



Polski Komitet
Normalizacyjny

P O L S K A N O R M A

ICS 91.140.10

PN-EN 12831

miesiąc i rok publikacji

Wprowadza

EN 12831:2003, IDT

Zastępuje

PN-EN 12831:2004 (U)

Instalacje ogrzewcze w budynkach

Metoda obliczania projektowego obciążenia

cieplnego

Norma europejska EN 12831:2003 ma status Polskiej Normy

© Copyright by PKN, Warszawa ...

nr ref. PN-EN 12831:

Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone. Żadna część niniejszej normy nie może być zwielokrotniana
jakąkolwiek techniką bez pisemnej zgody Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego

Przedmowa krajowa

Niniejsza norma została opracowana przez KT nr 279 ds. Ciepłownictwa, Ogrzewnictwa i Wentylacji i zatwierdzona przez Prezesa PKN dzień, miesiąc, rok.

Jest tłumaczeniem – bez jakichkolwiek zmian – angielskiej wersji normy europejskiej EN 12831:2003.

W zakresie tekstu normy europejskiej wprowadzono odsyłacze krajowe oznaczone od ^{N1)} do ^{N5)}.

Norma zawiera krajowy załącznik informacyjny NA, którego treścią jest wykaz norm powołanych normatywnie w treści normy europejskiej i ich krajowych odpowiedników.

Norma zawiera krajowy załącznik informacyjny NB, którego treścią są wartości i parametry stosowane w obliczeniach projektowego obciążenia cieplnego budynków.

Niniejsza norma zastępuje normę PN-EN 12831:2004 (U).

W sprawach merytorycznych dotyczących treści normy można zwracać się do właściwego Komitetu Technicznego PKN, kontakt: www.pkn.pl.

Załącznik krajowy NA (informacyjny)

Odpowiedniki krajowe norm i dokumentów powołanych normatywnie

Normy i dokumenty powołane

EN 673:1997

EN ISO 6946:1996

EN ISO 10077–1:2000

EN ISO 10077–2:2003

EN ISO 10211–1:1995

EN ISO 10211–2:2001

EN ISO 10456:1999

EN 12524:2000

EN ISO 13370:1998

EN ISO 14683:1999

Odpowiedniki krajowe

PN-EN 673:1999 Szkło w budownictwie – Określenie współczynnika przenikania ciepła "U" – Metoda obliczeniowa

PN-EN ISO 6946:2004 Komponenty budowlane i elementy budynku – Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła – Metoda obliczania

PN-EN ISO 10077–1:2002 Właściwości cieplne okien, drzwi i żaluzji – Obliczanie współczynnika przenikania ciepła – Część 1: Metoda uproszczona

PN-EN ISO 10077–2:2005 Ciepłe właściwości użytkowe okien, drzwi i żaluzji – Obliczanie współczynnika przenikania ciepła – Część 2: Metoda komputerowa dla ram

PN-EN ISO 10211–1:2005 Mostki cieplne w budynkach – Obliczanie strumieni cieplnych i temperatury powierzchni – Część 1: Metody ogólne

PN-EN ISO 10211–2:2002 Mostki cieplne w budynkach – Obliczanie strumieni cieplnych i temperatury powierzchni – Część 2: Liniowe mostki cieplne

PN-EN ISO 10456:2004 Materiały i wyroby budowlane – Procedury określania deklarowanych i obliczeniowych wartości cieplnych

PN-EN 12524:2003 Materiały i wyroby budowlane – Właściwości cieplno-wilgotnościowe – Tabelaryczne wartości obliczeniowe

PN-EN ISO 13370:2001 Właściwości cieplne budynków – Wymiana ciepła przez grunt – Metody obliczania

PN-EN ISO 14683:2001 Mostki cieplne w budynkach – Liniowy współczynnik przenikania ciepła – Metody uproszczone i wartości orientacyjne

Załącznik krajowy NB (informacyjny)

Orientacyjne wartości do obliczeń w rozdziałach od 6 do 9

W niniejszym załączniku podano normatywne dane wejściowe i wartości stosowane w obliczeniach projektowego obciążenia cieplnego omówionego w rozdziałach od 6 do 9.

UWAGA Rozdziały wskazane w nawiasach odnoszą się do rozdziałów w głównej części niniejszej normy.

NB.1 Dane klimatyczne (patrz 6.1)

Projektowa temperatura zewnętrzna, θ_e , oraz roczna średnia temperatura zewnętrzna, $\theta_{m,e}$, podane zostały w tablicy NB.1 w odniesieniu do różnych stref klimatycznych (rys. NB.1)



Rysunek NB.1 – Podział terytorium Polski na strefy klimatyczne

Tablica NB.1 – Projektowa temperatura zewnętrzna i średnia roczna temperatura zewnętrzna

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

NB.2 Projektowe temperatury wewnętrzne (patrz 6.2)

Wartości projektowej temperatury wewnętrznej, $\theta_{\text{int},i}$, w różnych pomieszczeniach budynku zostały podane w tablicy NB.2.

Tablica NB.2 – Projektowa temperatura wewnętrzna

Przeznaczenie lub sposób wykorzystania pomieszczeń	Przykłady pomieszczeń	$\theta_{\text{int},i}$ °C
- nieprzeznaczone na pobyt ludzi, - przemysłowe - podczas działania ogrzewania dyżurnego (jeśli pozwalają na to względy technologiczne)	magazyny bez stałej obsługi, garaże indywidualne, hale postojowe (bez remontów), akumulatornie, maszynownie i szyby dźwigów osobowych	5
- w których nie występują zyski ciepła, a jednorazowy pobyt ludzi znajdujących się w ruchu i okryciach zewnętrznych nie przekracza 1 h, - w których występują zyski ciepła od urządzeń technologicznych, oświetlenia itp., przekraczające 25 W na 1 m² kubatury pomieszczenia	klatki schodowe w budynkach mieszkalnych, hale sprężarek, pompownie, kuźnie, hartownie, wydziały obróbki cieplnej	8
- w których nie występują zyski ciepła, przeznaczone do stałego pobytu ludzi, znajdujących się w okryciach zewnętrznych lub wykonujących pracę fizyczną o wydatku energetycznym powyżej 300 W - w których występują zyski ciepła od urządzeń technologicznych, oświetlenia itp., wynoszące od 10 do 25 W na 1 m³ kubatury pomieszczenia	magazyny i składy wymagające stałej obsługi, halle wejściowe, poczekalnie przy salach widowiskowych bez szatni, kościoły hale pracy fizycznej o wydatku energetycznym powyżej 300 W, hale formiarni, maszynownie chłodni, ładownie akumulatorów, hale targowe, sklepy rybne i mięsne	12
- w których nie występują zyski ciepła, przeznaczone na pobyt ludzi: - w okryciach zewnętrznych w pozycji siedzącej i stojącej, - bez okryć zewnętrznych znajdujących się w ruchu lub wykonujących pracę fizyczną o wydatku energetycznym do 300 W, - w których występują zyski ciepła od urządzeń technologicznych, oświetlenia itp., nieprzekraczające 10 W na 1 m² kubatury pomieszczenia	sale widowiskowe bez szatni, ustępy publiczne, szatnie okryć zewnętrznych, hale produkcyjne, sale gimnastyczne, kuchnie indywidualne wyposażone w paleniska węglowe	16
- przeznaczone na stały pobyt ludzi bez okryć zewnętrznych niewykonywujących w sposób ciągły pracy fizycznej - kotłownie i węzły cieplne	pokoje mieszkalne, przedpokoje, kuchnie indywidualne wyposażone w paleniska gazowe lub elektryczne, pokoje biurowe, sale posiedzeń, muzea i galerie sztuki z szatniami, audytoria	20
- przeznaczone do rozbierania - przeznaczone na pobyt ludzi bez odzieży	łazienki, rozbieralnie-szatnie, umywalnie, natryskownie, hale pływalni, gabinety lekarskie z rozbieraniem pacjentów, sale niemowląt i sale dziecięce w żłobkach, sale operacyjne	24

NB.3 Dane budynku (patrz 6.3)

W obliczeniach powinny być stosowane wymiary zewnętrzne (patrz rozdział 9, rysunek 7).

NB.4 Projektowe straty ciepła przez przenikanie**NB.4.1 Straty ciepła bezpośrednio na zewnątrz – $H_{T,ie}$ (patrz 7.1.1)**

Współczynniki poprawkowe ze względu na usytuowanie, e_k i e_l :

Orientacyjna wartość współczynników e_k i e_l jest równa 1,0.

Liniowy współczynnik przenikania ciepła – współczynnik poprawkowy ΔU_{tb} :

Orientacyjne wartości poprawkowego współczynnika ΔU_{tb} podane są w tablicach od NB.3a do NB.3c.

Tablica NB.3a – Współczynnik poprawkowy, ΔU_{tb} , dotyczący pionowych elementów budynku

Liczba stropów przecinających izolację	liczba przecinanych ścian ^a	ΔU_{tb} dotyczący pionowych elementów budynku W/m ² ·K	
		kubatura przestrzeni ≤100 m ³	kubatura przestrzeni >100 m ³
0	0	0,05	0
	1	0,10	0
	2	0,15	0,05
1	0	0,20	0,10
	1	0,25	0,15
	2	0,30	0,20
2	0	0,25	0,15
	1	0,30	0,20
	2	0,35	0,25

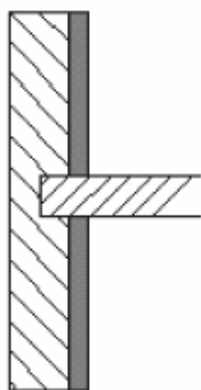
^a patrz rysunek NB.2

Tablica NB.3b – Współczynnik poprawkowy, ΔU_{tb} , dotyczący poziomych elementów budynku

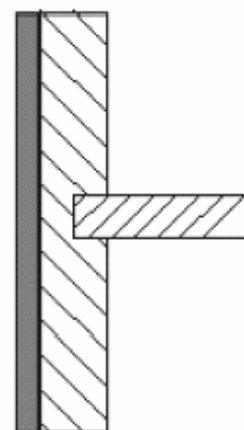
Element budynku			ΔU_{tb} dotyczący poziomych elementów budynku W/m ² ·K
Lekka podłoga (drewno, metal itd.)			0
Ciężka podłoga (beton, itd.)	Liczba boków będących w kontakcie ze środowiskiem zewnętrznym	1	0,05
		2	0,10
		3	0,15
		4	0,20

Tablica NB.3d – Współczynnik poprawkowy, ΔU_{tb} , dotyczący otworów

Powierzchnia elementu budynku	ΔU_{tb} dotyczący otworów W/m ² ·K
0 – 2 m ²	0,50
>2 – 4 m ²	0,40
>4 – 9 m ²	0,30
>9 – 20 m ²	0,20
>20 m ²	0,10



„przecinający” element budynku



„nieprzecinający” element budynku

Rysunek NB.2 – Opis „przecinającego” i „nieprzecinającego” elementu budynku

NB.4.2 Straty ciepła przez przestrzeń nieogrzewaną – $H_{T,ue}$ (patrz 7.1.2)

Wartości orientacyjne współczynnika zmniejszenia temperatury, b_u , zostały podane w tablicy NB.4.

Tablica NB.4 – Współczynnik zmniejszenia temperatury, b_u

Przestrzeń nieogrzewana	b_u
Pomieszczenie	
tylko z 1 ścianą zewnętrzną	0,4
z przynajmniej 2 ścianami zewnętrznymi bez drzwi zewnętrznych	0,5
z przynajmniej 2 ścianami zewnętrznymi z drzwiami zewnętrznymi (np. hale, garaże)	0,6
z trzema ścianami zewnętrznymi (np. zewnętrzna klatka schodowa)	0,8
Podziemie	
bez okien/drzwi zewnętrznych	0,5
z oknami/drzwiami zewnętrznymi	0,8
Poddasze	
przestrzeń poddasza silnie wentylowana (np. pokrycie dachu z dachówek lub innych materiałów tworzących pokrycie nieciągłe) bez deskowania pokrytego papą lub płyt łączonych brzegami	1,0
inne nieizolowane dachy	0,9
izolowany dach	0,7
Wewnętrzne przestrzenie komunikacyjne (bez zewnętrznych ścian, krotność wymiany powietrza mniejsza niż $0,5 \text{ h}^{-1}$)	0
Swobodnie wentylowane przestrzenie komunikacyjne (powierzchnia otworów/kubatura powierzchni $> 0,005 \text{ m}^2/\text{m}^3$)	1,0
Przestrzeń podpodłogowa (podłoga nad przestrzenią nieprzechodnią)	0,8
Przejścia lub bramy przelotowe nieogrzewane, obustronnie zamknięte	0,9

Pomieszczenie może być uważane za usytuowane w podziemiu, jeśli więcej niż 70 % powierzchni ścian zewnętrznych styka się z gruntem.

NB.4.3 Straty ciepła przez grunt – $H_{T,ig}$ (patrz 7.1.3)

Wartości orientacyjne współczynników poprawkowych f_{g1} i G_w są równe:

$$f_{g1} = 1,45$$

$$G_w = 1,00, \text{ jeśli odległość między założonym poziomem wody gruntowej i płytą podłogi jest większa niż } 1 \text{ m};$$

$$= 1,15, \text{ jeśli odległość między założonym poziomem wody gruntowej i płytą podłogi jest mniejsza niż } 1 \text{ m}.$$

NB.4.4 Straty ciepła do lub z przestrzeni ogrzewanych do innej temperatury – $H_{T,ij}$ (patrz 7.1.4)

Wartości orientacyjne temperatury przyległych przestrzeni ogrzewanych podano w tablicy NB.5.

Tablica NB.5 – Temperatura przyległych przestrzeni ogrzewanych

Ciepło przekazywane z przestrzeni ogrzewanej (i) do:	$\theta_{\text{przyległej przestrzeni}}$ °C
przyległe pomieszczenie w tej samej jednostce budynku	$\theta_{\text{przyległej przestrzeni}}$ powinna być określona: – np. dla łazienki, magazynu – np. wpływ pionowego gradientu
sąsiednie pomieszczenie należy do innej jednostki budynku (np. mieszkanie)	$\frac{\theta_{\text{int},i} + \theta_{\text{m,e}}}{2}$
sąsiednie pomieszczenie należące do oddzielnego budynku (ogrzewanego lub nieogrzewanego)	$\theta_{\text{m,e}}$

$\theta_{\text{m,e}}$ roczna średnia temperatura zewnętrzna.

