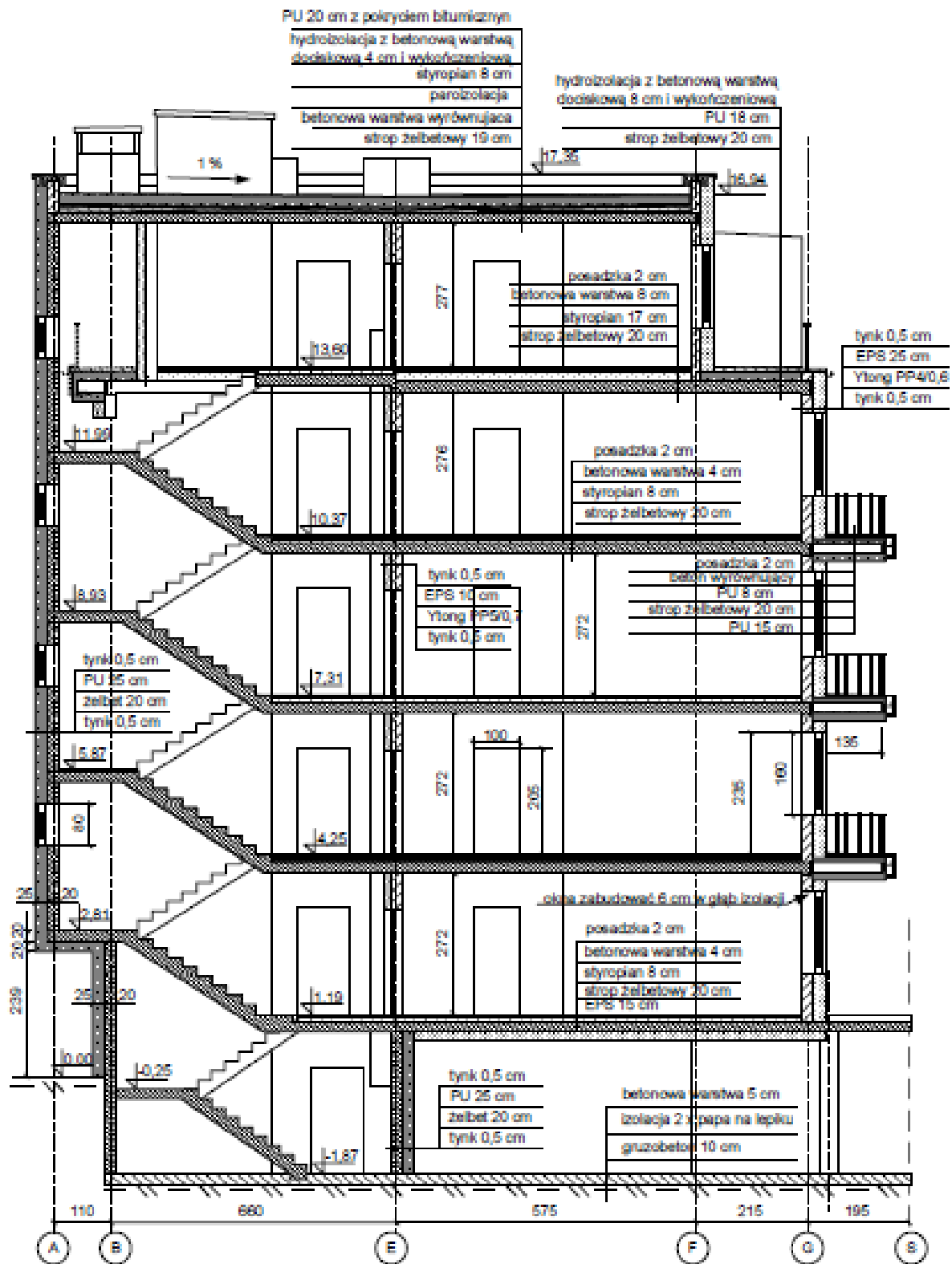
Rys. 5.2. Rzut kondygnacji parteru



Rys. 5.3. Rzut kondygnacji powtarzalnej (1-3 piętro)



Rys. 5.4. Rzut kondygnacji poddasza



Rys. 5.5. Przekrój – skala 1-100

6. OBLICZENIA CIEPLNE BUDYNKU WARIANT PO MODERNIZACJI

6.1. Dane wyjściowe

Wielkości i dane charakteryzują budynek po wykonaniu prac modernizacyjnych omówionych w pkt. 5 niniejszego opracowania

Tabl. 6.1. Dane budynku

Przeznaczenie budynku	Budynek mieszkalny z chłodzeniem		
Liczba kondygnacji grzewczych		5	-
Powierzchnia użytkowa ogrzewana	A_f	1 598,68	m^2
Powierzchnia użytkowa chłodzona	$A_{f,C}$	1 598,68	m^2
Kubatura wentylowana budynku	V	5 195,86	m^3
Kubatura budynku po obrysie zewnętrznym	V_e	6 746,94	m^3
Powierzchnia przegród zewnętrznych	A_e	2 980,92	m^2
Powierzchnia ścian zewnętrznych	A	2 134,90	m^2
Współczynnik kształtu A/V	A/V_e	0,442	1/m
Projektowana liczba osób	L	128	os
Strumień powietrza na osobę	V_i	37,5	$m^3/h \cdot os$
Jednostkowy strumień powietrza	V_{went}	3,0	$m^3/h \cdot m^2$
Dobowe zużycie ciepłej wody	V_{cw}	38,4	$dm^3/os \cdot d$
Temperatura ciepłej wody	t_{cw}	55	$^{\circ}C$
Bezwymiarowy czas użytkowania ciepłej wody	b_t	0,90	dni/rok
Średni wskaźnik powierzchni na osobę	a_1	1249	m^2/os
Szczelność budynku	n_{50}	1,5	h^{-1}
Temperatura dla ogrzewania	$\Theta_{int,H}$	20,4	$^{\circ}C$
Temperatura dla chłodzenia	$\Theta_{int,C}$	21,3	$^{\circ}C$

Dane oszklenia

Współczynnik przepuszczalności energii promieniowania słonecznego dla przegrody dla zimy	g_z	0,54	[-]
Współczynnik przepuszczalności energii promieniowania słonecznego dla przegrody dla lata	g_L	0,081	[-]
Udział powierzchni przeszklonej okna	C	0,6014	[-]

Współczynniki dotyczące zacielenia budynku

Współczynnik zacielenia budynku dla zimy	Z_z	0,884	[-]
Współczynnik zacielenia budynku dla lata	Z_L	0,884	[-]
Współczynnik osłonięcia	e	0,1	[-]
Współczynnik osłonięcia	f	15	[-]

6.2. Obliczenia współczynnika strat ciepła przez przenikanie

6.2.1 Współczynniki przenikania ciepła

Tabl. 6.2.1.1. Współczynnik przenikania ciepła dla ściany zewnętrznej

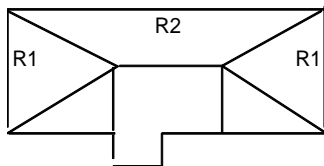
Ściana zewnętrzna S i N			
warstwa	d [cm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
R _{si}			0,130
Tynk wew.	0,5	0,70	0,007
Ytong PP4/0,6	20	0,16	1,250
EPS	25	0,045	5,556
Tynk zew	0,5	0,70	0,007
R _{se}			0,040
Opór całkowity			6,990 m ² K/W
Współ. przenikania U			0,14 W/m ² K

Tabl. 6.2.1.2. Współczynnik przenikania ciepła dla stropodachu

Strop V kodygnacji - stropodach			
warstwa	d [cm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
R _{si}			0,100
tynk wewnętrzny	0,5	0,70	0,007
strop żelbetowy	19	1,70	0,112
EPS	8	0,04	2,000
beton z "wykończeniem"	6	1,00	0,060
PU	20	0,028	7,143
R _{se}			0,040
Opór R _o			9,462 m ² K/W
Współ. przenikania U _o			0,106 W/m ² K

R1	beton wyrównawczy	6	1,00	0,060 m ² K/W
				Współ. przenikania U1
				0,105 W/m ² K
R2	beton wyrównawczy	6	1,00	0,060 m ² K/W
				Współ. przenikania U2
				0,105 W/m ² K

Współ. przenikania U ISO 6946 C.3			0,11 W/m ² K
-----------------------------------	--	--	--------------------------------



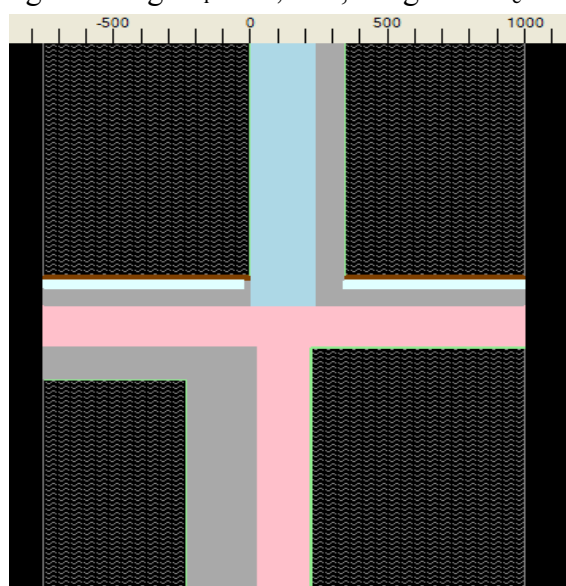
6.2.2 Straty ciepła przez przegrody nieprzezroczyste

