

Nazwa kwalifikacji: **Organizacja robót związanych z budową, montażem i eksploatacją sieci oraz instalacji sanitarnych**

Symbol kwalifikacji: **BUD.20**

Numer zadania: **01**

Wersja arkusza: **SG**

Wypełnia zdający

Numer PESEL zdającego*

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Numer stanowiska

--	--	--

Miejsce na naklejkę z numerem
PESEL i z kodem ośrodka

Czas trwania egzaminu: **180** minut

BUD.20-01-26.01-SG

EGZAMIN ZAWODOWY

Rok 2026

CZĘŚĆ PRAKTYCZNA

**PODSTAWA PROGRAMOWA
2019**

Instrukcja dla zdającego

1. Na pierwszej stronie arkusza egzaminacyjnego wpisz w oznaczonym miejscu swój numer PESEL*, numer stanowiska i naklej naklejkę** z numerem PESEL i z kodem ośrodka.
2. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 16 stron i nie zawiera błędów. Ewentualny brak stron lub inne usterki zgłoś przez podniesienie ręki przewodniczącemu zespołu nadzorującego.
3. Zapoznaj się z treścią zadania oraz stanowiskiem egzaminacyjnym. Masz na to 10 minut. Czas ten nie jest wliczany do czasu trwania egzaminu.
4. Czas rozpoczęcia i zakończenia pracy zapisze w widocznym miejscu przewodniczący zespołu nadzorującego.
5. Wykonaj samodzielnie zadanie egzaminacyjne. Przestrzegaj zasad bezpieczeństwa i organizacji pracy.
6. Po zakończeniu wykonania zadania pozostaw arkusz egzaminacyjny z rezultatami wykonania zadania na swoim stanowisku lub w miejscu wskazanym przez przewodniczącego zespołu nadzorującego.
7. Po uzyskaniu zgody zespołu nadzorującego możesz opuścić salę/miejsce przeprowadzania egzaminu.

Powodzenia!

* w przypadku braku numeru PESEL – seria i numer paszportu lub innego dokumentu potwierdzającego tożsamość