NB.5 Projektowe wentylacyjne straty ciepła – $H_{V,i}$ **NB.5.1 Minimalna krotność wymiany powietrza – n_{min} (patrz 7.2.1 i 9.1.3)**

Wartości orientacyjne minimalnej krotności wymiany powietrza, n_{min} , podano w tablicy NB.6.

Tablica NB.6 – Minimalna krotność wymiany powietrza zewnętrznego, n_{min} .

Typ pomieszczenia	$n_{\text{min.}}$ h^{-1}
Pomieszczenie mieszkalne (orientacyjnie)	0,5
Kuchnia lub łazienka z oknem	0,5
Pokój biurowy	1,0
Sala konferencyjna, sala lekcyjna	2,0

NB.5.2 Krotność wymiany powietrza – n_{50} (patrz 7.2.2)

Wartości orientacyjne krotności wymiany powietrza, n_{50} , dotyczące całego budynku wynikające z różnicy ciśnienia między wnętrzem a otoczeniem, równej 50 Pa podano w tablicy NB.7.

Tablica NB.7 – Krotność wymiany powietrza dotycząca całego budynku, n_{50}

Konstrukcja	n_{50} h^{-1}		
	Stopień szczelności obudowy budynku (jakość uszczelek okiennych)		
	wysoki (wysoka jakość uszczelek w oknach i drzwiach)	średni (okna z podwójnym oszkleniem, uszczelki standardowe)	niski (pojedynczo oszklone okna, bez uszczelek)
budynki jednorodzinne	< 4	4 – 10	> 10
inne mieszkania lub budynki	<2	2 – 5	> 5

Krotność wymiany powietrza dotycząca całego budynku może być wyrażona dla innej różnicy ciśnienia niż 50 Pa, ale wyniki te powinny być przeliczone tak, aby można je było wykorzystać w równaniu 17 w 7.2.2.

NB.5.3 Współczynnik osłonięcia – e (patrz 7.2.2)

Orientacyjne wartości współczynnika osłonięcia, e , podano w tablicy NB.8.

Tablica NB.8 – Współczynnik osłonięcia, e

Klasy osłonięcia	e		
	Przestrzeń ogrzewana bez odsłoniętych otworów	Przestrzeń ogrzewana z jednym odsłoniętym otworem	Przestrzeń ogrzewana z więcej niż jednym odsłoniętym otworem
Brak osłonięcia (budynek w wietrznej przestrzeni, wysokie budynki w centrach miast)	0	0,03	0,05
Średnie osłonięcie (budynki na prowincji z drzewami lub innymi budynkami wokół nich, przedmieścia)	0	0,02	0,03
Dobrze osłonięte (budynki średniowysokie w centrach miast, budynki w lasach)	0	0,01	0,02

NB.5.4 Współczynnik poprawkowy ze względu na wysokość – ε (patrz 7.2.2)

Wartości orientacyjne współczynnika poprawkowego ze względu na wysokość, ε , podano w tablicy NB.9.

Tablica NB.9 – Współczynnik poprawkowy ze względu na wysokość, ε

Wysokość przestrzeni ogrzewanej ponad poziomem terenu (wysokość środka pomieszczenia ponad poziomem terenu)	ε
0 – 10 m	1,0
>10 – 30 m	1,2
>30 m	1,5

NB.6 Przestrzeń ogrzewane z osłabieniem (patrz 7.3 i 9.2.2)

Wartości orientacyjne współczynnika nagrzewania, f_{HR} , podano w tablicach NB.10a i NB.10b. Wartości w tablicach odnoszą się do wymiarów wewnętrznych powierzchni podłogi i mogą być stosowane w odniesieniu do pomieszczeń ze średnią wysokością nie przekraczającą 3,5 m.

Efektywna masa budynku została sklasyfikowana w trzech następujących kategoriach:

- duża masa budynku (betonowe podłogi i sufity połączone ze ścianami z cegły lub betonu);
- średnia masa budynku (betonowe podłogi i sufity oraz lekkie ściany);
- lekka masa budynku (podwieszane sufity i podniesione podłogi oraz lekkie ściany).

Tablica NB.10a – Współczynnik nagrzewania, f_{HR} , w budynkach niemieszkalnych, osłabienie nocne maksimum przez 12 h

Czas nagrzewania godz.	f_{HR} W/m ²								
	Zakładane obniżenie temperatury wewnętrznej podczas osłabienia ^a								
	2 K			3 K			4 K		
	masa budynku			masa budynku			masa budynku		
	niska	średnia	duża	niska	średnia	duża	niska	średnia	duża
1	18	23	25	27	30	27	36	27	31
2	9	16	22	18	20	23	22	24	25
3	6	13	18	11	16	18	18	18	18
4	4	11	16	6	13	16	11	16	16

^a W dobrze izolowanych szczelnych budynkach, zakładanie spadku temperatury wewnętrznej podczas osłabienia o więcej niż 2 do 3 K nie jest bardzo prawdopodobne. To będzie zależać od warunków klimatycznych i masy cieplnej budynku.

Tablica NB.10b – Współczynnik nagrzewania, f_{HR} , w budynkach mieszkalnych, osłabienie nocne maksimum przez 8 h

Czas nagrzewania godz.	f_{HR} W/m ²		
	Zakładane obniżenie temperatury wewnętrznej podczas osłabienia ^a		
	1 K	2 K	3 K
	masa budynku duża	masa budynku duża	masa budynku duża
1	11	22	45
2	6	11	22
3	4	9	16
4	2	7	13

^a W dobrze izolowanych szczelnych budynkach, zakładanie spadku temperatury wewnętrznej podczas osłabienia o więcej niż 2 do 3 K nie jest bardzo prawdopodobne. To będzie zależeć od warunków klimatycznych i masy budynku.

NB.7 Uproszczona metoda obliczeniowa (patrz 9)

NB.7.1 Ograniczenia stosowania

Metoda uproszczona może być stosowana w odniesieniu do budynków mieszkalnych, w których krotność wymiany powietrza przy różnicy ciśnienia między wnętrzem a otoczeniem budynku równej 50 Pa, n_{50} , jest niższa niż 3 h⁻¹.

NB.7.2 Współczynnik poprawkowy temperatury – f_k (patrz 9.1.2)

Wartości orientacyjne współczynnika poprawkowego temperatury, f_k , podano w tablicy NB.11.

**Tablica NB.11 – Współczynnik poprawkowy temperatury, f_k ,
do uproszczonej metody obliczeniowej**

Straty ciepła:	f_k	Komentarze
bezpośrednio na zewnątrz	1,00	jeżeli mostki cieplne są zaizolowane
	1,40	jeżeli mostki cieplne nie są zaizolowane
	1,00	dla okien, drzwi
przez przestrzeń nieogrzewaną	0,80	jeżeli mostki cieplne są zaizolowane
	1,00	jeżeli mostki cieplne nie są zaizolowane
przez grunt	0,3	jeżeli mostki cieplne są zaizolowane
	0,42	jeżeli mostki cieplne nie są zaizolowane
przez poddasze	0,90	jeżeli mostki cieplne są zaizolowane
	1,26	jeżeli mostki cieplne nie są zaizolowane
przez przestrzeń podpodłogową	0,92	jeżeli mostki cieplne są zaizolowane
	1,26	jeżeli mostki cieplne nie są zaizolowane
do przylegającego budynku	0,50	jeżeli mostki cieplne są zaizolowane
	0,70	jeżeli mostki cieplne nie są zaizolowane
do przylegającej jednostki budynku	0,30	jeżeli mostki cieplne są zaizolowane
	0,42	jeżeli mostki cieplne nie są zaizolowane

NB.7.3 Poprawkowy współczynnik temperaturowy – $f_{\Delta\theta}$ (patrz 9.1.1)

Wartości orientacyjne poprawkowego współczynnika temperaturowego, $f_{\Delta\theta}$, dla pomieszczeń ogrzewanych do wyższej temperatury niż przyległe pomieszczenia ogrzewane, np. łazienka, podano w tablicy NB.12.

Tablica NB.12 – Poprawkowy współczynnik temperaturowy, $f_{\Delta\theta}$

Wewnętrzna projektowa temperatura pomieszczenia	$f_{\Delta\theta}$
normalna	1,0
podwyższona	1,2

Stronica pusta

(Z) Wersja polska

Instalacje ogrzewcze w budynkach
Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego

Heating systems in buildings –
Method for calculation of the design
heat load

Systèmes de chauffage dans les
bâtiments – Méthode de calcul des
déperditions calorifiques de base

Heizungsanlagen in Gebäuden –
Verfahren zur Berechnung der
Norm-Heizlast

Niniejsza norma jest polską wersją normy europejskiej EN 12831:2003. Została ona przetłumaczona przez Polski Komitet Normalizacyjny i ma ten sam status co wersje oficjalne.

Niniejsza norma europejska została przyjęta przez CEN 6 lipca 2002 r.

Zgodnie z Przepisami Wewnętrznymi CEN/CENELEC członkowie CEN są zobowiązani do nadania normie europejskiej statusu normy krajowej bez wprowadzania jakichkolwiek zmian. Aktualne wykazy norm krajowych, łącznie z ich danymi bibliograficznymi, można otrzymać w Centrum Zarządzania CEN lub w krajowych jednostkach normalizacyjnych będących członkami CEN.

Norma europejska została opracowana w trzech oficjalnych wersjach językowych (angielskiej, francuskiej i niemieckiej). Wersja w każdym innym języku, przetłumaczona na odpowiedzialność danego członka CEN na jego własny język i notyfikowana w Centrum Zarządzania CEN, ma ten sam status co wersje oficjalne.

Członkami CEN są krajowe jednostki normalizacyjne następujących państw: Austrii, Belgii, Danii, Finlandii, Francji, Grecji, Hiszpanii, Holandii, Irlandii, Islandii, Luksemburga, Malt, Niemiec, Norwegii, Portugalii, Republiki Czeskiej, Republiki Słowackiej, Szwajcarii, Szwecji, Węgier, Włoch i Zjednoczonego Królestwa.

CEN
Europejski Komitet Normalizacyjny
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung

Centrum Zarządzania:
rue de Stassart 36, B-1050 Brussels

Spis treści

Przedmowa	4
Wstęp	5
1 Zakres normy	5
2 Powołania normatywne	5
3 Terminy, definicje i symbole	6
3.1 Terminy i definicje	6
3.2 Symbole i jednostki	8
4 Zasada metody obliczeniowej	10
5 Postanowienia ogólne	10
5.1 Procedura obliczeniowa w odniesieniu do przestrzeni ogrzewanej	10
5.2 Procedura obliczeniowa w odniesieniu do części budynku lub budynku	11
5.3 Procedura obliczeniowa w odniesieniu do metody uproszczonej	11
6 Wymagane dane	13
6.1 Dane klimatyczne	13
6.2 Projektowa temperatura wewnętrzna	13
6.3 Dane dotyczące budynku	13
7 Całkowita projektowa strata ciepła przestrzeni ogrzewanej – przypadki podstawowe	15
7.1 Projektowa strata ciepła przez przenikanie	15
7.1.1 Straty ciepła bezpośrednio na zewnątrz – współczynnik straty ciepła $H_{T,ie}$	15
7.1.2 Straty ciepła przez przestrzeń nieogrzewaną – współczynnik strat ciepła $H_{T,iue}$	16
7.1.3 Straty ciepła przez grunt – współczynnik straty ciepła $H_{T,ig}$	17
7.1.4 Straty ciepła między przestrzeniami ogrzewanymi do różnych wartości temperatury – współczynnik straty ciepła $H_{T,ij}$	23
7.2 Projektowa wentylacyjna strata ciepła	23
7.2.1 Strumień objętości powietrza ze względów higienicznych $V_{min,i}$	25
7.2.2 Infiltracja przez obudowę budynku – strumień powietrza $V_{inf,i}$	26
7.2.3 Strumień powietrza doprowadzanego przez instalację wentylacyjną	26
7.3 Przestrzeń ogrzewana z przerwami lub osłabieniem	27
8 Projektowe obciążenie cieplne	28
8.1 Projektowe obciążenie cieplne przestrzeni ogrzewanej	28
8.2 Projektowe obciążenie cieplne części budynku lub budynku	28
9 Uproszczona metoda obliczeniowa	29
9.1 Projektowe straty ciepła przestrzeni ogrzewanej	30
9.1.1 Całkowite projektowe straty ciepła	30
9.1.2 Projektowe straty ciepła przez przenikanie	30
9.1.3 Projektowe wentylacyjne straty ciepła	30
9.2 Projektowe obciążenie cieplne przestrzeni ogrzewanej	31
9.2.1 Całkowite obciążenie cieplne	31
9.2.2 Przestrzeń ogrzewana z przerwami lub z osłabieniem	31
9.3 Całkowite projektowe obciążenie cieplne części budynku lub budynku	31
Załącznik A (informacyjny) Podstawowe parametry komfortu cieplnego w środowisku wewnętrznym – znaczenie temperatury operacyjnej w obliczeniach obciążenia cieplnego	33
Załącznik B (informacyjny) Instrukcja do obliczania projektowych strat ciepła w odniesieniu do przypadków specjalnych	36

B.1	Pomieszczenia o dużych wysokościach i dużych kubaturach.....	36
B.2	Budynki, w których występuje znaczna różnica między temperaturą powietrza a średnią temperaturą promieniowania	37
Załącznik C (informacyjny) Przykład obliczeń projektowego obciążenia cieplnego.....		38
C.1	Opis ogólny przykładu obliczeniowego	38
C.1.1	Opis budynku.....	38
C.1.2	Plany budynku	38
C.1.3	Wykonanie obliczeń.....	38
C.2	Plany budynku.....	39
C.3	Przykład obliczeniowy	47
C.3.1	Dane ogólne	47
C.3.2	Dane materiałowe.....	48
C.3.3	Dane dotyczące elementów budynku.....	49
C.3.4	Dane dotyczące mostków cieplnych	51
C.3.5	Straty ciepła pomieszczenia przez przenikanie.....	53
C.3.6	Wentylacyjne straty ciepła pomieszczeń.....	55
C.3.7	Nadwyżka mocy cieplnej	58
C.3.8	Całkowite obciążenie cieplne	59
C.3.9	Uproszczona metoda obliczania obciążenia cieplnego pomieszczenia.....	61
C.3.10	Całkowite obciążenie cieplne obliczone metodą uproszczoną	62
Załącznik D (normatywny) Wartości orientacyjne do obliczeń w rozdziałach od 6 do 9.....		63
D.1	Dane klimatyczne (patrz 6.1)	63
D.2	Projektowe temperatury wewnętrzne (patrz 6.2)	63
D.3	Dane budynku (patrz 6.3)	64
D.4	Projektowe straty ciepła przez przenikanie.....	64
D.4.1	Straty ciepła bezpośrednio na zewnątrz – $H_{T,ie}$ (patrz 7.1.1)	64
D.4.2	Straty ciepła przez przestrzeń nieogrzewaną – $H_{T,iue}$ (patrz 7.1.2)	66
D.4.3	Straty ciepła przez grunt – $H_{T,ig}$ (patrz 7.1.3).....	66
D.4.4	Straty ciepła między przestrzeniami ogrzewanymi do różnych temperatur – $H_{T,ij}$ (patrz 7.1.4)	67
D.5	Projektowe wentylacyjne straty ciepła – $H_{V,i}$	67
D.5.1	Minimalna krotność wymiany powietrza – n_{min} (patrz 7.2.1 i 9.1.3)	67
D.5.3	Współczynnik osłonięcia – e (patrz 7.2.2)	68
D.5.4	Współczynnik poprawkowy ze względu na wysokość – ε (patrz 7.2.2).....	68
D.6	Przestrzenie ogrzewane z przerwami i osłabieniem (patrz 7.3 i 9.2.2)	68
D.7	Uproszczona metoda obliczeniowa (patrz 9).....	70
D.7.1	Ograniczenia stosowania	70
D.7.2	Współczynnik poprawkowy temperatury – f_k (patrz 9.1.2)	70
D.7.3	Poprawkowy współczynnik temperaturowy – $f_{\Delta\theta}$ (patrz 9.1.1).....	70
Bibliografia		71

Przedmowa

Niniejszy dokument EN 12831:2003 został opracowany przez Komitet Techniczny CEN/TC 228 "Instalacje ogrzewcze w budynkach"^{N1)}, którego sekretariat jest prowadzony przez DS.