Tabl. 6.2.2. Straty ciepła przez przegrody nieprzezroczyste i przezroczyste

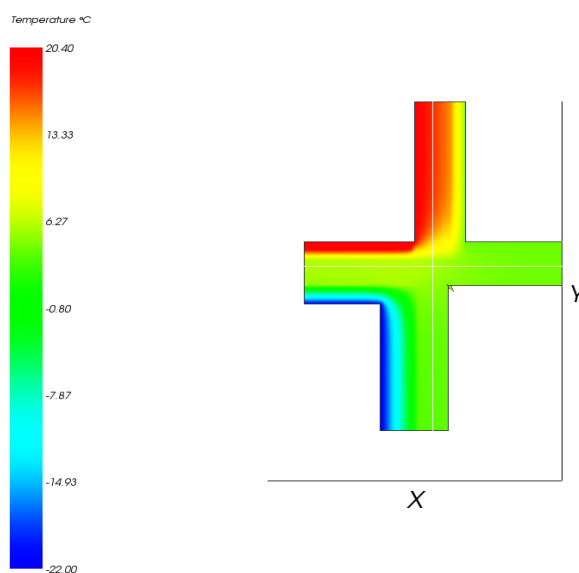
sct-u 1					sct-u 2				
przegroda	A m ²	U W/m ² K	b _{tr} -	A*U*b _{tr} W/K	przegroda	A m ²	U W/m ² K	b _{tr} -	A*U*b _{tr} W/K
ściana N	131,21	0,14	1	18,369	ściana N	131,21	0,14	1	18,369
okna N	52,84		1	31,49	okna N	52,84		1	31,49
ściana dylatacyjna	177,55	0,86	0,033	5,039	ściana dylatacyjna	177,55	0,86	0,033	5,039
ściana W	144,55	0,14	1	20,237	ściana E	148,55	0,14	1	20,797
okna W	33,00		1	19,90	okna E	29,00		1	17,50
ściana S	190,884	0,14	1	26,724	ściana S	190,884	0,14	1	26,724
okna S	97,20		1	57,71	okna S	97,20		1	57,71
posadzka parteru	174,908	0,17	1	29,734	posadzka parteru	174,908	0,17	1	29,734
1006/1109	17,7606	0,17	0,235	0,71	1006/1109	17,7606	0,17	0,235	0,71
strop przeds zew	2,384	0,17	1	0,405	strop przeds zew	2,384	0,17	1	0,405
strop przeds wew	5,48635	0,17	0,539	0,503	strop przeds wew	5,48635	0,17	0,539	0,503
strop przeds kl sch	6,64985	0,17	0,629	0,711	strop przeds kl sch	6,64985	0,17	0,629	0,711
ściana wew 24 plus	19,5316	0,27	0,539	2,842	ściana wew 24 plus	19,5316	0,27	0,539	2,842
ściana wew 20 plus	19,5316	0,27	0,539	2,842	ściana wew 20 plus	19,5316	0,27	0,539	2,842
ściana wew 24	140,89	0,27	0,629	23,927	ściana wew 24	140,89	0,27	0,629	23,927
D2	30,75	1,06	0,629	20,502	D2	30,75	1,06	0,629	20,502
ściana wew żelbet plus	73,5032	0,25	0,629	11,558	ściana wew żelbet plus	73,5032	0,25	0,629	11,558
D2	10,25	1,06	0,629	6,834	D2	10,25	1,06	0,629	6,834
stop IV kond N	9,816	0,13	1	1,276	stop IV kond N	9,816	0,13	1	1,276
stop IV kond S	24,8325	0,15	1	3,725	stop IV kond S	24,8325	0,15	1	3,725
strop V kond	174,993	0,11	1	19,249	strop V kond	174,993	0,11	1	19,249

6.2.3 Mostki cieplne


Wszystkie mostki cieplne w niniejszej pracy zostały obliczone i zoptymalizowane na podstawie danych uzyskanych z programu komputerowego Antherm wersja edu. Poniżej przedstawia się wyniki otrzymane z programu AnTherm jako podstawy do przeliczenia wszystkich mostków węzła konstrukcyjnego obejmującego elementy: ocieplonej 25 cm PU ściany żelbetowej pomiędzy garażem a pomieszczeniami piwnicznymi klatki schodowej, stropem garażowym (w części garażowej strop jest ocieplony 15 cm styropianu); parterową ścianą Ytong PP5/0,7 ocieploną 10 cm styropianu a przestrzenią klatki schodowej. Na tej podstawie obliczono następujące mostki: pomiędzy klatką schodową na poziomie piwnicznym a garażem przy stropie, pomiędzy pomieszczeniem ogrzewanym a garażem przy ścianie konstrukcyjnej oraz pomiędzy pomieszczeniem ogrzewanym a klatką schodową na poziomie posadzki parteru. Rysunek 2.4.1 obrazuje przyjętą do analizy konstrukcję węzła. Natomiast rysunek 2.4.2 obrazuje „termogram” rozkładu temperatury w węźle konstrukcyjnym dla przyjętych brzegowych warunków obliczeniowych tj. pomieszczenia ogrzewanego $\theta_i = 20,4\text{ }^{\circ}\text{C}$; dla garażu $\theta_e = -22\text{ }^{\circ}\text{C}$ i klatki schodowej $\theta_{u2} = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Rys. 6.2.3.1. Obraz konstrukcji węzła



Rys. 6.2.3.2. Obraz rozkładu temperatury



Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

2010-02-16
AnTherm (WALTERUDO)
Version 4.81 2010.01.05
(c)T.Komicki, all rights reserved

sciana_24-10.antherm

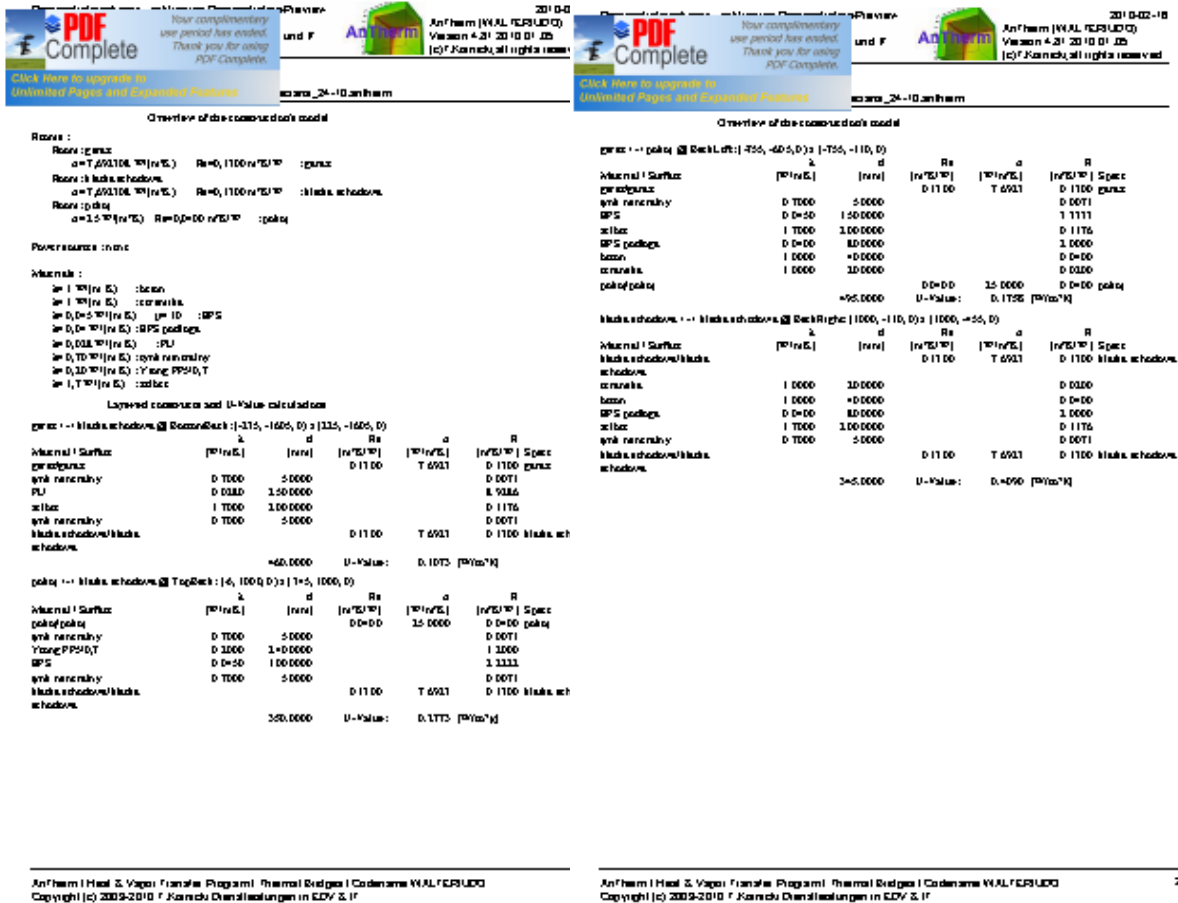
Number of evaluated cells: 64038

Thermal Coupling Coefficients [W / m ² *K]			
Room\Room	garaz	klatka	pokoj
garaz		0,186934	0,057475
klatka schodowa	0,187944		0,622802
pokoj	0,059211	0,626600	

Precision information			
	Close-up error [W / m ² *K]	Coeff. sum [W / m ² *K]	Relative close-up error
garaz	2,74637e-003	0,247155	1,11119e-002
klatka schodowa	2,78824e-003	0,813534	3,42732e-003
pokoj	-5,53461e-003	0,680276	-8,13583e-003

Rys. 6.2.3.4. Raport wygenerowany z programu AnTherm

Na podstawie raportów i wymiarów konstrukcyjnych po uwzględnieniu systemu wymiarowania zewnętrznego oblicza się wartości mostka cieplnego dla konkretnego punktu współrzędnych (punkt przecięcia się „liń tynków” ocieplenia ściany parteru i ocieplenia stropu garażu tj. na granicy samodzielnej części techniczno-użytkowej /pokój/ i przestrzeni zewnętrznej /garaż/ oraz przestrzeni nieklimatyzowanej /klatka schodowa/)



Rys. 6.2.3.5. Obraz raportu wygenerowanego o danych materiałowych i współczynnika przenikania ciepła