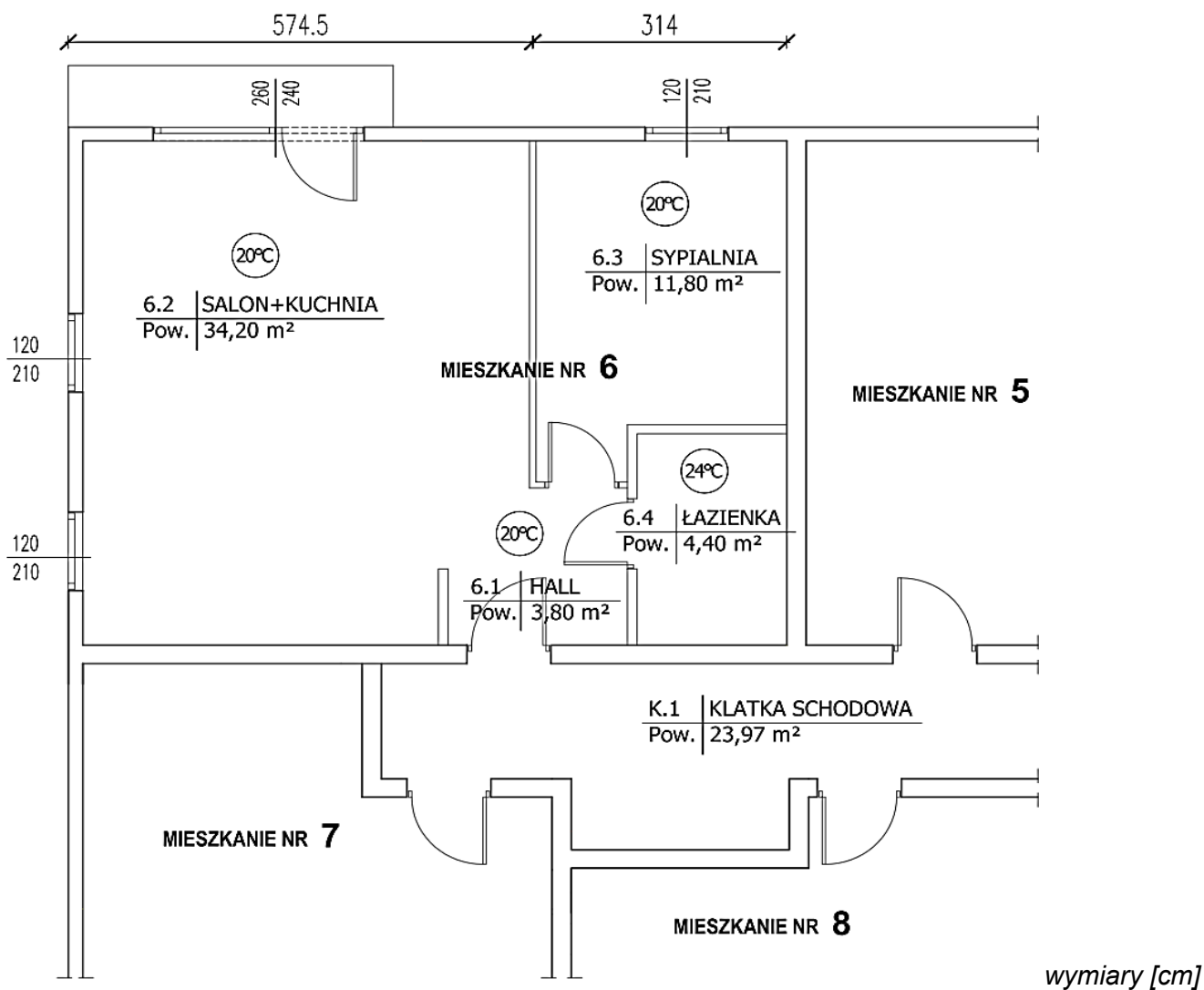
** w przypadku otrzymania naklejki

Zadanie egzaminacyjne

Wykonaj obliczenia i na ich podstawie dokonaj doboru grzejnika dla mieszkania nr 6 znajdującego się w budynku mieszkalnym wielorodzinnym dwukondygnacyjnym. Budynek wykonany w nowoczesnej technologii z zaizolowaniem mostków cieplnych zlokalizowany jest w II strefie klimatycznej. Przy założeniu, że straty ciepła przez stropy nie występują, wykonaj obliczenia cieplne i uzupełnij dokumentację instalacji grzewczej dla tego mieszkania i budynku.

Wszystkie informacje potrzebne do rozwiązania zadania oraz wzory do obliczeń cieplnych zostały przedstawione w arkuszu egzaminacyjnym (tabele od 1 do 8 oraz rysunki 1 i 2). Korzystając z tych danych, wykonaj podane niżej polecenia.

- Ustal projektowane temperatury obliczeniowe i zapisz ich wartości w tabeli A.
- Oblicz współczynnik przenikania ciepła przez izolowaną ścianę zewnętrzną pomieszczenia 6.3. Wszystkie ustalone i obliczone wartości zapisz w tabeli B.
- Oblicz całkowity współczynnik strat ciepła przez przenikanie w pomieszczeniu 6.3. Wszystkie ustalone i obliczone wartości zapisz w tabeli C.
- Dokonaj obliczeń związanych z ustaleniem całkowitego obciążenia cieplnego dla pomieszczenia 6.3 oraz mocy cieplnej do doboru grzejnika i zapisz ich wyniki w tabeli D.
- Dobierz odpowiedni grzejnik dla pomieszczenia 6.3, a jego parametry zapisz w tabeli E.
- Uzupełnij brakujące dane na rysunku A, wpisując w wyznaczonych miejscach oznaczenia dobranego grzejnika, wyliczone wcześniej całkowite obciążenie cieplne dla pomieszczenia 6.3 oraz obliczone całkowite obciążenie cieplne dla mieszkania nr 6.
- Uzupełnij rysunek B przedstawiający rozwinięcie instalacji grzewczej dla mieszkania nr 6, wpisując w wyznaczonych miejscach brakujące dane, odczytane z rysunku A.
- Uzupełnij rysunek C przedstawiający rozwinięcie instalacji grzewczej dla pionu nr 1, wpisując w wyznaczonych miejscach odpowiednie wartości całkowitego obciążenia cieplnego na przewodzie ustalone na podstawie rysunku A.



Rysunek 1. Fragment rzutu poziomego I piętra

Tabela 1. Dane i założenia do obliczeń

Lp.	Nazwa / określenie	Ilość i jednostka miary
1.	Wysokość mieszkania nr 6	2,7 m
2.	Temperatura zasilania instalacji centralnego ogrzewania	70 °C
3.	Temperatura powrotu instalacji centralnego ogrzewania	50 °C

Tabela 2. Projektowana temperatura zewnętrzna i średnia roczna temperatura zewnętrzna

Strefa klimatyczna	Projektowana temperatura zewnętrzna θ_e [°C]	Średnia roczna temperatura zewnętrzna $\theta_{m,e}$ [°C]
I	-16	7,7
II	-18	7,9
III	-20	7,6
IV	-22	6,9
V	-24	5,5

Tabela 3. Opory przejmowania ciepła

Opór przejmowania ciepła	Jednostka miary	Kierunek przepływu ciepła		
		poziomy	pionowy w górę	pionowy w dół
na powierzchni wewnętrznej R_{si}	$m^2 \cdot K/W$	0,13	0,10	0,17
na powierzchni zewnętrznej R_{se}	$m^2 \cdot K/W$	0,04		