Niniejsza norma europejska powinna uzyskać status normy krajowej, przez opublikowanie identycznego tekstu lub uznanie, najpóźniej do września 2003 r., a normy krajowe sprzeczne z daną normą powinny być wycofane najpóźniej do marca 2004 r.

Niniejszy dokument zawiera jeden załącznik normatywny, załącznik D, oraz trzy załączniki informacyjne, załączniki A, B i C.

Niniejszy dokument zawiera bibliografię.

Komitet CEN/TC 228 zajmuje się następującymi zagadnieniami:

- projektowaniem instalacji centralnego ogrzewania (wodnych, elektrycznych, itd.);
- wykonywaniem instalacji centralnego ogrzewania;
- odbiorami instalacji centralnego ogrzewania;
- instrukcjami eksploatacji, konserwacji i obsługi instalacji centralnego ogrzewania;
- metodami obliczania projektowych strat ciepła i obciążenia cieplnego;
- metodami obliczania oceny energetycznej instalacji centralnego ogrzewania.

W instalacji centralnego ogrzewania uwzględnia się wpływ instalacji z nią połączonych, takich jak instalacja do przygotowania ciepłej wody.

Wszystkie te normy są normami instalacyjnymi, tzn. opierają się na wymaganiach określonych w stosunku do instalacji traktowanej jako całość, a nie odnoszą się do części składowych instalacji.

Tam gdzie jest to możliwe, stosowane są powołania na inne normy europejskie lub międzynarodowe, również na normy wyrobu. Jednakże stosowanie wyrobów zgodnych z odpowiednimi normami nie zapewnia poprawności wykonania instalacji.

Wymagania są wyrażone głównie w postaci wymagań funkcjonalnych, tzn. wymagań dotyczących funkcji instalacji, a nie jej kształtu, materiałów, wymiarów lub podobnych cech.

W wytycznych podano sposoby spełnienia wymagań, ale mogą być użyte inne sposoby, jeśli można udowodnić, że pozwalają one na spełnienie wymagań funkcjonalnych.

W państwach członkowskich, ze względu na klimat, tradycję i przepisy krajowe, stosowane są różne instalacje ogrzewcze. W niektórych przypadkach wymagania podane są w formie klasyfikacji, co umożliwia dostosowanie ich do potrzeb krajowych lub indywidualnych.

W przypadku gdy niniejsza norma jest sprzeczna z przepisami krajowymi, zaleca się stosowanie tych ostatnich.

Zgodnie z Przepisami Wewnętrznymi CEN/CENELEC do wprowadzenia niniejszej normy europejskiej są zobowiązane krajowe jednostki normalizacyjne następujących państw: Austrii, Belgii, Danii, Finlandii, Francji, Grecji, Hiszpanii, Holandii, Irlandii, Islandii, Luksemburga, Malty, Niemiec, Norwegii, Portugalii, Republiki Czeskiej, Republiki Słowackiej, Szwajcarii, Szwecji, Węgier, Włoch i Zjednoczonego Królestwa.

^{N1)} Odsyłacz krajowy: "Heating systems in buildings".

Wstęp

W niniejszej normie określono metodę obliczania obciążenia cieplnego potrzebnego do zapewnienia wymaganej wewnętrznej temperatury projektowej w znormalizowanych warunkach projektowych.

W niniejszej normie podano sposób obliczenia obciążenia cieplnego:

- pomieszczenie po pomieszczeniu lub przestrzeni ogrzewanej po przestrzeni ogrzewanej, w celu doboru grzejników;
- budynku lub części budynku, w celu doboru źródła ciepła.

W niniejszej normie podano również uproszczoną metodę obliczeniową.

Zaleca się, aby wartości stałe i współczynniki wymagane do obliczeń obciążenia cieplnego zostały ustalone w załączniku krajowym do niniejszej normy. W załączniku D podane zostały wszystkie współczynniki, które mogą być określone na szczeblu krajowym, oraz podano ich wartości orientacyjne w odniesieniu do przypadków, w których brak jest wartości krajowych.

1 Zakres normy

W niniejszej normie określono metody obliczania projektowych strat ciepła i projektowego obciążenia cieplnego w podstawowych warunkach projektowych.

Podstawowe przypadki obejmują wszystkie budynki:

- z ograniczoną wysokością pomieszczeń (nie przekraczającą 5 m);
- przy założeniu, że są one ogrzewane w warunkach projektowych do stanu ustalonego.

Przykładami takich budynków są: budynki mieszkalne, budynki administracyjne i biurowe, szkoły, biblioteki, szpitale, budynki rekreacyjne, więzienia, budynki gastronomiczne, sklepy i inne budynki użytkowane w celu komercyjnym, budynki przemysłowe.

W załącznikach podano również informacje odnoszące się do następujących przypadków szczególnych:

- budynków z pomieszczeniami o dużej wysokości lub dużej kubaturze,
- budynków, w których temperatura powietrza i średnia temperatura promieniowania znacznie się różnią.

2 Powołania normatywne ^{N2)}

Do niniejszej normy wprowadzono, drogą datowanego lub niedatowanego powołania, postanowienia zawarte w innych publikacjach. Te powołania normatywne znajdują się w odpowiednich miejscach w tekście normy, a wykaz publikacji podano poniżej. W przypadku powołań datowanych późniejsze zmiany lub nowelizacje którejkolwiek z wymienionych publikacji mają zastosowanie do niniejszej normy europejskiej tylko wówczas, gdy zostaną wprowadzone do tej normy przez jej zmianę lub nowelizację. W przypadku powołań niedatowanych stosuje się ostatnie wydanie powołanej publikacji (łącznie ze zmianami).

EN 673

Glass in buildings – Definitions of thermal transmittance (U value) – Calculation method.

EN ISO 6946

Building components and building elements – Thermal resistance and thermal transmittance – Calculation method (ISO 6946:1996).

EN ISO 10077-1

Thermal performance of windows, doors and shutters – Calculation of thermal transmittance – Part 1: Simplified method (ISO 10077-1:2000).

^{N2)} Odsyłacz krajowy: Patrz załącznik krajowy NA

prEN ISO 10077-2

Thermal performance of windows, doors and shutters – Calculation of thermal transmittance – Part 2: Numerical method for frames (ISO/DIS 10077-2:1998).

EN ISO 10211-1

Thermal bridges in building construction – Heat flows and surface temperatures – Part 1: General calculation method (ISO 10211-1:1995).

EN ISO 10211-2

Thermal bridges in building construction – Heat flows and surface temperatures – Part 2: Linear thermal bridges (ISO 10211-2:2001).

EN ISO 10456

Building materials and products – Procedures for determining declared and design thermal values (ISO 10456:1999).

EN 12524

Building materials and products – Hygrothermal properties – Tabulated design values.

EN ISO 13370

Thermal performance of buildings – Heat transfer via ground – Calculation methods (ISO 13370:1998).

EN ISO 14683

Thermal bridges in building construction – Linear thermal transmittance – Simplified methods and default values (ISO 14683:1999).

3 Terminy, definicje i symbole

3.1 Terminy i definicje

W niniejszej normie mają zastosowanie następujące terminy i definicje:

3.1.1

podziemie

pomieszczenie jest klasyfikowane jako podziemie, jeżeli więcej niż 70 % powierzchni jego ścian zewnętrznych styka się z gruntem

3.1.2

element budynku

część składowa budynku, taka jak ściana, podłoga

3.1.3

część budynku

całkowita kubatura przestrzeni ogrzewana jedną wspólną instalacją ogrzewczą (np. pojedyncze mieszkania), gdzie dostawa ciepła do każdego mieszkania może być centralnie regulowana przez mieszkańca

3.1.4

projektowa różnica temperatury

różnica między projektową temperaturą wewnętrzną a projektową temperaturą zewnętrzną

3.1.5

projektowa strata ciepła

ilość ciepła przenikająca z budynku do środowiska zewnętrznego w jednostce czasu, w określonych warunkach projektowych

3.1.6

współczynnik projektowej straty ciepła

projektowa strata ciepła podzielona przez różnicę temperatury

3.1.7

projektowe przenikanie ciepła

ciepło przenikające z wnętrza budynku lub jego części

3.1.8

projektowe obciążenie cieplne

wymagany strumień ciepła umożliwiający osiągnięcie określonych warunków projektowych

3.1.9

projektowa strata ciepła rozpatrywanej przestrzeni przez przenikanie

strata ciepła do otoczenia budynku będąca wynikiem przewodzenia ciepła przez obudowę budynku, a także wymiany ciepła między ogrzewanymi przestrzeniami wewnątrz budynku

3.1.10

projektowa wentylacyjna strata ciepła rozpatrywanej przestrzeni

zapotrzebowanie na ciepło do podgrzania powietrza wentylacyjnego i infiltrującego oraz przepływającego z jednej ogrzewanej przestrzeni do drugiej

3.1.11

temperatura powietrza zewnętrznego

temperatura powietrza na zewnątrz budynku

3.1.12

projektowa temperatura zewnętrzna

temperatura powietrza zewnętrznego, która jest stosowana w obliczeniach projektowych strat ciepła

3.1.13

przestrzeń ogrzewana

przestrzeń, która powinna być ogrzewana do określonej projektowej temperatury wewnętrznej

3.1.14

temperatura powietrza wewnętrznego

temperatura powietrza wewnątrz budynku

3.1.15

projektowa temperatura wewnętrzna

temperatura operacyjna w centralnym miejscu przestrzeni ogrzewanej (na wysokości między 0,6 m a 1,6 m) stosowana do obliczeń projektowych strat ciepła

3.1.16

średnia roczna temperatura zewnętrzna

średnia roczna wartość temperatury zewnętrznej

3.1.17

temperatura operacyjna

średnia arytmetyczna z wartości temperatury powietrza wewnętrznego i średniej temperatury promieniowania

3.1.18

strefa cieplna

część przestrzeni ogrzewanej z określoną zadaną wartością temperatury przy nieznacznych zmianach temperatury wewnętrznej w przestrzeni

3.1.19

przestrzeń nieogrzewana

przestrzeń nie będąca częścią przestrzeni ogrzewanej

3.1.20

instalacja wentylacyjna

instalacja służąca do doprowadzenia określonych strumieni powietrza

3.1.21

strefa

grupa przestrzeni mających podobne charakterystyki cieplne

3.2 Symbole i jednostki

W niniejszej normie europejskiej stosuje się podane niżej symbole, jednostki oraz indeksy.

Tablica 1 – Symbole i jednostki

Symbol	Nazwa	Jednostka
a, b, c, f	różne współczynniki poprawkowe	–
A	powierzchnia	m^2
B'	parametr charakterystyczny	m
c_p	ciepło właściwe przy stałym ciśnieniu	J/(kg K)
d	grubość	m
e_i	współczynnik osłonięcia	–
e_k, e_l	współczynnik poprawkowy ze względu na usytuowanie	–
G_w	współczynnik poprawkowy ze względu na wodę gruntową	–
h	współczynnik przejmowania ciepła	W/(m^2 K)
H	współczynnik straty ciepła, współczynnik przepływu ciepła	W/K
l	długość	m
n	krotność wymiany powietrza	h^{-1}
n_{50}	krotność wymiany powietrza przy różnicy ciśnienia między wnętrzem i otoczeniem budynku równej 50 Pa	h^{-1}
P	obwód płyty stropowej	m
Q	ilość ciepła, ilość energii	J
T	temperatura termodynamiczna w skali Kelvina	K
U	współczynnik przenikania ciepła	W/(m^2 K)
v	prędkość wiatru	m/s
V	kubatura	m^3
$\dot{V}$	strumień objętości powietrza	m^3/s
ε	współczynnik poprawkowy ze względu na wysokość	–
Φ	strata ciepła, moc cieplna	W
Φ_{HI}	obciążenie cieplne	W
η	sprawność	%
λ	współczynnik przewodzenia ciepła	W/(m K)
θ	temperatura w skali Celsjusza	$^{\circ}C$
ρ	gęstość powietrza w temperaturze $\theta_{int,i}$	kg/ m^3
ψ	liniowy współczynnik przenikania ciepła	W/(m K)

Tablica 2 – Indeksy

a : powietrze	h : wysokość	o : operacyjny
A : część budynku	inf : infiltracja	r : średni promieniowania
bdg, B : budynek	int : wewnętrzny	RH : ponowne nagrzewanie
bf : podłoga podziemia	i, j : przestrzeń ogrzewana	su : dostarczony
bw : ściana podziemia	k : element budynku	T : przenikanie
e : zewnętrzny	l : mostek cieplny	tb : typ budynku
env : obudowa	m : średnia roczna	u : przestrzeń nieogrzewana
equiv : równoważny	mech : mechaniczny	V : wentylacja
ex : wywiew	min. : minimalny	$\Delta\theta$: podwyższenie temperatury wewnętrznej
g : grunt	nat : naturalny	W : woda, okno/ściana

4 Zasada metody obliczeniowej

Metoda obliczeniowa w odniesieniu do podstawowych przypadków oparta jest na następujących hipotezach:

- zakłada się równomierny rozkład temperatury (temperatury powietrza i temperatury projektowej);
- straty ciepła są obliczane w warunkach ustalonych, przy założeniu stałych właściwości, takich jak wartości temperatury, charakterystyki elementów budynku, itd.