Tabl. 6.3. Straty ciepła w miejscu występowania mostków cieplnych

sct-u 1					sct-u 2				
przegroda	l	$H_{\psi_{scct_u1}}$	b_{tr}	$\psi \cdot b_{tr}$	przegroda	l	$H_{\psi_{scct_u1}}$	b_{tr}	$\psi \cdot b_{tr}$
-----	m	W/mK	-	W/K	-----	m	W/mK	-	W/K
poz dyl O-1	11,16	0,046	1	0,513	poz dyl O-1	11,16	0,046	1	0,513
S dyl O-4	11,16	-0,354	0,235	-0,928	S dyl O-4	11,16	-0,354	0,235	-0,928
	15,605	-0,037	1	-0,577		15,605	-0,037	1	-0,577
	15,605	-0,266	0,235	-0,975		15,605	-0,266	0,235	-0,975
S dyl 5	3,14	-0,009	1	-0,028	S dyl 5	3,14	-0,009	1	-0,028
	3,14	-0,382	0,235	-0,282		3,14	-0,382	0,235	-0,282
N dyl O-5	16,045	-0,009	1	-0,144	N dyl O-5	16,045	-0,009	1	-0,144
	16,045	-0,382	0,235	-1,44		16,045	-0,382	0,235	-1,44
poz dyl 4 S +4 N	2,15	0,095	1	0,204	poz dyl 4 S +4 N	2,15	0,095	1	0,204
	2,15	-0,339	0,235	-0,171		2,15	-0,339	0,235	-0,171
poz dach 5	11,16	-0,022	1	-0,246	poz dach 5	11,16	-0,022	1	-0,246
	11,16	-0,243	0,235	-0,637		11,16	-0,243	0,235	-0,637
PU-EPS poz 0 N	12,18	0,107	1	1,303	PU-EPS poz 0 N	12,18	0,107	1	1,303
balkon 0 W	4,35	0,045	1	0,196	balkon 0 E	4,35	0,045	1	0,196
sz Y 24 0 W	6,81	0,065	1	0,443	sz Y 24 0 E	6,81	0,065	1	0,443
śmietnik	0	0,099	1	0	śmietnik	5,95	0,099	1	0,589
sz Y 20 0 S	18,495	0,023	1	0,425	sz Y 20 0 S	18,495	0,023	1	0,425
wej sz Y 20 z podp	1,6	0,062	1	0,099	wej sz Y 20 z podp	1,6	0,062	1	0,099
sz Y 24 z podp	4,8	0,065	1	0,312	sz Y 24 z podp	4,8	0,065	1	0,312
sw Y20 i Y24 we	6,78	-0,001	1	-0,007	sw Y20 i Y24 we	6,78	-0,001	1	-0,007
	6,78	0,194	0,539	0,709		6,78	0,194	0,539	0,709
kl sch Y24	9,96	-0,134	1	-1,335	kl sch Y24	9,96	-0,134	1	-1,335
	9,96	0,275	0,629	1,723		9,96	0,275	0,629	1,723
okna Y 20	355,50	0,010	1	3,555	okna Y 20	357,10	0,010	1	3,571
okna Y 20 nar	1,6	0,019	1	0,03	okna Y 20 nar	1,6	0,019	1	0,03
okna Y 24	74,00	0,011	1	0,814	okna Y 24	65,80	0,011	1	0,724
D2 Y24	76,5	0,041	0,629	1,973	D2 Y24	76,5	0,041	0,629	1,973
D2 zelb+	25,5	0,114	0,629	1,829	D2 zelb+	25,5	0,114	0,629	1,829
wejście	1,6	0,121	1	0,194	wejście	1,6	0,121	1	0,194
wejście	1,49	-0,087	0,539	-0,07	wejście	1,49	-0,087	0,539	-0,07
	1,49	-0,143	1	-0,213		1,49	-0,143	1	-0,213
kl schod zelb	22,52	0,253	0,629	3,584	kl schod zelb	22,52	0,253	0,629	3,584
	5,63	-0,136	0,235	-0,18		5,63	-0,136	0,235	-0,18
	5,63	-0,088	0,629	-0,312		5,63	-0,088	0,629	-0,312
	5,63	0,448	0,629	1,586		5,63	0,448	0,629	1,586
	5,63	-0,025	1	-0,141		5,63	-0,025	1	-0,141
kl schod Y24	47	0,324	0,629	9,578	kl schod Y24	47	0,324	0,629	9,578
	11,75	0,178	0,629	1,316		11,75	0,178	0,629	1,316
	11,75	-0,134	1	-1,575		11,75	-0,134	1	-1,575
	11,75	-0,017	1	-0,2		11,75	-0,017	1	-0,2
	11,75	0,309	0,629	2,284		11,75	0,309	0,629	2,284
nar wew Y24-10	16,045	0,035	0,629	0,353	nar wew Y24-10	16,045	0,035	0,629	0,353
nar wew Y24-10 Z+	16,045	0,245	0,629	2,473	nar wew Y24-10 Z+	16,045	0,245	0,629	2,473
1006/1009	9,115	0,101	1	0,921	1006/1009	9,115	0,101	1	0,921
	9,115	0,259	0,235	0,555		9,115	0,259	0,235	0,555
	2,86	-0,136	0,235	-0,091		2,86	-0,136	0,235	-0,091
sz+strop+sz Y20	11,275	0,006	1	0,068	sz+strop+sz Y20	11,275	0,006	1	0,068
	5,44	0,006	1	0,033		5,44	0,006	1	0,033
sz+strop+sz Y24	6,355	0,009	1	0,057	sz+strop+sz Y24	6,355	0,009	1	0,057
	11,96	0,003	1	0,036		11,96	0,003	1	0,036
balkon 4N	6,195	0,044	1	0,273	balkon 4N	6,195	0,044	1	0,273
nar dach 4N	5,08	-0,013	1	-0,066	nar dach 4N	5,08	-0,013	1	-0,066
nar dach 5N	11,96	-0,013	1	-0,155	nar dach 5N	11,96	-0,013	1	-0,155
nar dach 5 W	11,16	-0,005	1	-0,056	nar dach 5 E	11,16	-0,005	1	-0,056
balkon W	16,815	0,184	1	3,094	balkon E	0	0,184	1	0
balkon S	51,04	0,188	1	9,596	balkon S	51,04	0,188	1	9,596
balkon S/W/E	2,7	0,184	1	0,497	balkon S/W/E	2,7	0,184	1	0,497
taras 4S	11,04	0,063	1	0,696	taras 4S	11,04	0,063	1	0,696
nar dach 5S	18,495	-0,013	1	-0,24	nar dach 5S	18,495	-0,013	1	-0,24
nar zelb+	1,62	-0,363	1	-0,588	nar zelb+	1,62	-0,363	1	-0,588
	13,93	-0,039	1	-0,543		13,93	-0,039	1	-0,543
nar Y20 Y24	16,045	-0,023	1	-0,369	nar Y20 Y24	16,045	-0,023	1	-0,369
	16,045	-0,069	0,629	-0,696		16,045	-0,069	0,629	-0,696
narzew Y20 Y24	16,045	-0,085	1	-1,364	narzew Y20 Y24	16,045	-0,085	1	-1,364
występ	2,565	-0,067	1	-0,172	występ	2,565	-0,067	1	-0,172
narzew Y20 Y24	13,48	-0,085	1	-1,146	narzew Y20 Y24	13,48	-0,085	1	-1,146
na wew Y20 Y24	25,81	0,027	1	0,697	na wew Y20 Y24	25,81	0,027	1	0,697
narzew Y20 Y24	29,41	-0,085	1	-2,5	narzew Y20 Y24	29,41	-0,085	1	-2,5
narzew Y20 Y20	3,6	-0,078	1	-0,281	narzew Y20 Y20	3,6	-0,078	1	-0,281

6.2.4. Współczynnik strat ciepła przez przenikanie

Współczynnik strat ciepła przez przenikanie budynku

$H_{tr,sct-u1}$	338,57	W/K
$H_{tr,sct-u2}$	333,77	W/K

W odniesieniu do m² powierzchni ogrzewanej

$H_{tr',sct-u1}$	0,424	W/m ² K
$H_{tr',sct-u2}$	0,418	W/m ² K

6.3. Obliczenia współczynnika strat ciepła na wentylację

Tabl. 6.3.1. Współczynnik strat ciepła na wentylację – okres grzewczy

sct-u 1		sct-u 2	
Występująca wentylacja	Wentylacja mech. naw-wyw z odzyskiem ciepła	Występująca wentylacja	Wentylacja mech. naw-wyw z odzyskiem ciepła
Kubatura wentylowana strefy V	2 597,84 m ³	Kubatura wentylowana strefy	2 597,84 m ³
Próba szczelności η_{50}	1,5 1/h	Próba szczelności	1,5 1/h
Współczynnik e	0,1	Współczynnik e	0,1
Współczynnik f	15,0	Współczynnik f	15,0
$\rho^{\circ}C$	1200	$\rho^{\circ}C$	1200,0
Strumień powietrza nawiewanego mechanicznie V_{su}	2 400 m ³ /h	Strumień powietrza nawiewanego mechanicznie V_{su}	2 400 m ³ /h
Strumień powietrza wywiewanego mechanicznie V_{ex}	2400 m ³ /h	Strumień powietrza wywiewanego mechanicznie V_{ex}	2400 m ³ /h
Strumień powietrza wywiewanego grawitacyjnie V_{inf}	194,8 m ³ /h	Strumień powietrza wywiewanego grawitacyjnie V_{inf}	194,8 m ³ /h
Dodatkowy strumień powietrza przy pracy wentylatorów V_x	272,8 m ³ /h	Dodatkowy strumień powietrza przy pracy wentylatorów V_x	272,8 m ³ /h
$V_{ve1,mn}$	0,667 m ³ /s	$V_{ve1,mn}$	0,667 m ³ /s
$V_{ve2,mn}$	0,076 m ³ /s	$V_{ve2,mn}$	0,076 m ³ /s
$V_{ve3,mn}$	0,054 m ³ /s	$V_{ve3,mn}$	0,054 m ³ /s
skuteczność odzysku ciepła η_{co}	0,940	skuteczność odzysku ciepła η_{co}	0,940
b_{ve1}	1,00	b_{ve1}	1,00
b_{ve2}	1,00	b_{ve2}	1,00
b_{ve3}	1,00	b_{ve3}	1,00
Współczynnik strat ciepła na wentylację	138,92 W/K	Współczynnik strat ciepła na wentylację	138,92 W/K