Tabela 4. Współczynnik poprawkowy temperatury w odniesieniu do elementu budynku

Straty ciepła	Współczynnik poprawkowy temperatury f_k	
	jeśli mostki cieplne <u>sa</u> zaizolowane	jeśli mostki cieplne <u>nie sa</u> zaizolowane
przez izolowaną ścianę zewnętrzną	1,00	1,40
przez przestrzeń nieogrzewaną	0,80	1,00
przez grunt	0,30	0,42
przez poddasze	0,90	1,26
przez przestrzeń podłogową	0,92	1,26
dla okien i drzwi	1,00	

Tabela 5. Minimalna krotność wymiany powietrza zewnętrznego n_{min}

Typ pomieszczenia	$n_{min} [h^{-1}]$
Pomieszczenia mieszkalne	0,5
Kuchnia lub łazienka z oknem	1,5
Pokój biurowy	1,0
Sala konferencyjna, sala lekcyjna	2,0

Tabela 6. Wzory do obliczeń

Opis	Wzór	Jednostka
Opór cieplny materiałów budowlanych	$R_i = \frac{d_i}{\lambda_i}$ gdzie: R_i – jednostkowy opór przewodzenia ciepła przez warstwę „i” przegrody, $m^2 \cdot K/W$ d_i – grubość warstwy „i” przegrody budowlanej, m λ_i – współczynnik przewodzenia ciepła dla materiału z którego zbudowana jest warstwa przegrody, $W/m \cdot K$	$m^2 \cdot K/W$
Całkowity opór cieplny przegrody budowlanej	$R_T = R_{si} + \sum R_i + R_{se}$ gdzie: R_T – całkowity opór cieplny przegrody budowlanej, $m^2 \cdot K/W$ R_{si}, R_{se} – jednostkowe opory przejmowania ciepła, $m^2 \cdot K/W$ (R_{si} – od strony wewnętrznej przegrody, R_{se} – od strony zewnętrznej przegrody) $\sum R_i$ – suma jednostkowych oporów przewodzenia ciepła przegrody budowlanej, $m^2 \cdot K/W$	$m^2 \cdot K/W$
Współczynnik przenikania ciepła przez przegrody budowlane	$U_k = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{si} + \sum R_i + R_{se}}$ gdzie: U_k – współczynnik przenikania ciepła przez przegrody budowlane, $W/m^2 \cdot K$ R_T – całkowity opór cieplny przegrody budowlanej, $m^2 \cdot K/W$	$W/m^2 \cdot K$
Całkowity współczynnik strat ciepła przez przenikanie	$H_{T,i} = \sum (f_k \cdot A_k \cdot U_k)$ gdzie: $H_{T,i}$ – całkowity współczynnik strat ciepła przez przenikanie, W/K f_k – współczynnik poprawkowy temperatury w odniesieniu do elementu budynku, A_k – powierzchnia elementu budynku, m^2 U_k – współczynnik przenikania ciepła elementu budynku, $W/m^2 \cdot K$	W/K
Całkowite straty ciepła przez przenikanie	$\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ gdzie: $\Phi_{T,i}$ – całkowite straty ciepła przez przenikanie, W $H_{T,i}$ – całkowity współczynnik strat ciepła przez przenikanie, W/K $\theta_{int,i}$ – projektowana temperatura wewnętrzna, $^{\circ}C$ θ_e – projektowana temperatura zewnętrzna, $^{\circ}C$	W
Minimalna wartość strumienia objętości powietrza do przestrzeni ogrzewanej wymagana ze względów higienicznych	$\dot{V}_{min i} = n_{min} \cdot V_i$ gdzie: $\dot{V}_{min i}$ – minimalna wartość strumienia objętości powietrza do przestrzeni ogrzewanej wymagana ze względów higienicznych, m^3/h n_{min} – minimalna krotność wymiany powietrza zewnętrznego na godzinę, h^{-1} V_i – kubatura ogrzewanej przestrzeni, m^3	m^3/h