Procedura dotycząca podstawowych przypadków może być zastosowana w odniesieniu do większości budynków:

- z pomieszczeniami o wysokości nie przekraczającej 5 m;
- ogrzewanych lub przewidzianych do ogrzewania do określonej ustalonej temperatury;
- w odniesieniu do których zakłada się, że wartości temperatury powietrza i temperatury operacyjnej są takie same.

W budynkach słabo zaizolowanych i/lub podczas okresów nagrzewania z użyciem instalacji, w których ciepło przekazywane jest głównie na drodze konwekcji, np. z zastosowaniem ogrzewań powietrznych, lub w przypadku dużych powierzchni ogrzewanych z użyciem dużych płaszczyzn promieniujących, np. ogrzewań podłogowych lub sufitowych, mogą wystąpić znaczące różnice między wartościami temperatury powietrza i temperatury operacyjnej, a także odchylenie od jednakowego rozkładu temperatury w pomieszczeniu, co mogłoby prowadzić do znacznego odstępstwa od przypadku podstawowego. Te przypadki powinny być rozpatrywane jako przypadki szczególne (patrz załącznik B). Przypadek niejednorodnego rozkładu temperatury może być również rozpatrywany zgodnie z punktem 7.1.4.

Na początku obliczane są projektowe straty ciepła. Wyniki tych obliczeń wykorzystywane są do obliczeń projektowego obciążenia cieplnego.

W obliczeniach projektowych strat ciepła ogrzewanej przestrzeni należy rozpatrywać następujące części składowe:

- projektową stratę ciepła przez przenikanie, na którą składa się strata ciepła do otoczenia wynikająca z przewodzenia ciepła przez otaczające przegrody, a także przepływ ciepła pomiędzy przestrzeniami ogrzewanymi, ponieważ przyległe przestrzenie ogrzewane mogą być ogrzewane lub umownie przyjmuje się, że są one ogrzewane, do różnych temperatur. Na przykład można założyć, że przyległe pomieszczenia należące do innego mieszkania są ogrzewane do stałej temperatury odpowiadającej pomieszczeniu niezamieszkałemu;
- projektową stratę wentylacyjną spowodowaną wentylacją lub infiltracją przez obudowę budynku oraz ciepło przenoszone na skutek wentylacji z jednej ogrzewanej przestrzeni do drugiej w ogrzewanym budynku.

5 Postanowienia ogólne

5.1 Procedura obliczeniowa w odniesieniu do przestrzeni ogrzewanej

Procedura obliczeniowa stosowana do przestrzeni ogrzewanej dzieli się na następujące kroki (patrz rysunek 1):

- a) określić wartości projektowej temperatury zewnętrznej i średniej rocznej temperatury zewnętrznej;
- b) podać status każdej przestrzeni (ogrzewana lub nieogrzewana) oraz wartości projektowej temperatury wewnętrznej w odniesieniu do każdej przestrzeni ogrzewanej;
- c) określić charakterystyki wymiarowe i cieplne wszystkich elementów budynku w odniesieniu do wszystkich przestrzeni ogrzewanych i nieogrzewanych;
- d) obliczyć wartość współczynnika projektowej straty ciepła przez przenikanie i pomnożyć ją przez wartość projektowej różnicy temperatury w celu otrzymania projektowej straty ciepła przez przenikanie przestrzeni ogrzewanej;

- e) obliczyć wartość współczynnika projektowej wentylacyjnej straty ciepła i pomnożyć ją przez wartość projektowej różnicy temperatury w celu otrzymania projektowej wentylacyjnej straty ciepła przestrzeni ogrzewanej;
- f) dodać projektową stratę ciepła przez przenikanie i projektową wentylacyjną stratę ciepła w celu otrzymania całkowitej projektowej straty ciepła;
- g) obliczyć nadwyżkę mocy cieplnej przestrzeni ogrzewanej, tzn. dodatkową moc cieplną potrzebną do skompensowania skutków przerw w ogrzewaniu;
- h) dodać całkowitą projektową stratę ciepła i nadwyżkę mocy cieplnej w celu otrzymania całkowitego projektowego obciążenia cieplnego przestrzeni ogrzewanej.

5.2 Procedura obliczeniowa w odniesieniu do części budynku lub budynku

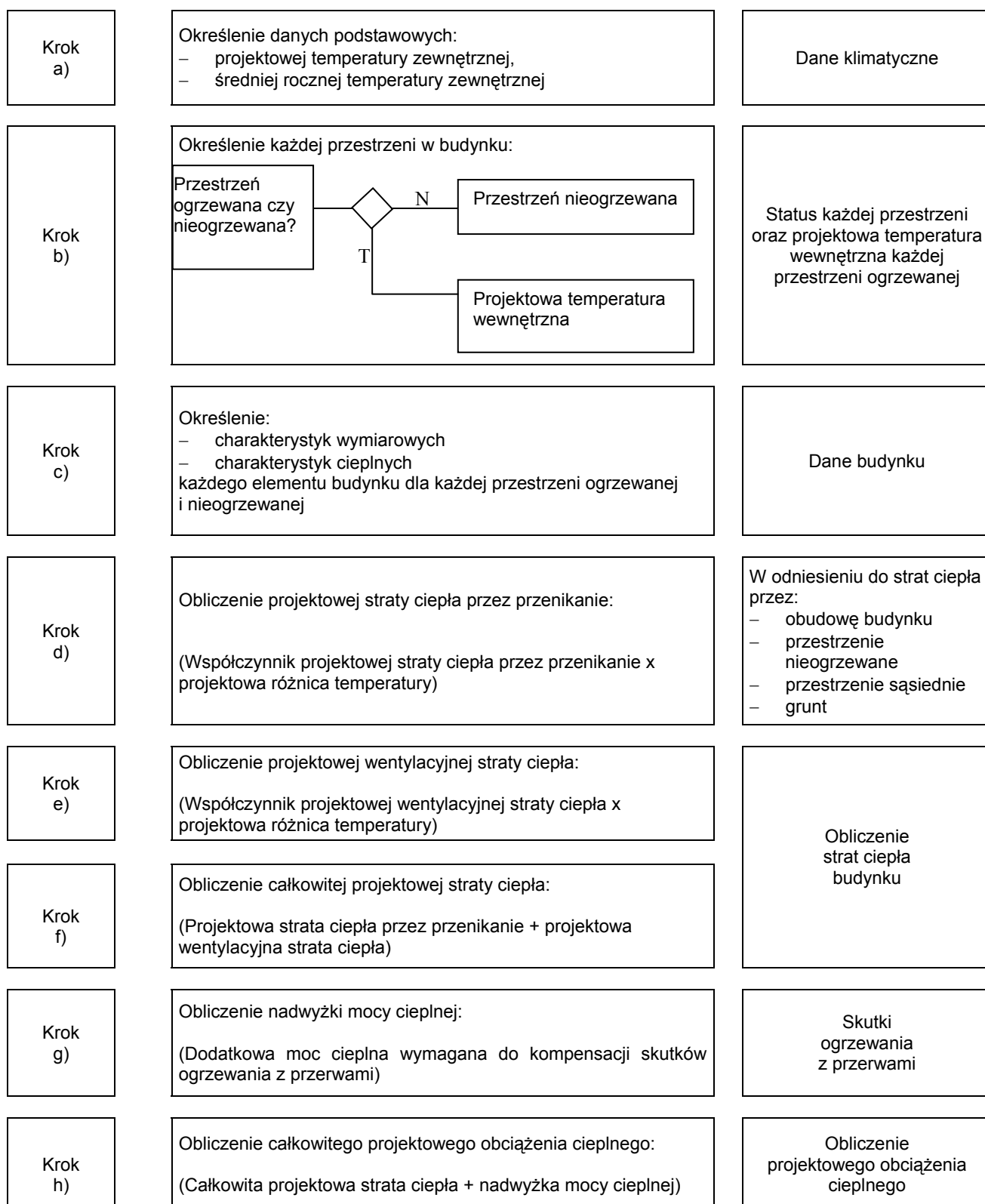
W celu zwymiarowania urządzenia dostarczającego ciepło tzn. wymiennika ciepła lub źródła ciepła, należy obliczyć całkowite projektowe obciążenie cieplne części budynku lub budynku. Procedura obliczeniowa jest oparta na wynikach obliczeń wykonanych w odniesieniu do każdej przestrzeni ogrzewanej.

Procedura obliczeniowa stosowana w odniesieniu do części budynku lub budynku dzieli się na następujące kroki:

- a) dodać projektowe straty ciepła przez przenikanie we wszystkich przestrzeniach ogrzewanych bez uwzględnienia ciepła wymienianego wewnątrz określonych granic instalacji, w celu otrzymania całkowitej projektowej straty ciepła przez przenikanie części budynku lub budynku;
- b) dodać projektowe wentylacyjne straty ciepła wszystkich przestrzeni ogrzewanych bez uwzględniania ciepła wymienianego wewnątrz określonych granic instalacji, w celu otrzymania całkowitej projektowej wentylacyjnej straty ciepła części budynku lub budynku;
- c) dodać całkowite projektowe straty ciepła przez przenikanie i projektowe wentylacyjne straty ciepła w celu otrzymania całkowitej projektowej straty ciepła części budynku lub budynku;
- d) dodać nadwyżki mocy cieplnej wszystkich przestrzeni ogrzewanych w celu otrzymania całkowitej nadwyżki ciepła części budynku lub budynku, wymaganej do skompensowania skutków przerw w ogrzewaniu;
- e) dodać całkowite projektowe straty ciepła i nadwyżkę mocy cieplnej w celu otrzymania obciążenia cieplnego części budynku lub budynku.

5.3 Procedura obliczeniowa w odniesieniu do metody uproszczonej

Procedura obliczeniowa w odniesieniu do metody uproszczonej jest taka sama jak podana w punktach 5.1 i 5.2. Jednak stosuje się uproszczenia przy określaniu różnych strat ciepła. Metodę uproszczoną opisano w rozdziale 9.



Rysunek 1 – Procedura obliczeniowa w odniesieniu do przestrzeni ogrzewanej

6 Wymagane dane

Informacje dotyczące danych wymaganych do przeprowadzenia obliczeń obciążenia cieplnego podano w załączniku D do niniejszej normy. W przypadku braku załącznika krajowego do niniejszej normy jako powołania zawierającego wartości krajowe, potrzebne informacje mogą być uzyskane z wartości orientacyjnych podanych w załączniku D.

Wymagane są poniższe dane.

6.1 Dane klimatyczne

W niniejszej metodzie obliczeniowej wykorzystywane są następujące dane klimatyczne:

- projektowa temperatura zewnętrzna, θ_e , do obliczeń projektowych strat ciepła do otoczenia;
- średnia roczna wartość temperatury zewnętrznej, $\theta_{m,e}$ do obliczeń strat ciepła do gruntu.

W celu określenia projektowych danych klimatycznych konieczne jest wykonanie obliczeń. Ponieważ nie zostało zawarte porozumienie europejskie dotyczące obliczeń i przedstawiania parametrów klimatycznych, powinny być stosowane zdefiniowane i opublikowane wartości krajowe.

W celu obliczania i przedstawiania projektowej temperatury zewnętrznej, krajowe lub państwowe instytucje mogą powoływać się na prEN ISO 15927–5. Inną możliwością określania projektowej temperatury zewnętrznej jest stosowanie najniższej wartości średniej temperatury z dwóch dni, zarejestrowanej dziesięć razy w okresie ponad dwudziestu lat.

6.2 Projektowa temperatura wewnętrzna

Temperaturą wewnętrzną stosowaną do obliczeń projektowej straty ciepła jest projektowa temperatura wewnętrzna, θ_{int} . W podstawowym przypadku, przyjmowane są takie same wartości temperatury operacyjnej i temperatury powietrza wewnętrznego. W przypadkach, w których nie ma to zastosowania, więcej informacji podano w załączniku B.

Informacje dotyczące projektowej temperatury wewnętrznej i wartości, które należy stosować, powinny być podane w załączniku krajowym do niniejszej normy lub w specyfikacjach do projektu. W przypadku braku załącznika krajowego, wartości orientacyjne podano w D.2.

6.3 Dane dotyczące budynku

Dane wejściowe wymagane w przypadku obliczeń wykonywanych w odniesieniu do kolejnych pomieszczeń przedstawiono poniżej:

V_i	objętość powietrza w każdym pomieszczeniu (przestrzeni ogrzewanej lub nieogrzewanej) w metrach sześciennych (m^3);
A_k	powierzchnia każdego elementu budowlanego w metrach kwadratowych (m^2);
U_k	współczynnik przenikania ciepła każdego elementu budynku w watach na metr kwadratowych razy kelwin (W/m^2K);
Ψ_l	liniowy współczynnik przenikania ciepła każdego liniowego mostka cieplnego w watach na metr razy kelwin (W/mK);
l_i	długość każdego liniowego mostka cieplnego w metrach (m).

Obliczenia współczynnika przenikania ciepła (wartości U) elementów budynku powinny być przeprowadzane z uwzględnieniem warunków brzegowych i charakterystyk materiałowych, które są określone i zalecane w normach (projektach norm) (pr)EN. Przegląd wszystkich parametrów, które są używane do obliczania wartości U elementów budowlanych, łącznie z powołaniem się na odpowiednie normy, które powinny być stosowane, zostały podane w poniższej tablicy. Wartości krajowe mogą być przyjmowane w przypadku

stosowania typowych warunków lub przepisów lokalnych. Takie wartości powinny być określone i opublikowane na szczeblu krajowym^{N3)}.