Tabl. 6.3.2. Współczynnik strat ciepła na wentylację – okres chłodniczy

sct-u 1		sct-u 2	
Występująca wentylacja	Wentylacja mech. naw-wyw z odzyskiem ciepła	Występująca wentylacja	Wentylacja mech. naw-wyw z odzyskiem ciepła
Kubatura wentylowana strefy V	2 597,84 m ³	Kubatura wentylowana strefy	2 597,84 m ³
Próba szczelności η_{50}	1,5 1/h	Próba szczelności	1,5 1/h
Współczynnik e	0,1	Współczynnik e	0,1
Współczynnik f	15,0	Współczynnik f	15,0
$\rho^{\circ}C$	1200	$\rho^{\circ}C$	1200,0
Strumień powietrza nawiewanego mechanicznie V_{su}	2 400 m ³ /h	Strumień powietrza nawiewanego mechanicznie V_{su}	2 400 m ³ /h
Strumień powietrza wywiewanego mechanicznie V_{ex}	2400 m ³ /h	Strumień powietrza wywiewanego mechanicznie V_{ex}	2400 m ³ /h
Strumień powietrza wywiewanego grawitacyjnie V_{inf}	194,8 m ³ /h	Strumień powietrza wywiewanego grawitacyjnie V_{inf}	194,8 m ³ /h
Dodatkowy strumień powietrza przy pracy wentylatorów V_x	272,8 m ³ /h	Dodatkowy strumień powietrza przy pracy wentylatorów V_x	272,8 m ³ /h
$V_{ve1,mn}$	0,667 m ³ /s	$V_{ve1,mn}$	0,667 m ³ /s
$V_{ve2,mn}$	0,076 m ³ /s	$V_{ve2,mn}$	0,076 m ³ /s
$V_{ve3,mn}$	0,054 m ³ /s	$V_{ve3,mn}$	0,054 m ³ /s
skuteczność odzysku ciepła η_{co}	0,000	skuteczność odzysku ciepła η_{co}	0,000
b_{ve1}	1,00	b_{ve1}	1,00
b_{ve2}	1,00	b_{ve2}	1,00
b_{ve3}	1,00	b_{ve3}	1,00
Współczynnik strat ciepła na wentylację	890,92 W/K	Współczynnik strat ciepła na wentylację	890,92 W/K

6.4. Obliczenia miesięcznych zysków ciepła od nasłonecznienia

Tabl. 6.4.1. Zestawienie powierzchni okien i obliczenia współczynnika zacienienia

sct-u 1 oznacze- ni	strona świata	T 8				zacienienie od otoczenia				od poziomych np. balkonów				od elementów pionowych np. przeszłony				F _s =F _{eh,ob,k}									
		U _w W/m ² K	A _w m ²	A _g m ²	ilość szt	k _x	g	kondy- gnacja	l [m]	h [m]	α °	F _n	l [m]	h [m]	α °	S	W		N	F _o W	l [m]	h [m]	β °	S	W	N	F _f
O1	N	0,63	1,12	0,53	1	1	0,54	1	0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1	---
O6	N	0,60	2,88	1,71	3	1	0,54	1	0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1	1
O5	W	0,59	3,08	1,76	1	1	0,54	1	0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1	1
O12	W	0,61	4,00	2,36	1	1	0,54	1	0	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0,714
O8	S	0,60	3,12	1,90	2	1	0,54	1	35,85	15,99	24,0	0,576	1,12	1,4	51,3	0,716	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	0,412
O8	S	0,60	3,12	1,9	1	1	0,54	1	34,75	15,99	24,7	0,538	0	0	0,0	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0,538
O12	S	0,60	4,00	2,36	2	1	0,54	1	38	15,99	22,8	0,555	1,12	1,4	51,3	0,716	1	1	1	1	1,7	2,35	54,1	0,81	1	1	0,322
O6	N	0,59	2,88	1,71	1	1	0,54	2	0	0,0	0,0	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0,9944
O6	N	0,59	2,88	1,71	1	1	0,54	2	0	0,0	0,0	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0,99
O6	N	0,59	2,88	1,71	1	1	0,54	2	0	0,0	0,0	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0,9955
O14	N	0,59	1,92	1,44	1	1	0,54	2	0	0,0	0,0	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0,9913
O4	W	0,60	2,48	1,38	1	1	0,54	2	0	0,0	0,0	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1	1
O12	W	0,60	4,00	2,36	1	1	0,54	2	0	0,0	0,0	1	1,12	1,4	51,3	0,7396	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	0,74
O2	S	0,56	1,60	0,92	2	1	0,54	2	34,75	12,93	20,4	0,672	0	0	0,0	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0,672
O9	S	0,61	3,72	2,28	1	1	0,54	2	38	12,93	18,8	0,591	1,12	1,4	51,3	0,7454	1	1	1	1	1,7	2,35	54,1	0,79	1	1	0,347
O9	S	0,61	3,72	2,28	2	1	0,54	2	35,85	12,93	19,8	0,582	1,12	1,4	51,3	0,716	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	0,417
O13	S	0,60	4,60	2,74	1	1	0,54	2	38	12,93	18,8	0,591	1,12	1,4	51,3	0,716	1	1	1	1	1,7	2,35	54,1	0,79	1	1	0,333
O6	N	0,59	2,88	1,71	1	1	0,54	3	0	0,0	0,0	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0,9944
O6	N	0,59	2,88	1,71	1	1	0,54	3	0	0,0	0,0	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0,994
O6	N	0,59	2,88	1,71	1	1	0,54	3	0	0,0	0,0	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0,99
O6	N	0,59	2,88	1,71	1	1	0,54	3	0	0,0	0,0	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0,9955
O14	N	0,59	1,92	1,44	1	1	0,54	3	0	0,0	0,0	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0,9913
O4	W	0,6	2,48	1,38	1	1	0,54	3	0	0,0	0,0	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0,991
O12	W	0,6	4	2,36	1	1	0,54	3	0	0,0	0,0	1	1,12	1,4	51,3	0,7144	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1
O2	S	0,56	1,6	0,92	2	1	0,54	3	34,75	9,87	15,9	0,758	0	0	0,0	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0,714
O9	S	0,61	3,72	2,28	1	1	0,54	3	38	9,87	14,6	0,629	1,12	1,4	51,3	0,716	1	1	1	1	1,7	2,35	54,1	0,79	1	1	0,758
O9	S	0,61	3,72	2,28	2	1	0,54	3	35,85	9,87	15,4	0,621	1,12	1,4	51,3	0,716	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	0,355
O13	S	0,6	4,6	2,74	1	1	0,54	3	38	9,87	14,6	0,629	1,12	1,4	51,3	0,716	1	1	1	1	1,7	2,35	54,1	0,79	1	1	0,445
O6	N	0,59	2,88	1,71	1	1	0,54	4	0	0,0	0,0	1	1,12	0,6	28,2	1	1	1	1	0,9154	0,9154	0,0	0,0	0,0	1	1	0,355
O6	N	0,59	2,88	1,71	1	1	0,54	4	0	0,0	0,0	1	1,12	0,6	28,2	1	1	1	1	0,9154	0,9154	0,0	0,0	0,0	1	1	0,91
O6	N	0,59	2,88	1,71	1	1	0,54	4	0	0,0	0,0	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0,906
O6	N	0,59	2,88	1,71	1	1	0,54	4	0	0,0	0,0	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0,9955
O14	N	0,59	1,92	1,44	1	1	0,54	4	0	0,0	0,0	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0,9913
O4	W	0,6	2,48	1,38	1	1	0,54	4	0	0,0	0,0	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0,991
O12	W	0,6	4	2,36	1	1	0,54	4	0	0,0	0,0	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1	1
O2	S	0,56	1,6	0,92	2	1	0,54	4	34,75	6,81	11,1	0,849	0	0	0,0	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0,849
O9	S	0,61	3,72	2,28	1	1	0,54	4	38	6,81	10,2	0,866	1,12	1,4	51,3	0,716	1	1	1	1	1,7	2,35	54,1	0,79	1	1	0,488
O9	S	0,61	3,72	2,28	2	1	0,54	4	35,85	6,81	10,8	0,663	0	0	0,0	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0,663
O13	S	0,6	4,6	2,74	1	1	0,54	4	38	6,81	10,2	0,668	1,12	1,4	51,3	0,716	1	1	1	1	1,7	2,35	54,1	0,79	1	1	0,377
O3	N	0,59	2,16	1,37	1	1	0,54	5	0	0,0	0,0	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0,99
O6	N	0,59	2,88	1,71	2	1	0,54	5	0	0,0	0,0	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0,99
O7	N	0,60	3,48	2,08	1	1	0,54	5	0	0,0	0,0	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0,99
O4	W	0,6	2,48	1,38	1	1	0,54	5	0	0,0	0,0	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0,99
O12	W	0,6	4	2,36	1	1	0,54	5	0	0,0	0,0	1	0	0	0,0	1	1	1	1	0	0	0,0	1	1	1	1	1
O9	S	0,61	3,72	2,28	1	1	0,54	5	38	3,75	5,6	0,966	0	0	0,0	1	1	1	1	1,7	2,15	51,7	0,81	1	1	1	0,779
O10	S	0,59	3,36	2,10	2	1	0,54	5	38	3,75	5,6	0,966	0	0	0,0	1	1	1	1	1,4	2,15	56,9	0,76	1	1	1	0,739
O11	S	0,59	3,96	2,47	2	1	0,54	5	38	3,75	5,6	0,966	0	0	0,0	1	1	1	1	1,4	2,15	56,9	0,76	1	1	1	0,739
O13	S	0,6	4,6	2,74	1	1	0,54	5	38	3,75	5,6	0,966	0	0	0,0	1	1	1	1	1,7	2,15	51,7	0,81	1	1	1	0,779