Projektowane wentylacyjne straty ciepła	$\Phi_{V,i} = 0,34 \cdot \dot{V}_{min,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ gdzie: $\Phi_{V,i}$ – projektowane wentylacyjne straty ciepła, W $\dot{V}_{min,i}$ – minimalna wartość strumienia objętości powietrza do przestrzeni ogrzewanej wymagana ze względów higienicznych, m³/h $\theta_{int,i}$ – projektowana temperatura wewnętrzna, °C θ_e – projektowana temperatura zewnętrzna, °C	W
Projektowane straty ciepła przez przenikanie i projektowane wentylacyjne straty ciepła	$\Phi_i = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) \cdot f_{\Delta\theta}$ gdzie: Φ_i – projektowane straty ciepła przez przenikanie i projektowane wentylacyjne straty ciepła, W $\Phi_{T,i}$ – całkowite straty ciepła przez przenikanie, W $\Phi_{V,i}$ – całkowite wentylacyjne straty ciepła, W $f_{\Delta\theta}$ – współczynnik poprawkowy ze względu na podwyższenie temperatury Uwaga: do obliczeń należy przyjąć $f_{\Delta\theta} = 1$	W
Całkowite obciążenie cieplne dla pomieszczenia	$\Phi_{HL,i} = (\Phi_i + \Phi_{RH,i})$ gdzie: $\Phi_{HL,i}$ – całkowite obciążenie cieplne dla pomieszczenia, W Φ_i – projektowane straty ciepła przez przenikanie i projektowane wentylacyjne straty ciepła, W $\Phi_{RH,i}$ – całkowita nadwyżka mocy cieplnej, W Uwaga: do obliczeń należy przyjąć $\Phi_{RH,i} = 157$ W	W
Całkowite obciążenie cieplne dla mieszkania	$\Phi_{HL,i M} = \sum \Phi_{HL,i}$ gdzie: $\Phi_{HL,i M}$ – całkowite obciążenie cieplne dla mieszkania, W $\Phi_{HL,i}$ – całkowite obciążenie cieplne dla pomieszczenia, W	W
Moc cieplna do doboru grzejnika po uwzględnieniu współczynnika przeliczeniowego dla warunków obliczeniowych f	$\Phi_s = \Phi_{HL,i} \cdot f$ gdzie: Φ_s – moc cieplna do doboru grzejnika po uwzględnieniu współczynnika przeliczeniowego dla warunków obliczeniowych f, W $\Phi_{HL,i}$ – całkowite obciążenie cieplne dla pomieszczenia, W f - współczynnik przeliczeniowy	W

Tabela 7. Tabela doboru współczynnika korygującego f dla obliczenia mocy grzejnika, dla warunków obliczeniowych 70/50 °C

Temperatura zasilania t_z [°C]	Temperatura powrotu t_p [°C]	Projektowana temperatura wewnętrzna $\theta_{int,i}$ [°C]				
		12	18	20	22	24
		f - współczynnik przeliczeniowy dla warunków obliczeniowych				
90	80	0,64	0,68	0,71	0,74	0,77
	70	0,72	0,76	0,80	0,83	0,87
80	70	0,79	0,84	0,88	0,93	0,97
	60	0,89	0,96	1,01	1,07	1,13
	50	1,04	1,13	1,20	1,28	1,37
75	65	0,88	0,95	1,00	1,05	1,12
	50	0,94	1,02	1,08	1,14	1,21
	55	1,01	1,10	1,17	1,24	1,32
70	65	0,94	1,01	1,07	1,13	1,19
	60	1,00	1,08	1,15	1,22	1,30
	55	1,08	1,17	1,25	1,33	1,42
	50	1,17	1,28	1,37	1,47	1,58
65	60	1,07	1,16	1,23	1,31	1,40
	55	1,15	1,26	1,34	1,43	1,54
	50	1,25	1,37	1,47	1,59	1,71
	45	1,37	1,52	1,64	1,78	1,94
60	55	1,23	1,36	1,45	1,56	1,68
	50	1,34	1,48	1,60	1,73	1,87
	45	1,47	1,65	1,78	1,94	2,13
	40	1,64	1,86	2,03	2,24	2,50
55	50	1,45	1,62	1,75	1,90	2,07
	45	1,60	1,80	1,96	2,15	2,37
	40	1,78	2,03	2,24	2,48	2,78
	35	2,03	2,36	2,64	2,99	3,43

Przykład obliczenia mocy cieplnej do doboru grzejnika po uwzględnieniu współczynnika przeliczeniowego dla warunków obliczeniowych f

Przykładowe warunki obliczeniowe:

Całkowite obciążenie cieplne dla pomieszczenia $\Phi_{HL,i} = 800 \text{ W}$

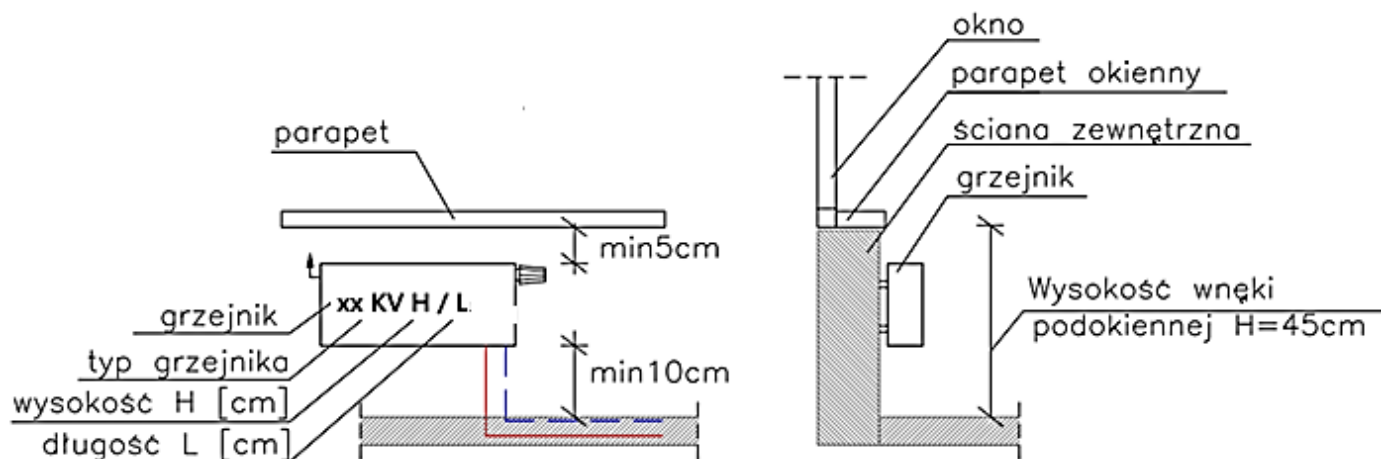
Temperatura zasilania $t_z = 60 \text{ °C}$