Tablica 3 – Parametry do obliczeń wartości U

Symbol i jednostka	NAZWA PARAMETRU	Powołanie na odpowiednie normy (projekty norm) (pr)EN
R_{si} (m ² ·K/W)	Opór przejmowania ciepła na powierzchni wewnętrznej	EN ISO 6946
R_{se} (m ² ·K/W)	Opór przejmowania ciepła na powierzchni zewnętrznej	EN ISO 6946
λ (W/m·K)	Współczynnik przewodzenia ciepła (materiały jednorodne): - określenie deklarowanych i projektowych wartości (procedura) - stabelaryzowane wartości projektowe (wartości bezpieczne) - typy gruntu - warunki lokalizacji i warunki wilgotnościowe (w zależności od kraju)	EN ISO 10456 EN 12524 EN ISO 13370 normy krajowe ^{N4)}
R (m ² ·K/W)	Opór cieplny (nie)jednorodnych materiałów	EN ISO 6946
R_a (m ² ·K/W)	Opór cieplny warstw i pustek powietrznych: - niewentylowanych, słabo i dobrze wentylowanych warstw powietrza - w zespolonych i podwójnych oknach	EN ISO 6946 EN ISO 10077–1
U W/(m ² ·K)	Współczynnik przenikania ciepła: - ogólna metoda obliczania - okna, drzwi (wartości obliczone i stabelaryzowane) - ramy (metoda numeryczna) - oszklenie	EN ISO 6946 EN ISO 10077–1 ^{N5)} prEN ISO 10077–2 EN 673
ψ (W/m·K)	Liniowy współczynnik przenikania ciepła (mostek cieplny): - obliczenia szczegółowe (numeryczne – 3D) - obliczenia szczegółowe (2D) - obliczenia uproszczone	EN ISO 10211–1 EN ISO 10211–2 EN ISO 14683
χ (W/K)	Punktowy współczynnik przenikania ciepła (mostek cieplny 3D)	EN ISO 10211–1

W celu określenia współczynnika wentylacyjnej straty ciepła, używane są następujące wielkości, stosownie do potrzeb:

- n_{min} - minimalna wartość krotności wymiany powietrza na godzinę (h⁻¹);
- n_{50} - krotność wymiany powietrza na godzinę przy różnicy ciśnienia między wnętrzem a otoczeniem budynku równej 50 Pa (h⁻¹);
- $\dot{V}_{inf}$ - strumień powietrza infiltrującego przez nieszczelności obudowy budynku, z uwzględnieniem wiatru i ciągu kominowego, w metrach sześciennych na sekundę (m³/s);
- $\dot{V}_{su}$ - strumień powietrza doprowadzanego w metrach sześciennych na sekundę (m³/s);
- $\dot{V}_{ex}$ - strumień powietrza usuwanego w metrach sześciennych na sekundę (m³/s);
- η_V - sprawność instalacji odzysku ciepła z powietrza usuwanego.

^{N3)} Odsyłacz krajowy: Wartości współczynnika przenikania ciepła U w odniesieniu do niektórych elementów budowlanych są podawane w krajowych aprobatkach technicznych.

^{N4)} Odsyłacz krajowy: lub krajowe aprobaty techniczne.

^{N5)} Odsyłacz krajowy: Dane do obliczeń wartości współczynnika przenikania ciepła okien i drzwi podawane są w krajowych aprobatkach technicznych.

Wybór stosowanych wymiarów budynku powinien być jasno określony. Bez względu na ten wybór w obliczeniach powinny być uwzględnione straty przez całą powierzchnię ścian zewnętrznych. Wymiary wewnętrzne, zewnętrzne lub całkowite wewnętrzne mogą być stosowane według EN ISO 13789, ale wybór wymiarów budynku powinien być jasno określony i stosowany taki sam w całych obliczeniach. Zwraca się uwagę na fakt, że EN ISO 13789 nie stosuje się do obliczeń wykonywanych metodą pomieszczenie po pomieszczeniu.

7 Całkowita projektowa strata ciepła przestrzeni ogrzewanej – przypadki podstawowe

Całkowitą projektową stratę ciepła przestrzeni ogrzewanej (i) Φ_i , oblicza się w sposób następujący:

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} \quad [\text{W}] \quad (1)$$

gdzie:

$\Phi_{T,i}$ – projektowa strata ciepła ogrzewanej przestrzeni (i) przez przenikanie w watach (W);

$\Phi_{V,i}$ – wentylacyjna strata ciepła ogrzewanej przestrzeni (i) w watach (W).

7.1 Projektowa strata ciepła przez przenikanie

Projektową stratę ciepła przestrzeni ogrzewanej (i) przez przenikanie, $\Phi_{T,i}$, oblicza się w sposób następujący:

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) \quad [\text{W}] \quad (2)$$

gdzie:

$H_{T,ie}$ – współczynnik straty ciepła przez przenikanie z przestrzeni ogrzewanej (i) do otoczenia (e) przez obudowę budynku, w watach przez kelwin (W/K);

$H_{T,iue}$ – współczynnik straty ciepła przez przenikanie z przestrzeni ogrzewanej (i) do otoczenia (e) przez przestrzeń nieogrzewaną (u), w watach przez kelwin (W/K);

$H_{T,ig}$ – współczynnik straty ciepła przez przenikanie z przestrzeni ogrzewanej (i) do gruntu (g) w warunkach ustalonych, w watach przez kelwin (W/K);

$H_{T,ij}$ – współczynnik straty ciepła przez przenikanie z przestrzeni ogrzewanej (i) do sąsiedniej przestrzeni (j) ogrzewanej do znacząco różnej temperatury, tzn. przyległej przestrzeni ogrzewanej w tej samej części budynku lub w przyległej części budynku, w watach przez kelwin (W/K);

$\theta_{\text{int},i}$ – projektowa temperatura wewnętrzna przestrzeni ogrzewanej (i), w stopniach Celsjusza (°C);

θ_e – projektowa temperatura zewnętrzna, w stopniach Celsjusza (°C).

7.1.1 Straty ciepła bezpośrednio na zewnątrz – współczynnik straty ciepła $H_{T,ie}$

Projektowy współczynnik straty ciepła przez przenikanie z przestrzeni ogrzewanej (i) na zewnątrz (e), $H_{T,ie}$, zależy od wszystkich elementów budynku i liniowych mostków cieplnych oddzielających przestrzeń ogrzewaną od środowiska zewnętrznego, takich jak ściany, podłogi, stropy, drzwi, okna. $H_{T,ie}$ oblicza się ze wzoru:

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_l \Psi_l \cdot l_l \cdot e_l \quad [\text{W/K}] \quad (3)$$

gdzie:

A_k – powierzchnia elementu budynku (k) w metrach kwadratowych (m²);

e_k, e_l – współczynniki korekcyjne ze względu na orientację, z uwzględnieniem wpływów klimatu; takich jak różne izolacje, absorpcja wilgoci przez elementy budynku, prędkość wiatru i temperatura powietrza, w przypadku gdy te wpływy nie zostały już uwzględnione przy określaniu wartości współczynnika U (EN ISO 6946).

e_k i e_l powinny być określone na podstawie danych krajowych. W przypadku braku wartości krajowych wartości orientacyjne zostały podane w D.4.1;

- U_k – współczynnik przenikania ciepła przegrody (k) w watach przez metr kwadratowy razy kelwin ($W/m^2 \cdot K$), obliczany według:
- EN ISO 6946 (w odniesieniu do elementów nieprzezroczystych);
 - EN ISO 10077-1 (w odniesieniu do drzwi i okien);
 - lub na podstawie zaleceń podanych w europejskich aprobaty technicznych;
- l_1 – długość liniowego mostka cieplnego (l) między przestrzenią wewnętrzną a zewnętrzną w metrach (m);
- Ψ_1 – współczynnik przenikania ciepła liniowego mostka cieplnego (l) w watach przez metr razy kelwin ($W/m \cdot K$). Ψ_1 powinien być określony w jeden z następujących dwu sposobów:
- w przypadku oceny przybliżonej, z użyciem wartości stabelaryzowanych podanych w EN ISO 14683;
 - lub z wykonaniem obliczenia według EN ISO 10211-2.

Wartości stabelaryzowane Ψ_1 podane w EN ISO 14683 stosuje się w obliczeniach wykonywanych w odniesieniu do całego budynku, a nie metodą pomieszczenie po pomieszczeniu. Proporcjonalny podział wartości Ψ_1 pomiędzy pomieszczenia pozostawia się do uznania projektanta instalacji.

W obliczeniach nie uwzględnia się nieliniowych mostków cieplnych.

Uproszczona metoda w odniesieniu do liniowych strat ciepła przez przenikanie

W obliczeniach liniowych strat ciepła przez przenikanie może być stosowana następująca metoda uproszczona:

$$U_{kc} = U_k + \Delta U_{tb} \quad [W/m^2 \cdot K] \quad (4)$$

gdzie:

- U_{kc} – skorygowany współczynnik przenikania ciepła elementu budynku (k) z uwzględnieniem liniowych mostków cieplnych, w watach na metr kwadratowy razy kelwin ($W/m^2 \cdot K$);
- U_k – współczynnik przenikania ciepła elementu budynku (k), w watach na metr kwadratowy razy kelwin ($W/m^2 \cdot K$);
- ΔU_{tb} – współczynnik korekcyjny w watach na metr kwadratowy razy kelwin ($W/m^2 \cdot K$), w zależności od typu elementu budynku. Wartości orientacyjne podano w D.4.1.

7.1.2 Straty ciepła przez przestrzeń nieogrzewaną – współczynnik strat ciepła $H_{T,iue}$

W przypadku przestrzeni nieogrzewanej (u) pomiędzy przestrzenią ogrzewaną (i) i otoczeniem (e), współczynnik projektowych strat ciepła przez przenikanie, $H_{T,iue}$, z przestrzeni ogrzewanej do otoczenia, oblicza się w sposób następujący:

$$H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_l \Psi_l \cdot l_1 \cdot b_u \quad [W/K] \quad (5)$$

gdzie:

- b_u – współczynnik redukcji temperatury uwzględniający różnicę między temperaturą przestrzeni nieogrzewanej i projektową temperaturą zewnętrzną.

Współczynnik redukcji temperatury, b_u , może być określony jedną z następujących trzech metod:

- a) w przypadku gdy temperatura przestrzeni nieogrzewanej, θ_u , w warunkach projektowych jest określona lub obliczona, b_u , oblicza się z zależności

$$b_u = \frac{\theta_{int,i} - \theta_u}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad [-] \quad (6)$$

b) w przypadku gdy θ_u jest nieznana, b_u , oblicza się z zależności

$$b_u = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} \quad [-] \quad (7)$$

gdzie:

H_{iu} – współczynnik strat ciepła z przestrzeni ogrzewanej (i) do przestrzeni nieogrzewanej (u) w watach na kelwin (W/K), z uwzględnieniem:

- strat ciepła przez przenikanie (z przestrzeni ogrzewanej do przestrzeni nieogrzewanej);
- wentylacyjnych strat ciepła (strumień powietrza między przestrzenią ogrzewaną i nieogrzewaną);

H_{ue} – współczynnik strat ciepła z przestrzeni nieogrzewanej (u) do otoczenia (e) w watach na kelwin (W/K), z uwzględnieniem:

- strat ciepła przez przenikanie (do otoczenia i do gruntu);
- wentylacyjnych strat ciepła (między przestrzenią nieogrzewaną a otoczeniem).

c) powołanie się na załącznik krajowy do niniejszej normy, w którym podano wartości b_u dla każdego przypadku. Jeśli brak jest wartości krajowych, wartości orientacyjne są podane w D.4.2.

7.1.3 Straty ciepła przez grunt – współczynnik straty ciepła $H_{T,ig}$

Strumień strat ciepła przez podłogi i ściany podziemia, stykające się pośrednio lub bezpośrednio z gruntem, zależy od kilku czynników. Zaliczają się do nich powierzchnia i odkryty obwód płyty podłogowej, zagłębienie podłogi podziemia poniżej poziomu terenu oraz właściwości cieplne gruntu.

Na potrzeby niniejszej normy strumień strat ciepła do gruntu może być obliczony według EN ISO 13370:

- w sposób szczegółowy;
- lub w sposób uproszczony opisany niżej. W tym przypadku straty ciepła spowodowane mostkami cieplnymi nie są uwzględniane.

Współczynnik projektowych strat ciepła przez przenikanie w stanie ustalonym, $H_{T,ig}$, z przestrzeni ogrzewanej (i) do gruntu (g) oblicza się w sposób następujący:

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot \left(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k} \right) \cdot G_w \quad [W/K] \quad (8)$$

gdzie:

f_{g1} – współczynnik korekcyjny uwzględniający wpływ rocznych wahań temperatury zewnętrznej. Współczynnik ten powinien być określony na podstawie danych krajowych. W przypadku braku wartości krajowych, wartości orientacyjne podano w D.4.3;

f_{g2} – współczynnik redukcji temperatury uwzględniający różnicę między średnią roczną temperaturą zewnętrzną i projektową temperaturą zewnętrzną, określony z zależności

$$f_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{m,e}}{\theta_{int,i} - \theta_e}$$

A_k – powierzchnia elementu budynku (k) stykająca się z gruntem w metrach kwadratowych (m^2);

$U_{equiv,k}$ – równoważny współczynnik przenikania ciepła elementu budynku (k) w watach na metr kwadratowy razy kelwin ($W/m^2 \cdot K$), określony według schematu podłóg (patrz rysunki od 3 do 6 i tablice od 4 do 7);

G_w – współczynnik korekcyjny uwzględniający wpływ wody gruntowej. Jeżeli odległość między zakładanym poziomem wody gruntowej i poziomem podłogi podziemia (płyty podłogowej) jest mniejsza od 1 m, wpływ ten powinien zostać uwzględniony.

Współczynnik ten powinien być obliczony według EN ISO 13370 lub określony na podstawie danych krajowych. W przypadku braku wartości krajowych wartości orientacyjne podano w D.4.3.

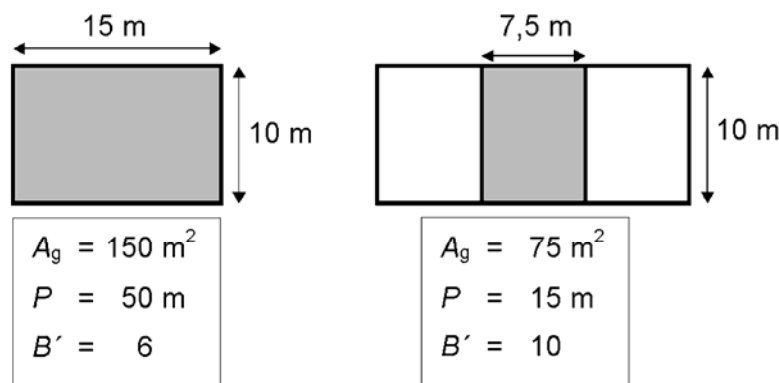
Na rysunkach od 3 do 6 i w tablicach od 4 do 7 podano wartości $U_{\text{equiv,k}}$ w odniesieniu do różnych schematów podłóg wyszczególnionych w EN ISO 13370, w funkcji wartości U elementu budynku i charakterystycznego parametru B' . Na tych rysunkach i w tych tablicach założono, że wartość współczynnika przewodzenia gruntu jest równa $\lambda_g = 2,0 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, nie uwzględniono wpływu bocznej izolacji.