Tabl. 6.4.2. Zestawienie powierzchni okien cd. – obliczenie zysków od nasłonecznienia

t_m	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744	
M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
MDBT	-4,9	-2	1,7	7,3	13,2	15,9	17,3	14,5	12,1	7,1	1,6	-1,3	
MSKYT	-14,7	-11,5	-7,8	-2,2	4,8	7,8	9,5	5,8	2,7	-1,3	-6,1	-9,8	
I_{sol}	L_N_90	16 621	19 661	44 456	67 540	82 570	98 772	97 053	82 851	55 048	31 294	15 817	15 043
	L_E_90	17 689	24 546	53 018	81 634	106 619	122 118	119 738	100 486	69 636	34 272	17 521	15 196
	L_S_90	31 390	38 689	66 414	88 435	108 768	114 660	114 238	107 238	87 131	48 759	25 906	18 748
	L_W_90	18 065	22 343	49 586	77 581	105 906	110 726	109 164	92 732	67 353	36 281	17 108	15 359
$^{\circ}C$	Θ_{int}	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	
	N_90	0,036	0,000	0,000	0,215	0,337	0,471	0,419	0,359	0,028	0,000	0,000	0,000
fsh,with	E_90	0,034	0,190	0,259	0,489	0,633	0,684	0,655	0,556	0,388	0,086	0,042	0,000
	S_90	0,530	0,574	0,520	0,609	0,687	0,691	0,649	0,650	0,644	0,462	0,423	0,221
	W_90	0,073	0,097	0,135	0,427	0,634	0,650	0,594	0,518	0,359	0,115	0,028	0,000
$^{\circ}C$	$\Delta\Theta_{er}$	36,0	32,8	29,1	23,5	16,5	13,5	11,8	15,5	18,6	22,6	27,4	31,1

$$F_s = F_{sh,ob,k} = F_n \cdot F_o \cdot F_f$$

Fs	$Q_{sol,1}$	$Q_{sol,1}$	$Q_{sol,1}$	$Q_{sol,1}$	$Q_{sol,1}$	$Q_{sol,1}$	$Q_{sol,1}$	$Q_{sol,1}$	$Q_{sol,1}$	$Q_{sol,1}$	$Q_{sol,1}$	$Q_{sol,1}$	$Q_{sol,1}$
---	kWh/m-c	kWh/m-c	kWh/m-c	kWh/m-c	kWh/m-c	kWh/m-c	kWh/m-c	kWh/m-c	kWh/m-c	kWh/m-c	kWh/m-c	kWh/m-c	kWh/m-c
1	3,197	4,425	11,493	14,779	16,060	16,300	17,286	15,725	14,530	7,937	3,396	3,026	
1	34,244	45,632	114,114	145,434	157,296	159,282	168,701	153,971	142,626	79,203	35,507	32,275	
1	12,471	16,395	38,543	44,364	44,404	45,432	49,848	47,362	42,269	28,473	12,966	11,303	
0,714	10,538	14,504	35,681	41,461	41,725	42,854	47,135	44,596	39,623	26,249	11,291	9,552	
0,412	7,087	10,374	24,820	30,642	34,029	36,604	40,156	36,557	28,796	19,637	8,018	6,088	
0,538	5,773	7,748	17,203	20,835	22,862	24,425	26,701	24,481	19,492	13,648	6,153	5,013	
0,322	4,548	8,085	22,063	28,058	31,723	34,465	38,000	34,242	26,548	17,379	5,916	3,798	
0,994	11,383	15,151	37,842	48,214	52,138	52,792	55,912	51,035	47,279	26,269	11,794	10,727	
0,99	11,324	15,078	37,678	48,010	51,921	52,574	55,681	50,823	47,081	26,154	11,736	10,672	
0,996	11,413	15,187	37,924	48,316	52,247	52,902	56,027	51,142	47,378	26,327	11,824	10,755	
0,991	10,145	13,221	32,283	40,904	44,104	44,592	47,189	43,162	40,048	22,479	10,373	9,539	
1	9,652	12,748	30,111	34,694	34,746	35,565	39,032	37,069	33,066	22,234	10,065	8,748	
0,74	11,180	15,251	37,205	43,157	43,389	44,533	48,960	46,358	41,222	27,391	11,909	10,134	
0,672	7,929	10,178	21,634	25,887	28,186	29,979	32,696	30,119	24,148	17,192	8,200	6,921	
0,347	2,826	4,599	11,885	14,938	16,772	18,151	19,974	18,070	14,096	9,378	3,447	2,393	
0,417	8,625	12,614	30,161	37,229	41,340	44,466	48,779	44,411	34,985	23,863	9,752	7,410	
0,333	2,974	5,061	13,457	17,021	19,181	20,802	22,915	20,687	16,084	10,609	3,746	2,500	
0,994	11,383	15,151	37,842	48,214	52,138	52,792	55,912	51,035	47,279	26,269	11,794	10,727	
0,99	11,324	15,078	37,678	48,010	51,921	52,574	55,681	50,823	47,081	26,154	11,736	10,672	
0,996	11,413	15,187	37,924	48,316	52,247	52,902	56,027	51,142	47,378	26,327	11,824	10,755	
0,991	10,145	13,221	32,283	40,904	44,104	44,592	47,189	43,162	40,048	22,479	10,373	9,539	
1	9,652	12,748	30,111	34,694	34,746	35,565	39,032	37,069	33,066	22,234	10,065	8,748	
0,714	10,619	14,572	35,751	41,519	41,770	42,891	47,169	44,639	39,671	26,306	11,355	9,625	
0,758	9,402	11,872	24,802	29,532	32,051	34,026	37,073	34,219	27,516	19,723	9,617	8,222	
0,355	2,996	4,794	12,250	15,358	17,217	18,618	20,479	18,543	14,484	9,670	3,610	2,543	
0,445	9,814	13,980	32,717	40,170	44,459	47,732	52,311	47,719	37,702	25,905	10,895	8,460	
0,355	3,535	5,706	14,664	18,409	20,654	22,344	24,583	22,249	17,367	11,574	4,286	2,996	
0,91	10,134	13,626	34,394	43,932	47,571	48,199	51,066	46,569	43,110	23,842	10,568	9,561	
0,906	10,075	13,553	34,230	43,728	47,353	47,980	50,835	46,356	42,912	23,726	10,509	9,505	
0,996	11,413	15,187	37,924	48,316	52,247	52,902	56,027	51,142	47,378	26,327	11,824	10,755	
0,991	10,145	13,221	32,283	40,904	44,104	44,592	47,189	43,162	40,048	22,479	10,373	9,539	
1	9,652	12,748	30,111	34,694	34,746	35,565	39,032	37,069	33,066	22,234	10,065	8,748	
1	16,796	22,047	51,747	59,542	59,583	60,954	66,873	63,547	56,722	38,232	17,444	15,223	
0,849	10,962	13,663	28,155	33,389	36,141	38,308	41,705	38,557	31,079	22,402	11,116	9,599	
0,488	5,820	8,039	18,322	22,343	24,624	26,373	28,868	26,400	20,937	14,521	6,326	5,036	
0,663	19,070	24,617	52,621	63,068	68,740	73,156	79,811	73,474	58,855	41,808	19,797	16,636	
0,377	4,096	6,351	15,871	19,798	22,126	23,885	26,251	23,811	18,650	12,538	4,826	3,492	
0,99	9,246	12,229	30,338	38,590	41,695	42,200	44,683	40,811	37,825	21,079	9,542	8,708	
0,99	22,648	30,157	75,356	96,020	103,841	105,147	111,362	101,645	94,161	52,307	23,472	21,344	
0,99	13,731	18,305	45,793	58,368	63,131	63,930	67,711	61,797	57,242	31,782	14,241	12,942	
1	9,652	12,748	30,111	34,694	34,746	35,565	39,032	37,069	33,066	22,234	10,065	8,748	
1	16,796	22,047	51,747	59,542	59,583	60,954	66,873	63,547	56,722	38,232	17,444	15,223	
0,779	11,998	15,139	31,606	37,626	40,830	43,342	47,222	43,590	35,055	25,135	12,267	10,493	
0,739	20,969	26,457	55,234	65,753	71,352	75,742	82,522	76,174	61,261	43,925	21,438	18,338	
0,739	24,645	31,103	64,949	77,325	83,913	89,078	97,054	89,585	72,043	51,650	25,200	21,552	
0,779	14,353	18,137	37,926	45,170	49,031	52,056	56,722	52,349	42,088	30,158	14,689	12,550	
razem	507,8	677,9	1 608,8	1 971,9	2 108,8	2 179,7	2 351,3	2 167,1	1 893,1	1 185,7	532,9	461,1	

6.5. Obliczenia miesięcznych wewnętrznych zysków ciepła

Tabl. 6.5. Profil użytkowania samodzielnej całości techniczno-użytkowej nr 1

sct-u 1		59	799,34	wsp czasu użytkowania		5,2
Nr	nazwa pomieszczenia	osoba	Af	1-5	6-7	wewnętrzne średnie zyski od ludzi i urządzeń bez instalacji W/m ²
-	-	sct-u 1	m ²			
1101	przedpokój		5,68			
1102	sypialnia		11,26			
1103	pokój z kuchnią		19,09			
1104	łazienka		4,75			
mieszkanie nr 1		2	40,78	0,58	0,85	3,223
1105	przedpokój		2,90			
1106	pokój z kuchnią		17,62			
1107	łazienka		5,40			
mieszkanie nr 2		1	25,92	0,9	0,95	3,527
1108	przedpokój		7,04			
1109	sypialnia		9,40			
1110	kuchnia		9,23			
1111	łazienka		4,13			
1112	pokój		17,48			
mieszkanie nr 3		3	47,28	0,65	0,9	4,578
1113	pokój z kuchnią		34,35			
1114	łazienka		4,10			
mieszkanie nr 4		1	38,45	0,55	0,9	1,691
parter		7	152,43			3,31
1201	sypialnia		9,40			
1202	kuchnia		9,14			
1203	łazienka		4,04			
1204	pokój		17,80			
1205	przedpokój		7,06			
mieszkanie nr 5		4	47,44	0,45	0,85	4,758
1206	pokój z kuchnią		34,25			
1207	łazienka		4,02			
mieszkanie nr 6		3	38,27	0,55	0,9	5,095
1208	pokój z kuchnią		34,25			
1209	łazienka		4,10			
mieszkanie nr 7		3	38,35	0,8	0,95	6,593
1210	pokój		17,92			
1211	łazienka		3,78			
1212	sypialnia		9,53			
1213	kuchnia		7,87			
1214	przedpokój		5,86			
mieszkanie nr 8		4	44,96	0,75	0,85	6,927
pietro 1		14	169,02			5,83
1301	sypialnia		9,40			
1302	kuchnia		9,04			
1303	łazienka		3,95			
1304	pokój		17,80			
1305	przedpokój		7,25			
mieszkanie nr 9		4	47,44	0,45	0,85	4,758
1306	pokój z kuchnią		34,16			
1307	łazienka		3,92			
mieszkanie nr 10		3	38,08	0,55	0,9	5,121
1308	pokój z kuchnią		34,16			
1309	łazienka		3,92			
mieszkanie nr 11		3	38,08	0,8	0,95	6,64
1310	pokój		17,92			
1311	łazienka		3,68			
1312	sypialnia		9,53			
1313	kuchnia		7,78			
1314	przedpokój		5,86			
mieszkanie nr 12		4	44,77	0,75	0,85	6,956
pietro 2		14	168,37			5,85
1401	sypialnia		9,40			
1402	kuchnia		9,04			
1403	łazienka		3,95			
1404	pokój		17,80			
1405	przedpokój		7,25			
mieszkanie nr 13		4	47,44	0,45	0,85	4,758
1406	pokój z kuchnią		34,06			
1407	łazienka		3,92			
mieszkanie nr 14		3	37,98	0,55	0,9	5,134
1408	pokój z kuchnią		34,06			
1409	łazienka		3,92			
mieszkanie nr 15		3	37,98	0,8	0,95	6,658
1410	pokój		17,92			
1411	łazienka		3,68			
1412	sypialnia		9,53			
1413	kuchnia		7,78			
1414	przedpokój		5,86			
mieszkanie nr 16		4	44,77	0,75	0,85	6,956
pietro 3		14	168,17			5,86
1501	pokój z kuchnią		21,76			
1502	łazienka		3,85			
1503	pokój		17,80			
mieszkanie nr 17		4	43,41	0,45	0,8	5,068
1504	pokój z kuchnią		22,85			
1504	łazienka		3,83			
mieszkanie nr 18		1	26,68	0,6	0,8	2,463
1506	pokój z kuchnią		22,85			
1507	łazienka		3,92			
mieszkanie nr 19		1	26,77	0,55	0,85	2,375
1508	pokój		17,92			
1509	łazienka		3,68			
1510	pokój z kuchnią		13,55			
1511	przedpokój		9,34			
mieszkanie nr 20		4	44,49	0,85	0,85	7,642
pietro 4		10	141,35			4,88