Temperatura powrotu $t_p = 45 \text{ °C}$

Projektowana temperatura wewnętrzna $\theta_{int,i} = 20 \text{ °C}$

Dla przykładowych warunków obliczeniowych dobrano z tabeli współczynnik przeliczeniowy $f = 1,78$

$$\Phi_s = 800 \cdot 1,78 = 1424 \text{ W}$$



Rysunek 2. Wymagania wysokościowe montażu grzejnika we wnęcie podokiennej

Tabela 8. Tabela do doboru grzejników

Wydajność cieplna grzejników dla parametrów instalacyjnych $t_z/t_p/\theta_{int,i} = 70/50/20\text{ }^{\circ}\text{C}$										
Wysokość grzejnika H [cm] →	30		40		50		60		90	
Długość grzejnika L [cm] ↓	Typ grzejnika									
	11 KV	22 KV	11 KV	22 KV	11 KV	22 KV	11 KV	22 KV	11 KV	22 KV
	Katalogowa moc grzejnika Φ_g [W]									
40	226	438	283	543	337	617	376	685	517	918
52	294	569	425	706	438	802	488	891	672	1194
60	339	605	510	814	506	926	563	1028	775	1378
72	407	658	544	977	607	1111	676	1233	930	1653
80	452	716	628	1086	674	1234	751	1370	1034	1837
92	520	937	566	1248	776	1420	864	1576	1189	2112
100	565	1095	651	1357	843	1543	939	1713	1292	2296
120	660	1314	793	1628	1012	1852	1127	2056	1550	2755

Uwaga! Grzejniki należy dobierać uwzględniając moc Φ_s .

Czas na wykonanie zadania wynosi 180 minut.

Ocenie podlegać będzie 6 rezultatów:

- ustalone projektowane temperatury obliczeniowe oraz obliczony współczynnik przenikania ciepła dla ściany zewnętrznej pomieszczenia 6.3 – Tabele A i B,
- obliczenia całkowitego współczynnika strat ciepła przez przenikanie dla pomieszczenia 6.3 – Tabela C,
- obliczenia całkowitego obciążenia cieplnego dla pomieszczenia 6.3 – Tabela D,
- dobrany grzejnik dla pomieszczenia 6.3 oraz uzupełniony fragment rzutu poziomego I piętra o dobrany grzejnik dla pomieszczenia 6.3 i całkowite obciążenie cieplne dla mieszkania nr 6 – Tabela E i Rysunek A,
- uzupełnione rozwinięcie instalacji grzewczej dla mieszkania nr 6 – Rysunek B,
- uzupełnione rozwinięcie instalacji grzewczej dla pionu nr 1 – Rysunek C.

Tabela A. Projektowane temperatury obliczeniowe

Lp.	Opis	Symbol	Jednostka	Wartość
1.	Projektowana temperatura zewnętrzna	θ_e	°C	
2.	Projektowana temperatura wewnętrzna	$\theta_{int,i}$	°C	
3.	Projektowana różnica temperatur	$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	

Tabela B. Obliczenia współczynnika przenikania ciepła dla ściany zewnętrznej pomieszczenia 6.3

Lp.	Opis	d	λ	R (*)	U_k
-	-	m	W/m·K	m ² ·K/W	W/m ² ·K
Izolowana ściana zewnętrzna					
1.	Tynk gipsowy	0,02	0,40		
2.	Błoczki wapienno-piaskowe	0,33	0,51		
3.	Płyty styropianowe grafitowe	0,15	0,031		
4.	Tynk cienkowarstwowy	0,008	0,78		
5.	Suma jednostkowych oporów przewodzenia ciepła przegrody budowlanej $\sum R_i$				
6.	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej R_{si}				
7.	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej R_{se}				
Całkowity opór cieplny przegrody budowlanej $R_T = R_{si} + \sum R_i + R_{se}$					
Wartości współczynnika przenikania ciepła $U_k = \frac{1}{R_T}$					

***Uwaga:** obliczone wartości należy wpisywać z zaokrągleniem do dwóch miejsc po przecinku

Tabela C. Obliczenia całkowitego współczynnika strat ciepła przez przenikanie dla pomieszczenia 6.3