Charakterystyczny parametr, B' , określa się z zależności (patrz rysunek 2)

$$B' = \frac{A_g}{0,5 \cdot P} \quad [\text{m}] \quad (9)$$

gdzie:

- A_g – powierzchnia rozpatrywanej płyty podłogowej w metrach kwadratowych (m^2). W odniesieniu do całego budynku A_g jest całkowitą powierzchnią parteru. W odniesieniu do części budynku, tzn. pojedynczego budynku w zabudowie szeregowej, A_g jest powierzchnią rozpatrywanego parteru;
- P – obwód rozpatrywanej płyty podłogowej w metrach (m). W odniesieniu do całego budynku, P jest całkowitym obwodem budynku. W odniesieniu do części budynku, tzn. pojedynczego budynku w zabudowie szeregowej, P odpowiada jedynie długości ścian zewnętrznych oddzielających rozpatrywaną przestrzeń ogrzewaną od środowiska zewnętrznego.



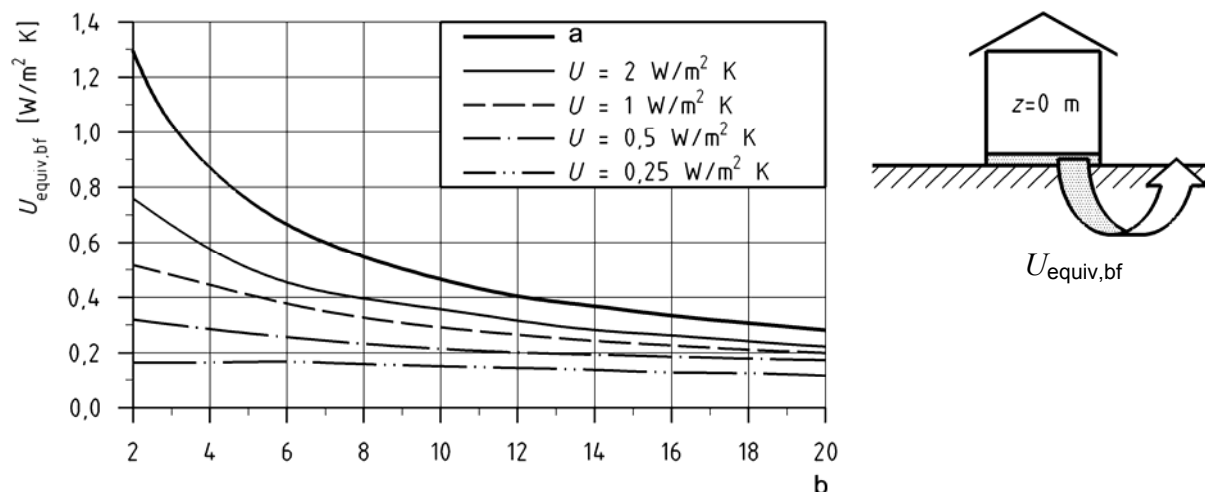
Rysunek 2 – Określanie charakterystycznego parametru B'

W normie EN ISO 13370 parametr B' jest obliczany w odniesieniu do całego budynku. W przypadku stosowania metody pomieszczenie po pomieszczeniu, B' powinien być określany w odniesieniu do każdego pomieszczenia w jeden z trzech następujących sposobów:

- w odniesieniu do wszystkich pomieszczeń bez ścian zewnętrznych oddzielających rozpatrywaną przestrzeń ogrzewaną od środowiska zewnętrznego stosuje się wartość B' obliczoną w odniesieniu do całego budynku;
- w odniesieniu do wszystkich pomieszczeń z dobrze izolowaną podłogą ($U_{\text{podłogi}} < 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$), stosuje się wartość B' obliczoną w odniesieniu do całego budynku;
- w odniesieniu do innych pomieszczeń oblicza się oddzielnie wartość B' metodą pomieszczenie po pomieszczeniu (obliczenia bezpieczne).

Płyta podłogowa na poziomie terenu

Równoważny współczynnik przenikania ciepła podłogi podziemia podano w tablicy 4, jako funkcję współczynnika przenikania ciepła podłogi i charakterystycznego parametru B' – rysunek 3.



Objaśnienia

- a podłoga betonowa (bez izolacji)
b wartość B' [m]

Rysunek 3 – Wartość $U_{equiv,bf}$ podłogi podziemia w odniesieniu do płyty podłogowej na poziomie terenu, jako funkcja współczynnika przenikania ciepła podłogi i wartości B'

Tablica 4 – Wartości $U_{equiv,bf}$ podłogi podziemia w odniesieniu do płyty podłogowej na poziomie terenu, jako funkcja współczynnika przenikania ciepła podłogi i wartości B'

Wartość B' m	$U_{equiv,bf}$ (dla $z = 0$ metrów) W/m² K				
	bez izolacji	$U_{podłogi} = 2,0$ W/m² K	$U_{podłogi} = 1,0$ W/m² K	$U_{podłogi} = 0,5$ W/m² K	$U_{podłogi} = 0,25$ W/m² K
2	1,30	0,77	0,55	0,33	0,17
4	0,88	0,59	0,45	0,30	0,17
6	0,68	0,48	0,38	0,27	0,17
8	0,55	0,41	0,33	0,25	0,16
10	0,47	0,36	0,30	0,23	0,15
12	0,41	0,32	0,27	0,21	0,14
14	0,37	0,29	0,24	0,19	0,14
16	0,33	0,26	0,22	0,18	0,13
18	0,31	0,24	0,21	0,17	0,12
20	0,28	0,22	0,19	0,16	0,12

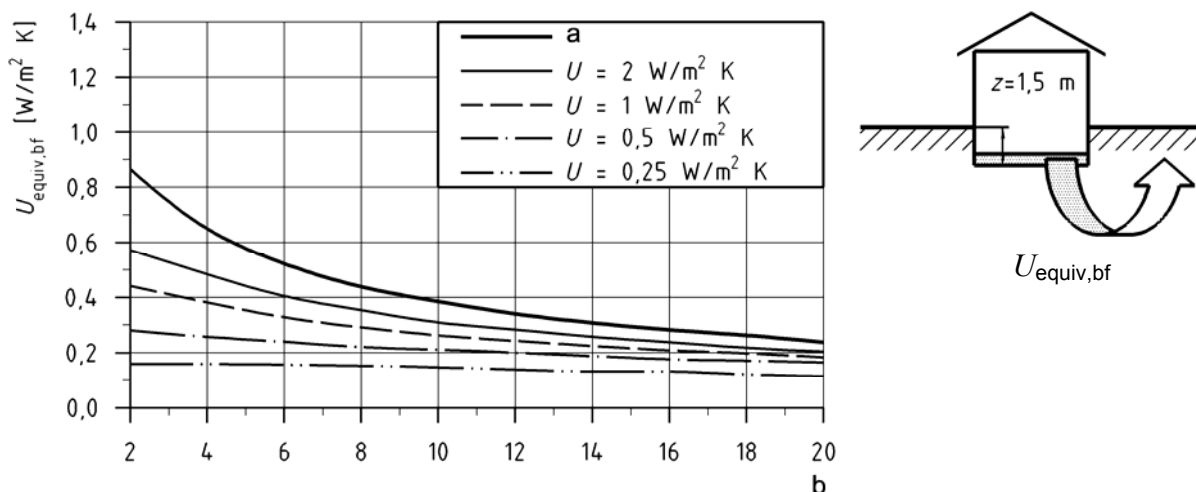
Podziemie ogrzewane z płytą podłogową poniżej poziomu terenu

Zasada obliczeń równoważnego współczynnika przenikania ciepła w odniesieniu do ogrzewanego podziemia, częściowo lub całkowicie położonego poniżej poziomu terenu jest podobna do zasady obliczeń w przypadku podłogi na poziomie terenu, ale dotyczy dwóch typów elementów budynku tzn. $U_{equiv,bf}$ w odniesieniu do elementów podłogi i $U_{equiv,bf}$ w odniesieniu do elementów ściany.

Wartości równoważnego współczynnika przenikania ciepła w odniesieniu do elementów podłogi podano na rysunkach 4 i 5 oraz w tablicach 5 i 6, w funkcji współczynnika przenikania ciepła podłogi

i charakterystycznego parametru B' . Wartości równoważnego współczynnika przenikania ciepła w odniesieniu do elementów ścian podano na rysunku 6 i w tabelcy 7, w funkcji współczynnika przenikania ciepła ściany i zagłębienia poniżej poziomu terenu.

W przypadku ogrzewanego podziemia z podłogą usytuowaną częściowo poniżej poziomu terenu, straty ciepła bezpośrednio do otoczenia przez te części podziemia, które są ponad poziomem terenu, są określane zgodnie z 7.1.1 bez uwzględniania wpływu gruntu. W obliczeniach rozpatrywane są tylko te części elementów budynku, które znajdują się ponad poziomem terenu.



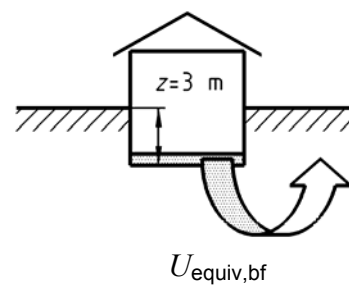
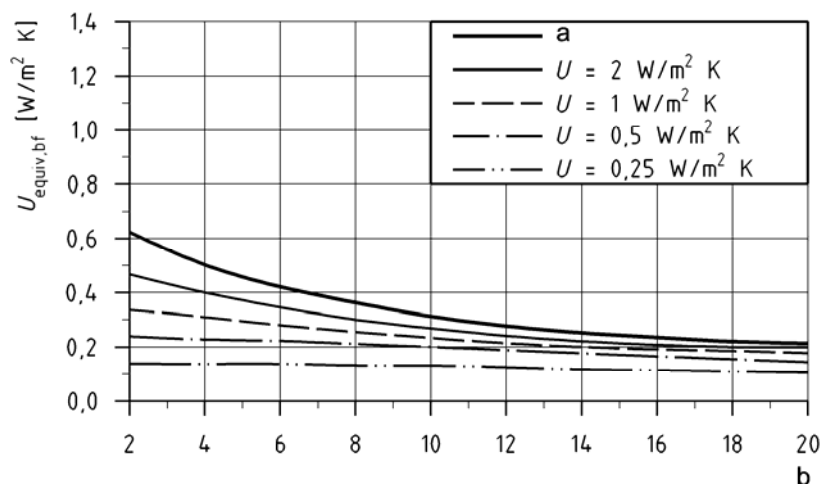
Objaśnienia

- a podłoga betonowa
b wartości B'

Rysunek 4 – Wartość $U_{\text{equiv,bf}}$ podłogi ogrzewanego podziemia z płytą podłogi położoną 1,5 m poniżej poziomu terenu, jako funkcja współczynnika przenikania ciepła podłogi i wartości B'

Tabela 5 – Wartości $U_{\text{equiv,bf}}$ podłogi ogrzewanego podziemia z płytą podłogi położoną 1,5 m poniżej poziomu terenu, jako funkcja współczynnika przenikania ciepła podłogi i wartości B'

Wartość B' m	$U_{\text{equiv,bf}}$ (dla $z = 1,5$ metra) $\text{W/m}^2\text{K}$				
	bez izolacji	$U_{\text{podłogi}} = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U_{\text{podłogi}} = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U_{\text{podłogi}} = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U_{\text{podłogi}} = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$
2	0,86	0,58	0,44	0,28	0,16
4	0,64	0,48	0,38	0,26	0,16
6	0,52	0,40	0,33	0,25	0,15
8	0,44	0,35	0,29	0,23	0,15
10	0,38	0,31	0,26	0,21	0,14
12	0,34	0,28	0,24	0,19	0,14
14	0,30	0,25	0,22	0,18	0,13
16	0,28	0,23	0,20	0,17	0,12
18	0,25	0,22	0,19	0,16	0,12
20	0,24	0,20	0,18	0,15	0,11



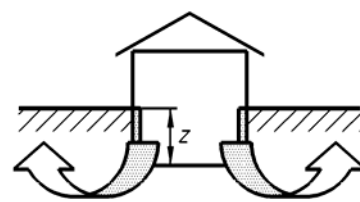
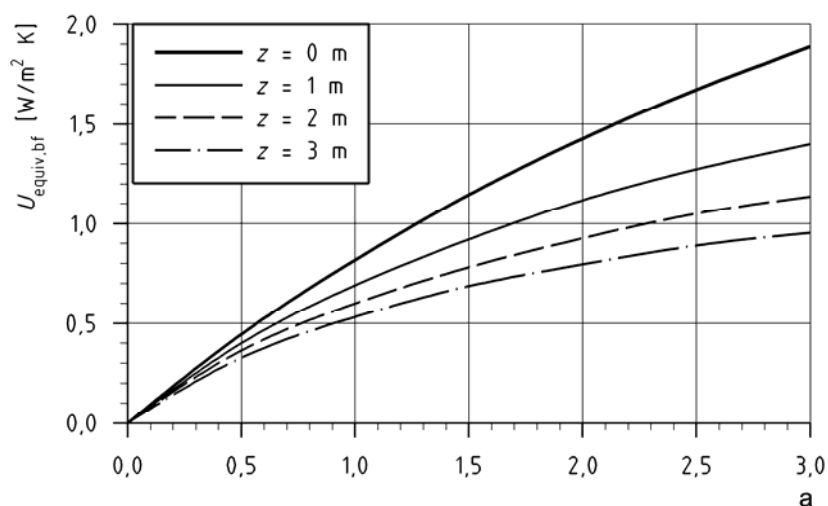
Objaśnienia

- a podłoga betonowa
b wartości B'

Rysunek 5 – Wartość $U_{\text{equiv,bf}}$ podłogi ogrzewanego podziemia z płytą podłogi położoną 3,0 m poniżej poziomu terenu, jako funkcja współczynnika przenikania ciepła podłogi i wartości B'

Tablica 6 – Wartości $U_{\text{equiv,bf}}$ podłogi ogrzewanego podziemia z płytą podłogi położoną 3,0 m poniżej poziomu terenu, jako funkcja współczynnika przenikania ciepła podłogi i wartości B'