6.6. Obliczenia pojemności cieplnej budynku

Tabl. 6.6. Obliczenia pojemności cieplnej samodzielnej całości techniczno-użytkowej nr 1

Metodologia zał 5 pkt 3.2.6 PN-EN 12524:2003 i PN-91/B-02020			sct-u 1 353 481 793 [J/K]	sct-u 2 353 712 465 [J/K]	Pojemność cieplna warstwy									
Przegroda	Warstwa	Grubość [m]	Ciepłota właściwa [J/kg·K]	Gęstość [kg/m³]	razem [K]	[kJ/K]	[kJ/K]	[kJ/K]	[kJ/K]	[kJ/K]	[kJ/K]	[kJ/K]	[kJ/K]	[kJ/K]
Podłoga ceramika kon I-IV	plytki	0,02	840	2300	2 521 646			2521,65						
	jastrych	0,04	1000	2100	5 481 840			5481,84						
Podłoga ceramika kon V	plytki	0,02	840	2300	1 140 653			1140,65						
	jastrych	0,08	1000	2100	4 959 360			4959,36						
Podłoga parkiet kon I-IV	parkiet	0,02	1700	650	13 099 333		13099,3							
	jastrych	0,04	1000	2100	49 789 320		49789,3							
Podłoga parkiet kon V	parkiet	0,02	1700	650	2 471 443		2471,44							
	jastrych	0,08	1000	2100	18 787 440		18787,4							
Ściana Ytong 24	tynek naturalny	0,005	1000	1000	3 439 900					3439,9				
	Ytong PP5/0,7	0,095	840	660	36 234 531					36234,5				
Ściana Ytong 20 i 12 "1/2"	tynek naturalny	0,005	1000	1000	2 861 800					1824,75	1037,05			
	Ytong PP4/0,6	0,095	840	560	25 577 624					16308,9	9268,74			
Ściana Ytong 12 "1"	tynek naturalny	0,010	1 000	1 000	3 470 400							2972,6	497,8	
	Ytong PP4/0,6	0,120	840	560	19 589 714							16779,7	2809,98	
Strop żelbetowy	parkiet	0,02	1 000	1 000	3 986 700				3986,7					
	żelbet	0,095	840	2 500	159 468 330				159468,33					
Ścian żelbetowa plus	tynek naturalny	0,005	1 000	1 000	248 900									248,9
	PU	0,095	1 450	50	342 860									342,86
					704,56	94,78	799,34	razem	687,98	364,95	207,41	297,26	49,78	300,51
					I-V kon	592,73	65,26	657,99						
					V kon	111,83	29,52	141,35						
sct-u 1	799,34				podłoga			wysokość						
Nr	nazwa	At	parkiet	ceramika	żelbetowy	kondygnacji	24	ściana Ytong	20	12 "1/2"	12 "1"	żelbet	powierzchnia	
-	pomieszczenia	m²	m²	m²	m²	cm	m²	m²	m²	m²	m²	m²	m²	
1101	przedpokój	5,68	5,68		5,68	271,5	47,2998						6,05	
1102	sypialnia	11,26	11,26		11,26	271,5		10,3375	12,3533				7,12	
1103	pokój z kuchnią	19,09	19,09		19,09	271,5				16,3168			4,1	
1104	łazienka	4,75		4,75	4,75	271,5								
mieszkanie nr 1		40,78	36,03	4,75	40,78		47,3	10,34	12,35	16,32	0	17,27		
1105	przedpokój	2,90	2,90		2,90	271,5	29,1333						5,13	
1106	pokój z kuchnią	17,62	17,62		17,62	271,5		10,118	5,79821				4,00	
1107	łazienka	5,40		5,40	5,40	271,5				11,3621			2,05	
mieszkanie nr 2		25,92	20,52	5,40	25,92		29,13	10,12	5,8	11,36	0	11,18		
1108	przedpokój	7,04	7,04		7,04	271,5							2,05	
1109	sypialnia	9,40	9,40		9,40	271,5							10,2218	
1110	kuchnia	9,23	9,23		9,23	271,5	43,2364	14,5393	5,87798				9,76	
1111	łazienka	4,13		4,13	4,13	271,5				29,0907			6,15	
1112	pokój	17,48	17,48		17,48	271,5							17,96	
mieszkanie nr 3		47,28	43,15	4,13	47,28		43,24	14,54	5,88	29,09	10,22	17,96		
1113	pokój z kuchnią	34,35	34,35		34,35	271,5	26,6747	25,376	9,96405				2,05	
1114	łazienka	4,10		4,10	4,10	271,5				3,3302			8,29	
mieszkanie nr 4		38,45	34,35	4,10	38,45		26,67	25,38	9,96	3,33	0	10,34		
parter		152,43	134,05	18,38	152,43		146,34	60,38	33,99	60,1	10,22	56,75		
1201	sypialnia	9,40	9,40		9,40	271,5							2,05	
1202	kuchnia	9,14	9,14		9,14	271,5							10,2218	
1203	łazienka	4,04		4,04	4,04	271,5	43,2364						10,36	
1204	pokój	17,80	17,80		17,80	271,5		13,9393	6,69248				6,15	
1205	przedpokój	7,06	7,06		7,06	271,5				29,0907			18,56	
mieszkanie nr 5		47,44	43,40	4,04	47,44		43,24	13,94	6,69	29,09	10,22	18,56		
1206	pokój z kuchnią	34,25	34,25		34,25	271,5	26,1589	24,8602	10,4799				2,05	
1207	łazienka	4,02		4,02	4,02	271,5				3,3302			10,34	
mieszkanie nr 6		38,27	34,25	4,02	38,27		26,16	24,86	10,48	3,33	0	10,34		
1208	pokój z kuchnią	34,25	34,25		34,25	271,5	26,1589	24,8602	10,4799				2,05	
1209	łazienka	4,10		4,10	4,10	271,5				3,3302			8,29	
mieszkanie nr 7		38,35	34,25	4,10	38,35		26,16	25,38	10,48	3,33	0	10,34		
1210	pokój	17,92	17,92		17,92	271,5							8,53	
1211	łazienka	3,78		3,78	3,78	271,5							8,52	
1212	sypialnia	9,53	9,53		9,53	271,5	46,2044	14,7476	8,2536				6,15	
1213	kuchnia	7,87	7,87		7,87	271,5				25,9413			23,2	
1214	przedpokój	5,86	5,86		5,86	271,5							62,44	
mieszkanie nr 8		44,96	41,18	3,78	44,96		46,2	14,75	8,25	25,94	0	23,2		
pietro 1		169,02	153,08	15,94	169,02		141,76	78,93	35,9	61,69	10,22	62,44		
1301	sypialnia	9,40	9,40		9,40	271,5							2,05	
1302	kuchnia	9,04	9,04		9,04	271,5							10,2218	
1303	łazienka	3,95		3,95	3,95	271,5	43,2364						10,36	
1304	pokój	17,80	17,80		17,80	271,5		13,9393	7,94138				6,15	
1305	przedpokój	7,25	7,25		7,25	271,5				29,0907			18,56	
mieszkanie nr 9		47,44	43,49	3,95	47,44		43,24	13,94	7,94	29,09	10,22	18,56		
1306	pokój z kuchnią	34,16	34,16		34,16	271,5	25,1272	24,8602	12,0275				2,05	
1307	łazienka	3,92		3,92	3,92	271,5				3,3302			8,29	
mieszkanie nr 10		38,08	34,16	3,92	38,08		25,13	24,86	12,03	3,33	0	10,34		
1308	pokój z kuchnią	34,16	34,16		34,16	271,5	25,1272	24,8602	12,0275				2,05	
1309	łazienka	3,92		3,92	3,92	271,5				3,3302			8,29	
mieszkanie nr 11		38,08	34,16	3,92	38,08		25,13	24,86	12,03	3,33	0	10,34		
1310	pokój	17,92	17,92		17,92	271,5							8,53	
1311	łazienka	3,68		3,68	3,68	271,5							8,52	
1312	sypialnia	9,53	9,53		9,53	271,5	46,2044	14,7476	10,3442				6,15	
1313	kuchnia	7,78	7,78		7,78	271,5				25,9413			23,2	
1314	przedpokój	5,86	5,86		5,86	271,5							62,44	
mieszkanie nr 12		44,77	41,09	3,68	44,77		46,2	14,75	10,34	25,94	0	23,2		
pietro 2		168,37	152,90	15,47	168,37		139,7	78,41	42,34	61,69	10,22	62,44		
1401	sypialnia	9,40	9,40		9,40	275,5							2,05	
1402	kuchnia	9,04	9,04		9,04	275,5							10,4026	
1403	łazienka	3,95		3,95	3,95	275,5	43,8734						10,36	
1404	pokój	17,80	17,80		17,80	275,5		14,2973	8,05838				6,15	
1405	przedpokój	7,25	7,25		7,25	275,5				29,0865			18,56	
mieszkanie nr 13		47,44	43,49	3,95	47,44		43,87	14,3	8,06	29,09	10,4	18,56		
1406	pokój z kuchnią	34,06	34,06		34,06	275,5	25,0317	25,3486	12,7006				2,05	
1407	łazienka	3,92		3,92	3,92	275,5				3,5014			8,29	
mieszkanie nr 14		37,98	34,06	3,92	37,98		25,03	25,35	12,7	3,5	0	10,34		
1408	pokój z kuchnią	34,06	34,06		34									