Lp.	Przegroda budowlana	f_k	A_k	U_k	$f_k \cdot A_k \cdot U_k (*)$
-	-	-	m ²	W/m ² ·K	W/K
1.	Izolowana ściana zewnętrzna (pomniejszona o powierzchnię okna)				
2.	Okno			0,85	
Całkowity współczynnik strat ciepła przez przenikanie $H_{T,i}$					

***Uwaga:** obliczone wartości należy wpisywać z zaokrągleniem do dwóch miejsc po przecinku

Tabela D. Obliczenia całkowitego obciążenia cieplnego dla pomieszczenia 6.3

Lp.	Opis	Symbol	Jednostka	Wartość*
1.	Kubatura ogrzewanej powierzchni pomieszczenia 6.3	V_i	m^3	
2.	Całkowite straty ciepła przez przenikanie	$\Phi_{T,i}$	W	
3.	Minimalna wartość strumienia objętości powietrza do przestrzeni ogrzewanej wymagana ze względów higienicznych	$\dot{V}_{min, i}$	m^3/h	
4.	Projektowane wentylacyjne straty ciepła	$\Phi_{V,i}$	W	
5.	Projektowane straty ciepła przez przenikanie i projektowane wentylacyjne straty ciepła	Φ_i	W	
6.	Całkowite obciążenie cieplne dla pomieszczenia	$\Phi_{HL,i}$	W	
7.	Współczynnik przeliczeniowy dla warunków obliczeniowych dobrany z tabeli 7	f	-	
8.	Moc cieplna do doboru grzejnika po uwzględnieniu współczynnika przeliczeniowego dla warunków obliczeniowych	Φ_s	W	

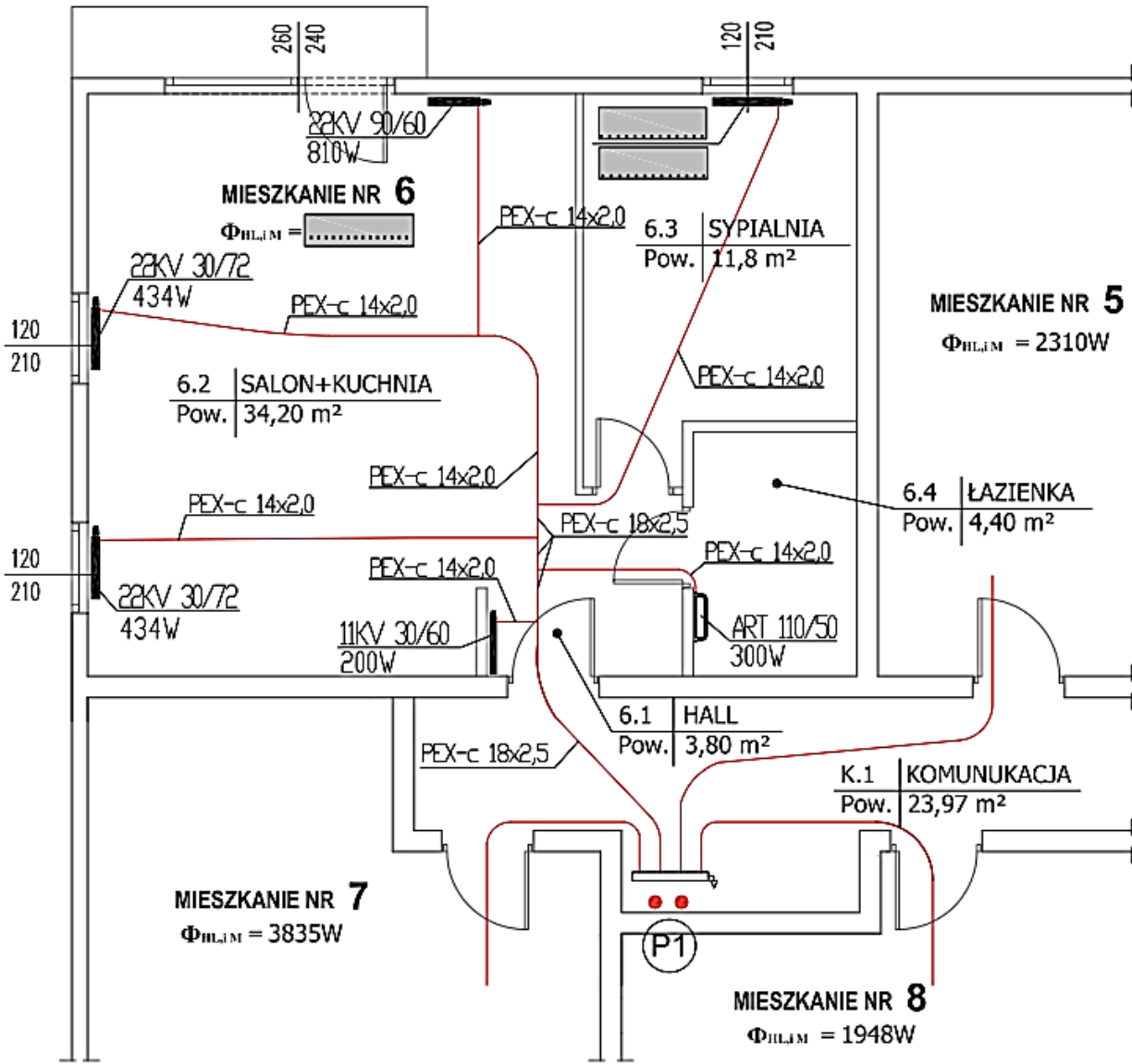
***Uwaga:** wartości w wierszu 1, 3 i 7 należy wpisywać z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku, a wartości w pozostałych wierszach należy zapisać w zaokrągleniu w górę do całości