Wartość B' m	$U_{\text{equiv,bf}}$ (dla $z = 3,0$ metry) W/m ² K				
	bez izolacji	$U_{\text{podłogi}} = 2,0$ W/m ² K	$U_{\text{podłogi}} = 1,0$ W/m ² K	$U_{\text{podłogi}} = 0,5$ W/m ² K	$U_{\text{podłogi}} = 0,25$ W/m ² K
2	0,63	0,46	0,35	0,24	0,14
4	0,51	0,40	0,33	0,24	0,14
6	0,43	0,35	0,29	0,22	0,14
8	0,37	0,31	0,26	0,21	0,14
10	0,32	0,27	0,24	0,19	0,13
12	0,29	0,25	0,22	0,18	0,13
14	0,26	0,23	0,20	0,17	0,12
16	0,24	0,21	0,19	0,16	0,12
18	0,22	0,20	0,18	0,15	0,11
20	0,21	0,18	0,16	0,14	0,11


 $U_{\text{equiv,bw}}$

Objaśnienia

a wartość U ścian [$\text{W/m}^2 \text{K}$]

Rysunek 6 – Wartość $U_{\text{equiv,bw}}$ ściany ogrzewanego podziemia w funkcji współczynnika przenikania ciepła ścian i głębokości z poniżej poziomu terenu

Tabela 7 – Wartości $U_{\text{equiv,bw}}$ ściany ogrzewanego podziemia w funkcji współczynnika przenikania ciepła ścian i głębokości z poniżej poziomu terenu

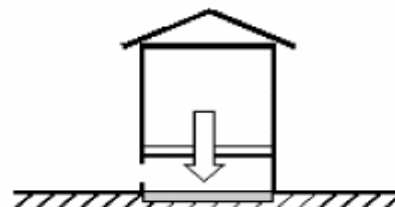
$U_{\text{ściany}}$ $\text{W/m}^2 \text{K}$	$U_{\text{equiv,bw}}$ $\text{W/m}^2 \text{K}$			
	$z = 0 \text{ m}$	$z = 1 \text{ m}$	$z = 2 \text{ m}$	$z = 3 \text{ m}$
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,50	0,44	0,39	0,35	0,32
0,75	0,63	0,54	0,48	0,43
1,00	0,81	0,68	0,59	0,53
1,25	0,98	0,81	0,69	0,61
1,50	1,14	0,92	0,78	0,68
1,75	1,28	1,02	0,85	0,74
2,00	1,42	1,11	0,92	0,79
2,25	1,55	1,19	0,98	0,84
2,50	1,67	1,27	1,04	0,88
2,75	1,78	1,34	1,09	0,92
3,00	1,89	1,41	1,13	0,96

Podziemie nieogrzewane

Współczynnik strat ciepła przez przenikanie podłogi oddzielającej przestrzeń ogrzewaną od podziemia nieogrzewanego oblicza się według 7.1.2. Wartość U podłogi oblicza się tak samo jak w przypadku podłogi bez izolacji na gruncie, tzn. że nie stosuje się równania 8 (a więc współczynników f_{g1} , f_{g2} i G_w).

Podłoga podwieszona

Współczynnik strat ciepła przez przenikanie podłogi podwieszonej oblicza się według 7.1.2. Wartość U podłogi podwieszonej oblicza się tak samo jak w przypadku podłogi bez izolacji na gruncie, tzn. nie stosuje się równania 8 (a więc współczynników f_{g1} , f_{g2} i G_w).



7.1.4 Straty ciepła między przestrzeniami ogrzewanymi do różnych wartości temperatury – współczynnik straty ciepła $H_{T,ij}$

$H_{T,ij}$ wyraża ciepło przekazane przez przenikanie z przestrzeni ogrzewanej (i) do sąsiedniej przestrzeni (j) ogrzewanej do znacząco innej temperatury. Może być to przyległe pomieszczenie w tej samej części budynku (np. łazienka, pokój do badań lekarskich, pomieszczenie magazynowe), pomieszczenie należące do przyległej części budynku (np. mieszkanie) lub pomieszczenie należące do przyległego budynku, które może być nieogrzewane.

$H_{T,ij}$ oblicza się w następujący sposób:

$$H_{T,ij} = \sum_k f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k \quad [\text{W/K}] \quad (10)$$

gdzie:

f_{ij} – współczynnik redukcyjny temperatury uwzględniający różnicę temperatury przyległej przestrzeni i projektowej temperatury zewnętrznej, podany za pomocą zależności

$$f_{ij} = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_{\text{przyległej przestrzeni}}}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e}$$

W przypadku braku krajowych wartości temperatury przyległych przestrzeni ogrzewanych, wartości orientacyjne podano w D.4.4. W załączniku krajowym do niniejszej normy, w rozdziale odpowiadającym D.4.4 mogą być uwzględnione informacje o wpływie pionowego gradientu temperatury;

A_k - powierzchnia elementu budynku (k) w metrach kwadratowych (m^2);

U_k - współczynnik przenikania ciepła elementu budynku (k) w watach na metr kwadratowy razy kelwin ($\text{W/m}^2\text{K}$).

7.2 Projektowa wentylacyjna strata ciepła

Projektową wentylacyjną stratę ciepła, $\Phi_{V,i}$, przestrzeni ogrzewanej (i) oblicza się w następujący sposób:

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) \quad [\text{W}] \quad (11)$$

gdzie:

$H_{V,i}$ – współczynnik projektowej wentylacyjnej straty ciepła w watach na kelwin (W/K);

$\theta_{\text{int},i}$ – projektowa temperatura wewnętrzna przestrzeni ogrzewanej (i) w stopniach Celsjusza ($^{\circ}\text{C}$);

θ_e – projektowa temperatura zewnętrzna w stopniach Celsjusza ($^{\circ}\text{C}$).

Współczynnik projektowej wentylacyjnej straty ciepła, $H_{V,i}$, przestrzeni ogrzewanej (i) oblicza się w sposób następujący:

$$H_{V,i} = \dot{V}_i \cdot \rho \cdot c_p \quad [\text{W/K}] \quad (12)$$

gdzie:

$\dot{V}$ – strumień objętości powietrza wentylacyjnego przestrzeni ogrzewanej (i) w metrach sześciennych na sekundę (m^3/s),

ρ – gęstość powietrza w temperaturze $\theta_{\text{int},i}$ w kilogramach na metr sześcienny (kg/m^3),

c_p – ciepło właściwe powietrza w temperaturze $\theta_{\text{int},i}$ w kilodżulach na kilogram razy kelwin ($\text{kJ}/\text{kg K}$).

Zakładając, że ρ i c_p są wielkościami stałymi, równanie (12) redukuje się do:

$$H_{V,i} = 0,34 \cdot \dot{V}_i \quad [\text{W/K}] \quad (13)$$

gdzie $\dot{V}_i$ jest wyrażone w metrach sześciennych na godzinę (m^3/h).

Procedura obliczeniowa do określenia odpowiedniego strumienia powietrza $\dot{V}_i$ zależy od rozpatrywanego przypadku, tzn. od tego, czy jest instalacja wentylacyjna czy jej nie ma.

Bez instalacji wentylacyjnej

W przypadku braku instalacji wentylacyjnej zakłada się, że dostarczane powietrze charakteryzuje się cieplnymi parametrami powietrza zewnętrznego. Z tego powodu straty ciepła są proporcjonalne do różnicy między projektową temperaturą wewnętrzną i temperaturą powietrza zewnętrznego.

Jako wartość strumienia powietrza strefy ogrzewanej (i), która służy do obliczenia współczynnika projektowej wentylacyjnej straty ciepła, przyjmowana jest maksymalna wartość strumienia powietrza na drodze infiltracji, $\dot{V}_{\text{inf},i}$, na skutek przepływu powietrza przez szczeliny i połączenia w obudowie budynku, lub minimalna wartość strumienia powietrza wentylacyjnego, $\dot{V}_{\text{min},i}$, wymaganego ze względów higienicznych:

$$\dot{V}_i = \max(\dot{V}_{\text{inf},i}, \dot{V}_{\text{min},i}) \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (14)$$

gdzie:

$\dot{V}_{\text{inf},i}$ powinien być określony według 7.2.2

$\dot{V}_{\text{min},i}$ powinien być określony według 7.2.1

Z instalacją wentylacyjną

W przypadku istnienia instalacji wentylacyjnej dostarczane powietrze nie zawsze charakteryzuje się cieplnymi parametrami powietrza zewnętrznego, na przykład:

- gdy stosowany jest odzysk ciepła;
- gdy stosowane jest centralne podgrzanie powietrza zewnętrznego;
- gdy dostarczane jest powietrze z przestrzeni przyległych.

W tych przypadkach wprowadzony został współczynnik redukcji temperatury uwzględniający różnicę między temperaturą powietrza dostarczanego a projektową temperaturą zewnętrzną.

W instalacjach z nadwyżką strumienia powietrza usuwanego, powietrze to jest zastępowane powietrzem zewnętrznym przenikającym przez obudowę budynku, które również należy uwzględnić.

Równanie określające strumień powietrza wentylacyjnego strefy ogrzewanej (i), który jest stosowany do obliczania współczynnika projektowej wentylacyjnej straty ciepła, jest następujące:

$$\dot{V}_i = \dot{V}_{\text{inf},i} + \dot{V}_{\text{su},i} \cdot f_{V,i} + \dot{V}_{\text{mech,inf},i} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (15)$$

gdzie

$\dot{V}_{\text{inf},i}$ – strumień objętości powietrza infiltrującego do przestrzeni ogrzewanej (*i*) w metrach sześciennych na godzinę (m^3/h);

$\dot{V}_{\text{su},i}$ – strumień objętości powietrza doprowadzanego do przestrzeni ogrzewanej (*i*) w metrach sześciennych na godzinę (m^3/h);

$\dot{V}_{\text{mech,inf},i}$ – nadmiar strumienia objętości powietrza usuwanego z przestrzeni ogrzewanej (*i*) w metrach sześciennych na godzinę (m^3/h), określony zgodnie z 7.2.3.2;

$f_{V,i}$ – współczynnik redukcji temperatury, określany jako:

$$f_{V,i} = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_{\text{su},i}}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e}$$

$\theta_{\text{su},i}$ – temperatura powietrza dostarczanego do przestrzeni ogrzewanej (*i*) (albo z instalacji centralnego ogrzewania powietrznego, z sąsiedniej przestrzeni ogrzewanej lub nieogrzewanej, lub ze środowiska zewnętrznego) w stopniach Celsjusza ($^{\circ}\text{C}$). W przypadku gdy stosowana jest instalacja do odzysku ciepła, $\theta_{\text{su},i}$ może być obliczona na podstawie sprawności instalacji odzysku ciepła. $\theta_{\text{su},i}$ może być wyższa lub niższa od temperatury powietrza wewnętrznego.

$\dot{V}_i$ powinien być równy minimalnemu strumieniowi objętości wymienianego powietrza według 7.2.1. lub większy.

Metodę określania strumienia objętości powietrza w budynku w sposób dokładny podano w prEN 13465.

Uprozczone metody określania strumieni objętości powietrza podano w 7.2.2 i 7.2.3.

7.2.1 Strumień objętości powietrza ze względów higienicznych $\dot{V}_{\text{min},i}$

Minimalny strumień objętości powietrza wymagany jest ze względów higienicznych. W przypadku braku informacji krajowych minimalny strumień objętości powietrza, $\dot{V}_{\text{min},i}$, ogrzewanej przestrzeni (*i*) może być określony w sposób następujący:

$$\dot{V}_{\text{min},i} = n_{\text{min}} \cdot V_i \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (16)$$

gdzie:

n_{min} – minimalna krotność wymiany powietrza zewnętrznego na godzinę (h^{-1});

V_i – kubatura przestrzeni ogrzewanej (*i*) w metrach sześciennych (m^3), obliczona na podstawie wymiarów wewnętrznych.

Minimalna krotność wymiany powietrza zewnętrznego powinna zostać określona w załączniku krajowym do niniejszej normy lub w specyfikacji. W przypadku braku załącznika krajowego, wartości orientacyjne podano w D.5.1. Dalsze informacje dotyczące strumieni powietrza można uzyskać z CR 1752.

Krotności wymiany powietrza podane w D.5.1 są oparte na wymiarach wewnętrznych. W przypadku gdy w obliczeniach stosowane są wymiary zewnętrzne, wartości krotności wymiany powietrza podane w D.5.1 powinny być pomnożone przez stosunek między kubaturą wewnętrzną i zewnętrzną (jako wartość przybliżoną można przyjąć 0,8).

W przypadku otwartych kominków należy przyjmować wyższe wartości strumienia powietrza, wymagane ze względu na proces spalania.

7.2.2 Infiltracja przez obudowę budynku – strumień powietrza $\dot{V}_{\text{inf},i}$

Strumień objętości powietrza infiltrującego, $\dot{V}_{\text{inf},i}$, przestrzeni ogrzewanej (i), spowodowany wiatrem i efektem kominowym działającym na obudowę budynku, może być obliczony z zależności

$$\dot{V}_{\text{inf},i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (17)$$

gdzie:

- n_{50} – krotność wymiany powietrza zewnętrznego na godzinę (h^{-1}), wynikająca z różnicy ciśnienia 50 Pa między wnętrzem, a otoczeniem budynku, z uwzględnieniem wpływu nawiewników powietrza;
- e_i – współczynnik osłonięcia;
- ε_i – współczynnik poprawkowy uwzględniający wzrost prędkości wiatru w zależności od wysokości położenia przestrzeni ogrzewanej ponad poziomem terenu.

Współczynnik 2 został wprowadzony do równania (17) ze względu na to, że wartość n_{50} dotyczy całego budynku. W obliczeniach należy uwzględniać najgorszy przypadek, w którym całe infiltrujące powietrze wpływa do budynku po jednej jego stronie.

Wartość $\dot{V}_{\text{inf},i}$ powinna być równa zero lub większa.

Wartości n_{50} powinny być podane w załączniku krajowym do niniejszej normy. W przypadku braku załącznika krajowego wartości orientacyjne w odniesieniu do różnych typów konstrukcji budynków zostały podane w D.5.2.

Wartości współczynnika osłonięcia i współczynnika poprawkowego ze względu na wysokość budynku powinny być podane w załączniku krajowym do niniejszej normy. W przypadku braku załącznika krajowego wartości orientacyjne podano w D.5.3 i D.5.4.