6.7. Obliczenia zapotrzebowania energii użytkowej dla ogrzewania i wentylacji dla wariantu po modernizacji

Tabl. 6.7.1. Dane do obliczeń zapotrzebowania energii użytkowej dla ogrzewania i wentylacji

Wyszczególnienie	ozn.	sct-u1	sct-u2	jed.
Temperatura dla grzania	$\Theta_{int,H}$	20,4	20,4	°C
Temperatura dla chłodzenia	$\Theta_{int,C}$	21,3	21,3	°C
Współczynnik strat ciepła przez przenikanie	H_{tr}	338,57	333,77	W/K
Współczynnik strat ciepła przez wentylację	H_{ve}	138,92	138,92	W/K
dla chłodzenia		890,92	890,92	W/K
Jednostkowe wewnętrzne zyski ciepła	q_i	5,2	6,0	W/m ²
Zyski ciepła od instalacji ogrz, went i cwu	$q_{inst,H}$	0,0	0,0	W/m ²
Straty ciepła od instalacji chłodzenia	$q_{inst,C}$	0,0	0,0	W/m ³
Powierzchnia o regulowanej temperaturze	A_f	799,34	799,34	m ²
Pojemność cieplna budynku	C_m	353 481 793	353 712 465	J/K
Stała czasowa budynku dla grzania	τ_H	205,63	207,86	h
dla chłodzenia	τ_C	79,86	80,23	h
Parametr numeryczny dla grzania	a_H	14,71	14,80	-
dla chłodzenia	a_C	6,32	6,35	-
Graniczna wartość zysków/strat	γ_{Hlim}	1,068	1,067	-
Graniczna wartość zysków/strat	$1/\gamma_{Clim}$	0,863	0,864	-

Tabl. 6.7.2. Obliczenia zapotrzebowania energii użytkowej na cele ogrzewania i wentylacji oraz chłodzenia samodzielnej części techniczno-użytkowej nr 1 i nr 2

Miesiąc	Liczba dni miesiaca	Θ_e °C	Q_{sol}	Q_{int}	Q_{tr}	Q_{ve}	Y_H	$\eta_{H,gn}$	f_H	$Q_{H,nd,m}$ kW/h/m-c	$Q_{H,nd}$ kW/h/m ²	L_H
I	31	-4,9	987	3 092	6 374	2 615	0,4538	1,0000	1	4 910	6,14	744
II	28	-2	1 203	2 793	5 097	2 091	0,5559	0,9999	1	3 193	3,99	672
III	31	1,7	2 352	3 092	4 711	1 933	0,8194	0,9899	0,9174	1 255	1,57	683
IV	30	7,3	3 382	2 993	3 194	1 311	1,4150	0,7055	0	8	0,01	0
V	31	13,2	4 247	3 092	1 814	745	2,8683	0,3486	0	0	0,00	0
VI	30	15,9	4 670	2 993	1 098	450	4,9497	0,2020	0	0	0,00	0
VII	31	17,3	4 619	3 092	782	321	6,9953	0,1430	0	0	0,00	0
VIII	31	14,5	4 104	3 092	1 487	610	3,4318	0,2914	0	0	0,00	0
IX	30	12,1	3 051	2 993	2 024	831	2,1171	0,4723	0	0	0,00	0
X	31	7,1	1 703	3 092	3 351	1 375	1,0146	0,9293	0,5484	270	0,34	408
XI	30	1,6	871	2 993	4 584	1 881	0,5976	0,9998	1	2 602	3,25	720
XII	31	-1,3	719	3 092	5 467	2 243	0,4944	1,0000	1	3 899	4,88	744
rok										16 136	20,19	3 971

sct-u1

sct-u1

Miesiąc	Liczba dni miesiaca	Θ_e °C	Q_{sol} kWh	Q_{int} kWh	$Q_{C,tr}$ kWh	$Q_{C,ve}$ kWh	Y_C	$\eta_{C,gn}$	f_C	$Q_{C,nd,m}$ kW/h/m-c	$Q_{C,nd}$ kW/h/m ²	L_C h
I	31	-4,9	513	3 092	6 600	17 368	0,1504	0,1504	0	0	0	0
II	28	-2	684	2 793	5 302	13 951	0,1806	0,1806	0	0	0	0
III	31	1,7	1 626	3 092	4 938	12 993	0,2631	0,2631	0	0	0	0
IV	30	7,3	1 994	2 993	3 413	8 982	0,4023	0,4015	0	0	0	0
V	31	13,2	2 133	3 092	2 041	5 371	0,7050	0,6803	0	0	0	0
VI	30	15,9	2 204	2 993	1 317	3 465	1,0866	0,8966	0,2736	909	1,14	197
VII	31	17,3	2 377	3 092	1 008	2 653	1,4940	0,9724	0,8817	1 909	2,39	656
VIII	31	14,5	2 190	3 092	1 713	4 509	0,8490	0,7838	0	0	0	0
IX	30	12,1	1 915	2 993	2 243	5 903	0,6024	0,5925	0	0	0	0
X	31	7,1	1 197	3 092	3 578	9 414	0,3302	0,3300	0	0	0	0
XI	30	1,6	538	2 993	4 803	12 638	0,2024	0,2024	0	0	0	0
XII	31	-1,3	466	3 092	5 693	14 982	0,1721	0,1721	0	0	0	0
rok										2 818	3,53	853

Miesiąc	Liczba dni miesiaca	Θ_e	Q_{sol}	Q_{int}	Q_{tr}	Q_{ve}	Y_H	$\eta_{H,gn}$	f_H	$Q_{H,nd,m}$ kWh/m-c	$Q_{H,nd}$ kWh/m ²	L_H
I	31	-4,9	937	3 092	6 283	2 615	0,4528	1,0000	1	4 870	6,09	744
II	28	-2	1 158	2 793	5 025	2 091	0,5553	0,9999	1	3 165	3,96	672
III	31	1,7	2 244	3 092	4 644	1 933	0,8113	0,9912	0,943	1 288	1,61	701
IV	30	7,3	3 204	2 993	3 149	1 311	1,3895	0,7181	0	9	0,01	0
V	31	13,2	3 973	3 092	1 789	745	2,7891	0,3585	0	0	0,00	0
VI	30	15,9	4 453	2 993	1 082	450	4,8587	0,2058	0	0	0,00	0
VII	31	17,3	4 401	3 092	771	321	6,8667	0,1456	0	0	0,00	0
VIII	31	14,5	3 911	3 092	1 466	610	3,3736	0,2964	0	0	0,00	0
IX	30	12,1	2 888	2 993	1 995	831	2,0811	0,4805	0	0	0,00	0
X	31	7,1	1 594	3 092	3 303	1 375	1,0016	0,9362	0,561	291	0,36	417
XI	30	1,6	828	2 993	4 519	1 881	0,5971	0,9998	1	2 579	3,23	720
XII	31	-1,3	678	3 092	5 389	2 243	0,4940	1,0000	1	3 862	4,83	744
rok										16 065	20,10	3 999

sct-u2

sct-u2

Miesiąc	Liczba dni miesiaca	Θ_e °C	Q_{sol} kWh	Q_{int} kWh	Q_{ctr} kWh	$Q_{c,ve}$ kWh	Y_c	$\eta_{c,gn}$	f_c	$Q_{C,nd,m}$ kWh/m-c		L_c h
										$Q_{C,nd,m}$ kWh/m-c	$Q_{C,nd,m}$ kWh/m ²	
I	31	-4,9	3 568	3 568	6 600	17 368	0,29775	0,29765	0	0	0	0
II	28	-2	635	3 223	5 302	13 951	0,20039	0,20039	0	0	0	0
III	31	1,7	1 498	3 568	4 938	12 993	0,28252	0,28245	0	0	0	0
IV	30	7,3	1 856	3 453	3 413	8 982	0,42829	0,42714	0	0	0	0
V	31	13,2	2 009	3 568	2 041	5 371	0,75250	0,71727	0	0	0	0
VI	30	15,9	2 086	3 453	1 317	3 465	1,15826	0,91813	0,501	1 148	1,44	197
VII	31	17,3	2 230	3 568	1 008	2 653	1,58372	0,97916	0,991	2 213	2,77	656
VIII	31	14,5	2 064	3 568	1 713	4 509	0,90509	0,81687	0	0	0	0
IX	30	12,1	1 793	3 453	2 243	5 903	0,64404	0,62927	0	0	0	0
X	31	7,1	1 108	3 568	3 578	9 414	0,35999	0,35963	0	0	0	0
XI	30	1,6	499	3 453	4 803	12 638	0,22660	0,22658	0	0	0	0
XII	31	-1,3	428	3 568	5 693	14 982	0,19331	0,19331	0	0	0	0
rok										3 362	4,21	853

7. ZESTAWIENIE ZBIORCZE DLA DWÓCH WARIANTÓW

Tabl. 7. Porównanie wskaźników dla wariantów

strefa	wskaźnik		Wariant podstawowy	Wariant po termomodernizacji
sct-u 1	H_{tr}	W/K	1 151,17	338,57
		W/K/m ²	1,44	0,424
	H_{Ve}	W/K	572,11	138,92
		W/K/m ²	0,716	0,174
	$Q_{H,nd}$	kWh/rok	146 302	16 046
		kWh/m ² rok	183,03	20,07
sct-u 2	H_{tr}	W/K	1 146,89	333,71
		W/K/m ²	1,43	0,418
	H_{Ve}	W/K	572,11	138,92
		W/K/m ²	0,716	0,174
	$Q_{H,nd}$	kWh/rok	146 302	15 974
		kWh/m ² rok	183,03	19,98

8. OBLICZENIA ZAPOTRZEBOWANIA CIEPŁA UŻYTKOWEGO DO PODGRZANIA CIEPŁEJ WODY

Obliczenia ilości ciepła pozyskanego z energii promieniowania pozyskano wykorzystując program komputerowy Kolektorek 2 wersja demo.