Tabela E. Dobór grzejnika dla pomieszczenia 6.3

Dobór grzejnika			
Typ grzejnika *	Katalogowa moc grzejnika Φ_g	Wysokość grzejnika H	Długość grzejnika L
	W	cm	cm

***Uwaga:** Przy doborze wysokości grzejnika należy uwzględnić wymagania montażu grzejnika w wnęce podokiennej z rysunku 2

Uwaga: uzupełnić szare pola zgodnie z objaśnieniami



wymiary [cm]

OBJAŚNIENIA:

-   – numer pionu
 – 2 x przewody (zasilanie i powrót)

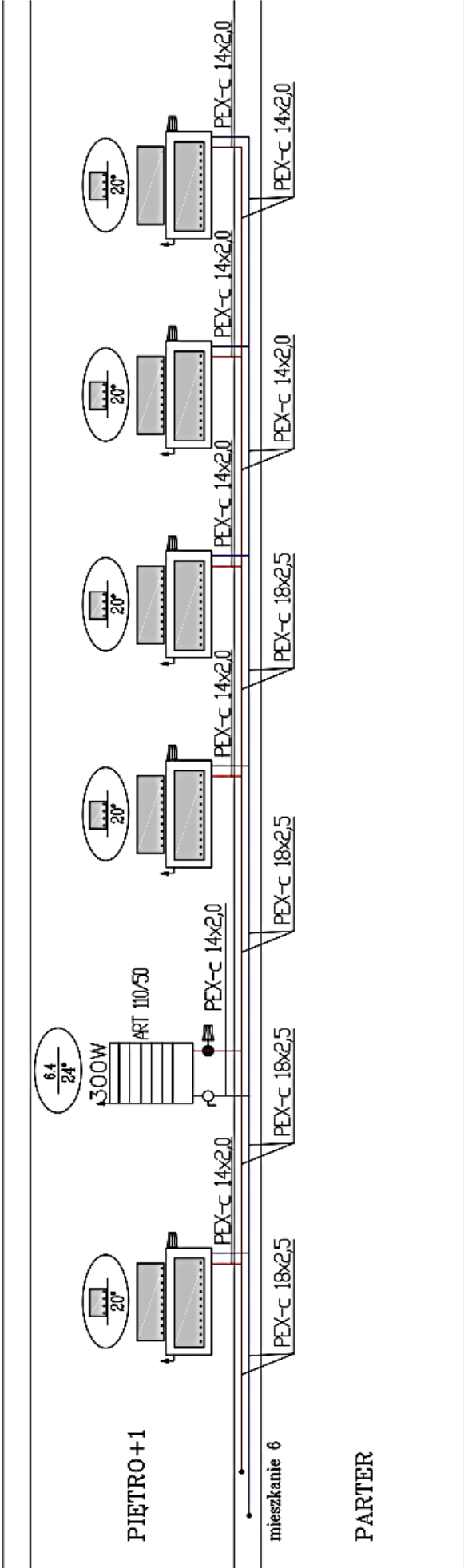
22KV 90/60 — typ i rozmiar grzejnika
810W — całkowite obciążenie cieplne dla pomieszczenia, [W]

PEX-c 14x2,0 – średnica i rodzaj materiału
np. PEX-c –polietylen usieciowany

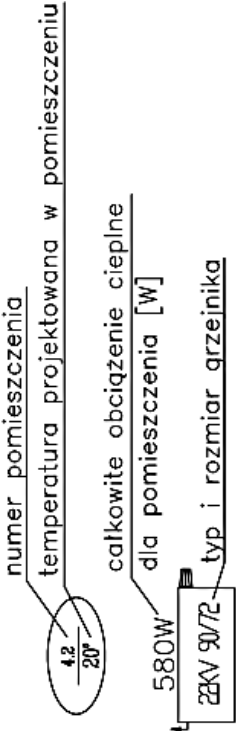
$$\Phi_{\text{HL,M}}=1940\text{W} - \text{całkowite obciążenie cieplne dla mieszkania, [W]}$$

Rysunek A. Fragment rzutu poziomego I piętra

Uwaga: uzupełnić szare pola zgodnie z objaśnieniami

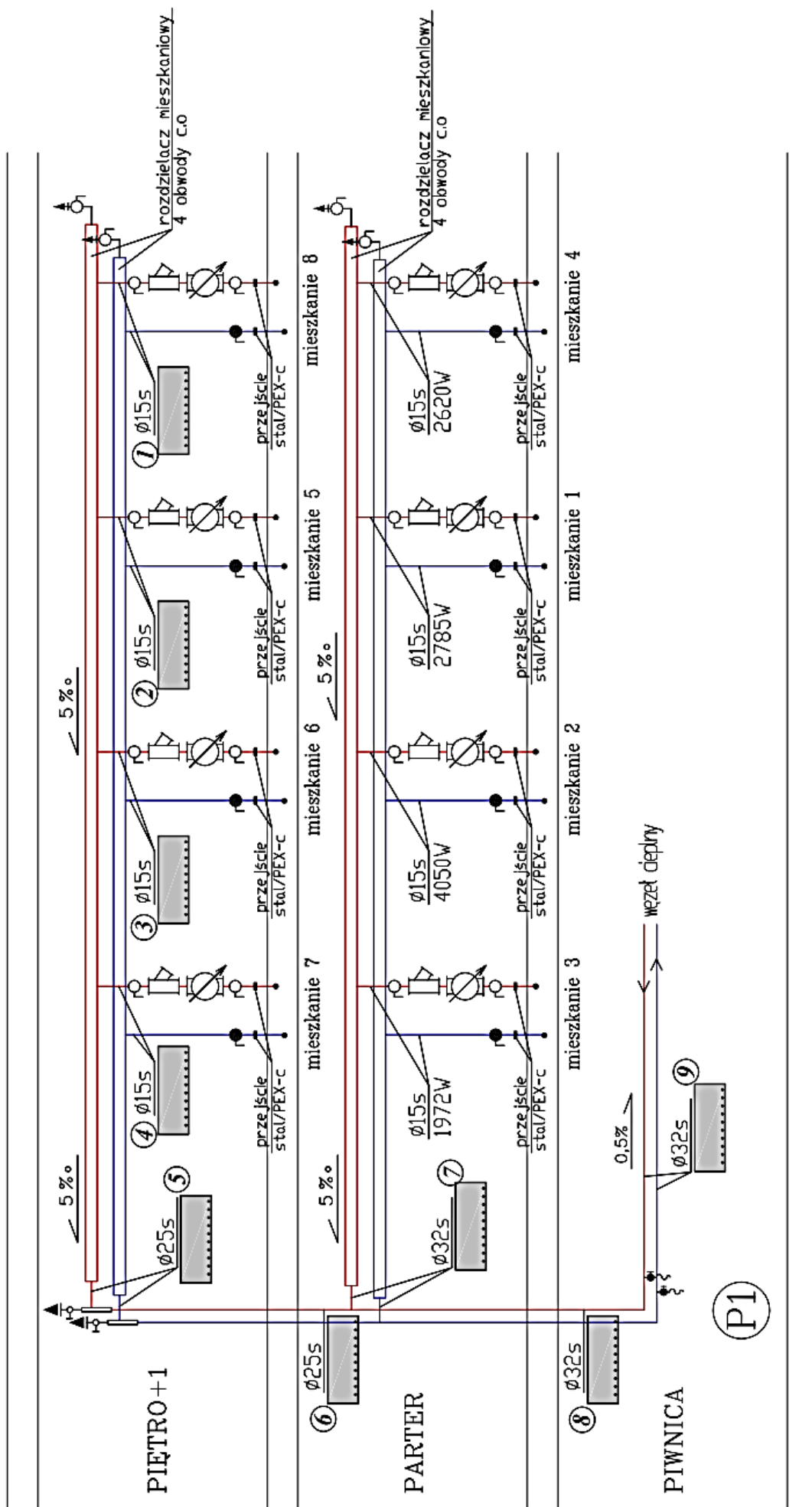


OBJAŚNIENIA:



Rysunek B. Rozwinięcie instalacji grzewczej dla mieszkania nr 6

Uwaga: uzupełnić szare pola zgodnie z objaśnieniami



OBJAŚNIENIA:

- • (P1) – numer pionu
- 2 x przewody
- ⌀ – zawór kulowy
- ⊗ – zawór regulacyjny
- ☐ – filtr siatkowy
- ⊗ – ciepłomierz
- odpowietrzenie rozdzielacza mieszkaniowego
- odpowietrzenie pionu
- przejście ze stali na PEX-c
- zawór spustowy

$\frac{\varnothing 15s}{4050W}$ średnica i rodzaj materiału np. s–stal, PEX–c –polietylen usieciowany
 całkowite obciążenie cieplne na przewodzie [W]

Rysunek C. Rozwinięcie instalacji grzewczej dla pionu nr 1

Miejsce na obliczenia
(niepodlegające ocenie)