Tabl. 8.1. Dane do obliczenia zapotrzebowania ciepła użytkowego co podgrzania ciepłej wody

Wyszczególnienie	Wariant podstawowy		po modernizacji		jed szt
	sct-u1	sct-u2	sct-u1	sct-u2	
Ilość osób:	59	69	59	69	
Jednostkowe zużycie cwu:	38,4				dm ³ /os·dobę
Temperatura ciepłej wody użytkowej:	55				°C
Współczynnik korekcyjny:	1				-
Czas użytkowania	331,2				dni
Temperatura zimnej wody	10				oC
Ciepło właściwe wody	4,19				kJ/kg·K
Gęstość wody	1000				kg/m ³
$Q_{W,nd}$	38 980	45 587	38 980	45 587	kWh/rok
$Q_{W,nd}'$	48,77	57,03	48,77	57,03	kWh/m ² /rok
Uzysk netto z kolektorów	0	0	34 370	34 370	kWh/rok
Ilość ciepła potrzebna z msc netto	38 980	45 587	4 610	11 217	kWh/rok
Energia końcowa $Q_{K,W}$	117 736	137 691	6 813	14 053	kWh/rok
$Q_{K,W}'$	147,29	172,26	8,52	17,58	kWh/m ² /rok
Sprawność	0,331	0,331	0,877	0,882	-----
Całkowita strata energii (e, d, s, g)	78 756	92 104	2 269	2 996	kWh/rok

9. OBLICZENIA ZAPOTRZEBOWANIA ENERGII KOŃCOWEJ

Tabl. 9.1. Sprawności instalacji centralnego ogrzewania

		Wariant			
		podstawowy		po modernizacji	
		sct-u1	sct-u2	sct-u1	sct-u2
Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła	$\eta_{H,e} =$	0,8475		0,970	0,970
Sprawność transportu nośnika ciepła	$\eta_{H,d} =$			0,986	0,986
Sprawność akumulacji w buforze	$\eta_{H,s} =$			1,000	1,000
Sprawność wytworzenia ciepła	$\eta_{H,g} =$			0,980	0,980
Sprawność całkowita systemu ogrzewania	$\eta_{H,tot} =$			0,937	0,937

Tabl. 9.2. Sprawności instalacji ciepłej wody dla dwóch wariantów

		Wariant		
		podstawowy	po modernizacji	
			sct-u1	sct-u2
Sprawność wykorzystania ciepła	$\eta_{H,e} =$	1,000	1,000	1,000
Sprawność transportu c.w. i cyrkulacji	$\eta_{H,d} =$	0,60	0,989	0,989
Sprawność akumulacji w zasobniku	$\eta_{H,s} =$	0,62	0,996	0,972
Sprawność wytworzenia ciepła	$\eta_{H,g} =$	0,89	0,890	0,890
Sprawność całkowita systemu cwu	$\eta_{H,tot} =$	0,331	0,877	0,882

Tabl. 9.7. Sprawności instalacji chłodzenia

		Wariant			
		podstawowy	po modernizacji		
			sct-u1	sct-u2	
Sprawność regulacji i wykorzystania chłodu	$\eta_{C,e} =$	0,940		0,940	
Sprawność transportu nośnika chłodu	$\eta_{C,d} =$			1,000	1,000
Sprawność akumulacji w buforze	$\eta_{C,s} =$			1,000	1,000
Efektywność wytworzenia chłodu	ESEER			5,25	5,25
Sprawność całkowita	$\eta_{H,tot} =$			4,935	4,935

10. OBLICZENIA ZAPOTRZEBOWANIA ENERGII POMOCNICZEJ

Tabl. 10.1. Zestawienie zapotrzebowania energii pomocniczej dla instalacji centralnego ogrzewania – po modernizacji dla indywidualnej sct-u

Urządzenie	Moc	Czas pracy	Energia pomocnicza
	kW	h/rok	kWh/rok
Pompa obiegowa	0,20	3966	793
regulator	0,08	8760	701

Tabl. 10.2. Zestawienie zapotrzebowania energii pomocniczej dla instalacji wentylacji – po modernizacji dla mieszkania

Urządzenie	Moc	Czas pracy	Energia pomocnicza
	kW	h/rok	kWh/rok/mieszkanie
Rekuperator	0,065	8760	569

Tabl. 10.3. Zestawienie zapotrzebowania energii pomocniczej dla instalacji ciepłej wody - węzeł

Urządzenie	przed modernizacją			po modernizacji		
	kW	h/rok	kWh/rok	kW	h/rok	kWh/rok
PC	0,04	7 300	292			
PŁ	0,12	500	60			
PCŁ				0,32	8760	2 803
Układ solarny				0,160	8760	1 402

Tabl. 10.4. Zestawienie zapotrzebowania energii pomocniczej dla chłodzenia - po modernizacji - sct-u1

Urządzenie	Moc	Czas pracy	Energia pomocnicza
	kW	h/rok	kWh/rok
Pompa ciepła	0,48	856	411
PO	0,20	856	171
Regulator	0,08	856	68

11. OBLICZENIA ZAPOTRZEBOWANIA NIEODNAWIALNEJ ENERGII PIERWOTNEJ

Tabl. 12.1. Zestawienie zbiorcze – budynek mieszkalny

Budynek mieszkalny		Wariant				
		podstawowy		po modyfikacji		
		sct-u1	sct-u2	sct-u1	sct-u2	
A. Zapotrzebowanie energii użytkowej						
1. Ogrzewanie i wentylacja	$Q_{H,nd}$	183,03	182,73	20,07	19,98	kWh/(m ² .rok)
2. Chłodzenie i wentylacja	$Q_{C,nd}$	0		3,53	4,21	kWh/(m ² .rok)
3. Ciepła woda użytkowa	$Q_{W,nd}$	48,77	57,03	48,77	57,03	kWh/(m ² .rok)
B. Zapotrzebowanie energii końcowej dla ogrzewania i wentylacji						
1. Sprawność regulacji i wykorzystania ciepła	η_{He}	0,847		0,97		
2. Sprawność transportu nośnika ciepła	η_{Hd}			0,986		
3. Sprawność akumulacji w buforze	η_{Hs}			1,00		
4. Sprawność wytworzenia ciepła	η_{Hg}			0,98		
5. Zapotrzebowania energii końcowej	Q_{KH}	215,97	215,62	21,41	21,32	kWh/(m ² .rok)

C. Zapotrzebowanie energii końcowej dla chłodzenia

1. Sprawność regulacji i wykorzystania chłodu	η_{Ce}	0	0,94		
2. Sprawność transportu nośnika chłodu	η_{Cd}	0	1,00		
3. Sprawność akumulacji w buforze	η_{Cs}	0	1,00		
4. Efektywność wytworzenia chłodu	ESEER	0	5,25		
5. Zapotrzebowania energii końcowej	Q_{KC}	0	0,72	0,85	kWh/(m ² .rok)

D. Zapotrzebowanie energii końcowej dla podgrzewania ciepłej wody

1. Sprawność wykorzystania ciepła	η_{We}	1,00	1,00	1,00	
2. Sprawność transportu c.w. i cyrkulacji	η_{Wd}	0,60	0,989	0,998	
3. Sprawność akumulacji w zasobniku	η_{Ws}	0,62	0,996	0,993	
4. Sprawność wytworzenia ciepła	η_{Wg}	0,89	0,89	0,89	
5. Zapotrzebowania energii końcowej	$Q_{K,W}$	147,29	172,26	8,52	17,58 kWh/(m ² .rok)

E. Zapotrzebowanie nieodnawialnej energii pierwotnej

1. Współczynnik nakładu dla wytworzenia ciepła (ogrzew. + wentylacja + cwu)	w_1	1,3	1,3		
2. Współczynnik nakładu dla wytworzenia chłodu (sprężarka elektryczna)	w_2	3,00	3,00		
3. Współczynnik nakładu - energia pomocnicza	w_3	3,00	3,00		
4. Energia pomocnicza ogrzewania	$E_{el,H}$	-----	1,87	1,87	kWh/(m ² .rok)
5. Energia pomocnicza chłodzenia	$E_{el,C}$	-----	0,81	1,05	kWh/(m ² .rok)
6. Energia pomocnicza wentylacji	$E_{el,V}$	-----	14,25	14,25	kWh/(m ² .rok)
7. Energia pomocnicza c.w.u.	$E_{el,W}$	0,44	5,26	5,26	kWh/(m ² .rok)

Wskaźnik zapotrzebowania nieodnawialnej energii pierwotnej

8. Energia pierwotna - ogrzewanie i wentylacja	EP_H	280,8	280,3	33,44	26,94	kWh/(m ² .rok)
9. Energia pierwotna - chłodzenie	EP_C	-----		26,85	38,62	kWh/(m ² .rok)
10. Energia pierwotna - ciepła woda	EP_W	192,8	225,3	4,59	5,70	kWh/(m ² .rok)
11. Energia pierwotna - rekuperatory	EP_V	-----		42,74	42,74	kWh/(m ² .rok)
12. Energia pierwotna	EP	489,6		110,8		kWh/(m ² .rok)
	EP_WT2008	114,44		142,2		kWh/(m ² .rok)
	WT+15%	131,6		163,6		kWh/(m ² .rok)

12. LITERATURA

1. Materiały z wykładów Studiów Podyplomowych
2. Normy
3. DTR i materiały informacyjne
4. Recknagel, Sprenger, Honmann, Schramek: Poradnik Ogrzewanie + Klimatyzacja, EWFE 94/95
5. Marian Rubik: Pompy ciepła- poradnik wydanie II

13. ZAŁĄCZNIK

13.1. Świadectwo dla budynku wariant podstawowy – EP_{H+W}

13.2. Świadectwo dla budynku wariant po modyfikacji – EP_{HC+W}

13.3. Świadectwo dla lokalu – EP_{HC+W}

13.4. płyta CD z plikami