7.2.3 Strumienie powietrza doprowadzanego przez instalację wentylacyjną

7.2.3.1 Strumień powietrza doprowadzanego $\dot{V}_{\text{su},i}$

Jeżeli instalacja wentylacyjna nie jest zidentyfikowana, wentylacyjne straty ciepła są obliczane tak, jak w przypadku budynku bez instalacji wentylacyjnej.

W przypadku gdy instalacja wentylacyjna jest zidentyfikowana, strumień powietrza dostarczanego do przestrzeni ogrzewanej (i), $\dot{V}_{\text{su},i}$, określony jest na podstawie projektu instalacji wentylacyjnej przez jej projektanta.

W przypadku, gdy dostarczane powietrze pochodzi z przyległego pomieszczenia (przyległych pomieszczeń), ma ono właściwości cieplne powietrza w tym pomieszczeniu (tych pomieszczeniach). W przypadku, gdy dostarczane powietrze dopływa do pomieszczenia kanałem wentylacyjnym, jest ono zwykle ogrzane. W obydwu przypadkach, warunki przepływu powietrza powinny zostać określone a odpowiednie strumienie powietrza powinny być uwzględnione we właściwych pomieszczeniach.

7.2.3.2 Nadmiar strumienia powietrza usuwanego $\dot{V}_{\text{mech,inf},i}$

Nadmiar strumienia powietrza usuwanego w każdej instalacji wentylacyjnej jest kompensowany strumieniem powietrza zewnętrznego przenikającego przez obudowę budynku.

W przypadku gdy nadmiar strumienia powietrza usuwanego nie jest inaczej określony, może on być obliczony w odniesieniu do całego budynku w sposób następujący:

$$\dot{V}_{\text{mech,inf}} = \max(\dot{V}_{\text{ex}} - \dot{V}_{\text{su}}, 0) \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (18)$$

gdzie:

$\dot{V}_{\text{ex}}$ – strumień objętości powietrza usuwanego w odniesieniu do całego budynku w metrach sześciennych na godzinę, (m^3/h),

$\dot{V}_{\text{su}}$ – strumień objętości powietrza doprowadzonego w odniesieniu do całego budynku w metrach sześciennych na godzinę, (m^3/h).

W budynkach mieszkalnych, strumień objętości powietrza doprowadzanego w odniesieniu do całego budynku jest często przyjmowany równy zero.

Początkowo wartość $\dot{V}_{\text{mech,inf}}$ jest określana w odniesieniu do całego budynku. Następnie, rozdział tego strumienia powietrza zewnętrznego na każdą przestrzeń w budynku jest obliczany na podstawie przepuszczalności¹ każdej strefy proporcjonalnie do przepuszczalności całego budynku. Jeśli przepuszczalności nie zostały określone, rozdział strumienia powietrza zewnętrznego może być obliczony w sposób uproszczony proporcjonalnie do kubatury każdej przestrzeni, określonej z zależności

$$\dot{V}_{\text{mech,inf},i} = \dot{V}_{\text{mech,inf}} \cdot \frac{V_i}{\sum V_i} \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (19)$$

Gdzie V_i jest kubaturą przestrzeni (i). To równanie może być stosowane odpowiednio do określania strumienia powietrza doprowadzonego do każdej przestrzeni, jeśli tylko dany jest strumień powietrza wentylacyjnego w odniesieniu do całego budynku.

7.3 Przestrzenie ogrzewane z przerwami lub osłabieniem

Przestrzenie ogrzewane z przerwami lub osłabieniem wymagają nadwyżki mocy cieplnej, aby w zadanym czasie osiągnąć wymaganą projektową temperaturę wewnętrzną po okresie osłabienia. Nadwyżka mocy cieplnej zależy od następujących czynników:

- pojemności cieplnej elementów budynku;
- czasu nagrzewania;
- spadku temperatury w okresie osłabienia;
- charakterystyk układu regulacyjnego.

Nadwyżka mocy cieplnej nie zawsze może być potrzebna, na przykład jeżeli:

- układ regulacyjny jest w stanie wyłączyć osłabienie w okresie najzimniejszych dni;
- straty ciepła (straty wentylacyjne) mogą być zmniejszone w okresie osłabienia.

Nadwyżka mocy cieplnej powinna być uzgodniona z klientem.

Nadwyżka mocy cieplnej może być określona dokładną metodą z zastosowaniem procedur obliczeń dynamicznych.

Podana niżej uproszczona metoda obliczeniowa może być zastosowana do określenia nadwyżki mocy cieplnej wymaganej w odniesieniu do źródła ciepła i grzejników w następujących przypadkach:

- w odniesieniu do budynków mieszkalnych:
 - okres ograniczenia (nocne osłabienie) nie jest dłuższy niż 8 godzin;
 - konstrukcja budynku nie jest lekka (taka jak konstrukcje szkieletowe drewniane).
- w odniesieniu do budynków niemieszkalnych:
 - okres ograniczenia nie jest dłuższy niż 48 h (osłabienie weekendowe);
 - okres użytkowania podczas dni roboczych jest dłuższy niż 8 h dziennie;

¹ Wyrażenie „przepuszczalność” dotyczy wpływu szczelności powietrznej obudowy budynku i projektowanych naturalnych otworów w budynku.

- projektowa temperatura wewnętrzna jest zawarta między 20 °C a 22 °C.

Zwraca się uwagę na fakt, że w przypadku grzejników o dużej pojemności cieplnej potrzebny jest dłuższy czas nagrzewania.

Metoda uproszczona określania nadwyżki mocy cieplnej

Nadwyżka mocy cieplnej wymagana do kompensacji skutków osłabionego ogrzewania, $\Phi_{RH,i}$, w przestrzeni ogrzewanej (i) obliczana jest w sposób następujący:

$$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH} \quad [W] \quad (20)$$

gdzie:

A_i – powierzchnia podłogi przestrzeni ogrzewanej (i) w metrach kwadratowych (m^2);

f_{RH} – współczynnik korekcyjny zależny od czasu nagrzewania i założonego obniżenia temperatury wewnętrznej podczas osłabienia, w watach na metr kwadratowy (W/m^2). Współczynnik poprawkowy powinien być podany w załączniku krajowym do niniejszej normy. W przypadku braku załącznika krajowego wartości orientacyjne podano w D.6. Tych wartości orientacyjnych nie stosuje się do instalacji z akumulacją ciepła.

8 Projektowe obciążenie cieplne

Projektowe obciążenie cieplne może być obliczone w odniesieniu do przestrzeni ogrzewanej, części budynku oraz do całego budynku, w celu określenia obciążenia cieplnego do doboru grzejników, wymiennika ciepła, źródła ciepła itd.

8.1 Projektowe obciążenie cieplne przestrzeni ogrzewanej

Projektowe obciążenie cieplne, $\Phi_{HL,i}$, dla przestrzeni ogrzewanej (i) oblicza się w sposób następujący:

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i} \quad [W] \quad (21)$$

gdzie:

$\Phi_{T,i}$ – straty ciepła przez przenikanie przestrzeni ogrzewanej (i) w watach (W);

$\Phi_{V,i}$ – wentylacyjne straty ciepła przestrzeni ogrzewanej (i) w watach (W);

$\Phi_{RH,i}$ – nadwyżka mocy cieplnej wymagana do skompensowania skutków osłabienia ogrzewania strefy ogrzewanej (i) w watach (W).

8.2 Projektowe obciążenie cieplne części budynku lub budynku

W obliczeniach projektowego obciążenia cieplnego części budynku lub budynku nie należy uwzględniać ciepła wymienianego przez przenikanie lub wentylację wewnątrz ogrzewanej obudowy części budynku, tzn. strat cieplnych między mieszkaniami.

Projektowe obciążenie cieplne części budynku lub budynku, Φ_{HL} , oblicza się w sposób następujący:

$$\Phi_{HL} = \sum \Phi_{T,i} + \sum \Phi_{V,i} + \sum \Phi_{RH,i} \quad [W] \quad (22)$$

gdzie:

$\sum \Phi_{T,i}$ – suma strat ciepła przez przenikanie wszystkich przestrzeni ogrzewanych z wyłączeniem ciepła wymienianego wewnątrz części budynku lub budynku, w watach (W);

$\sum \Phi_{V,i}$ – wentylacyjne straty ciepła wszystkich przestrzeni ogrzewanych z wyłączeniem ciepła wymienianego wewnątrz części budynku lub budynku, w watach (W).

W równaniu 22 stosuje się całkowity strumień powietrza w budynku. W przypadku gdy strumień powietrza w odniesieniu do każdej strefy został określony z przyjęciem najbardziej niekorzystnych warunków w każdej z nich, nie należy sumować strumieni powietrza wszystkich przestrzeni, ponieważ niekorzystne warunki występują jednocześnie tylko w części tych przestrzeni. Strumień powietrza w odniesieniu do budynku, $\Sigma \dot{V}_i$, oblicza się w sposób następujący:

w przypadku braku instalacji wentylacyjnej:

$$\Sigma \dot{V}_i = \max(0,5 \cdot \dot{V}_{\text{inf},i}, \dot{V}_{\text{min},i})$$

w przypadku instalacji wentylacyjnej:

$$\Sigma \dot{V}_i = 0,5 \cdot \Sigma \dot{V}_{\text{inf},i} + (1 - \eta_V) \cdot \Sigma \dot{V}_{\text{su},i} + \Sigma \dot{V}_{\text{mech},\text{inf},i}$$

gdzie η_V jest sprawnością instalacji odzysku ciepła z usuwanego powietrza. W przypadku braku instalacji odzysku ciepła $\eta_V = \text{zero}$.

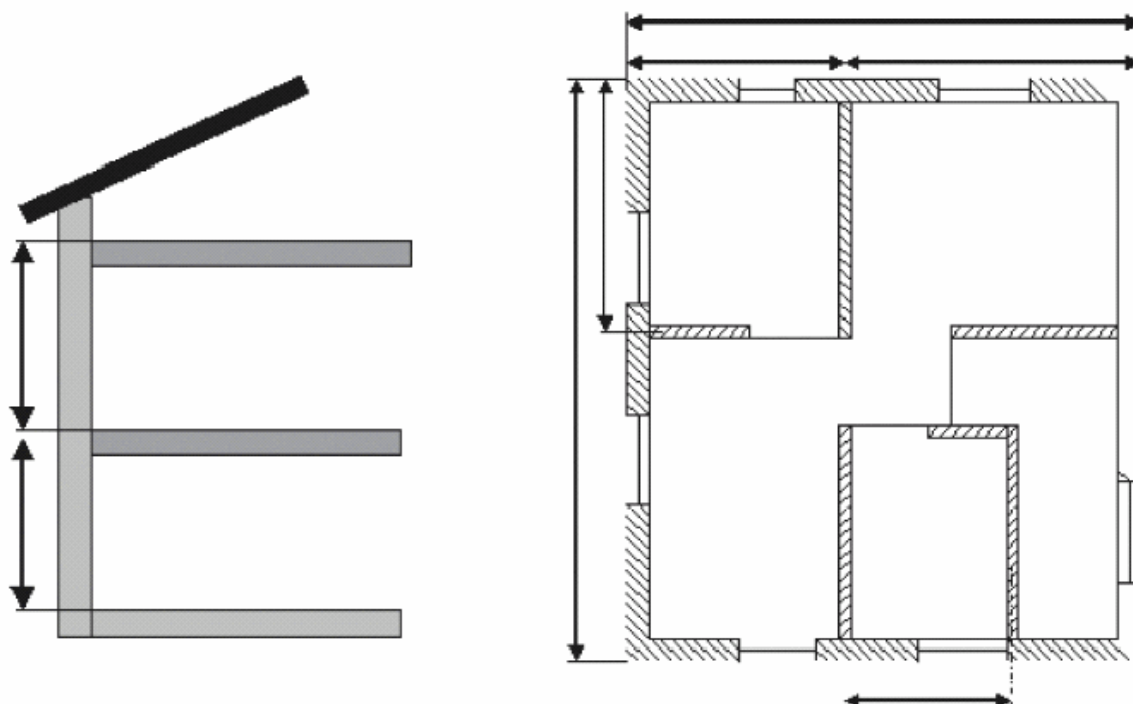
Do zwymiarowania źródła ciepła stosuje się średnią z 24 h. W przypadku gdy dostarczane powietrze jest ogrzewane przez sąsiednią instalację, należy uwzględnić to w obliczeniach wymaganego obciążenia cieplnego;

$\Sigma \Phi_{\text{RH},i}$ – suma nadwyżek mocy cieplnej wszystkich przestrzeni ogrzewanych wymaganych do skompensowania skutków osłabienia ogrzewania, w watach (W).

9 Uproszczona metoda obliczeniowa

Ograniczenia stosowania niniejszej uproszczonej metody obliczeniowej powinny być określone w załączniku krajowym do niniejszej normy. W przypadku braku załącznika informację podano w D.7.

Obliczenia tą metodą powinny być przeprowadzane na podstawie wymiarów zewnętrznych (patrz rysunek 7). Podstawą wymiarów pionowych jest odległość od powierzchni podłogi do powierzchni podłogi (tzn. grubość podłogi w podziemiu nie jest uwzględniana). Gdy rozpatrywane są ściany wewnętrzne, podstawą wymiarów poziomych jest odległość do osi ściany, (tzn. ściany wewnętrzne są uwzględniane do połowy ich grubości).



Rysunek 7 – Przykłady wymiarów zewnętrznych w uproszczonej metodzie obliczeniowej

9.1 Projektowe straty ciepła przestrzeni ogrzewanej

9.1.1 Całkowite projektowe straty ciepła

Całkowite projektowe straty ciepła przestrzeni ogrzewanej (*i*) oblicza się w sposób następujący:

$$\Phi_i = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) \cdot f_{\Delta\theta,i} \quad [\text{W}] \quad (23)$$

gdzie:

$\Phi_{T,i}$ – projektowe straty ciepła przez przenikanie ogrzewanej przestrzeni (*i*) w watach (W);

$\Phi_{V,i}$ – projektowe wentylacyjne straty ciepła ogrzewanej przestrzeni (*i*) w watach (W);

$f_{\Delta\theta,i}$ – poprawkowy współczynnik temperatury uwzględniający dodatkowe straty ciepła pomieszczeń ogrzewanych do wyższej temperatury niż przyległe ogrzewane pomieszczenia, np. łazienka ogrzewana do temperatury 24 °C.

Wartości $f_{\Delta\theta,i}$ powinny być podane w załączniku krajowym do niniejszej normy. W przypadku braku załącznika krajowego, wartości orientacyjne podano w D.7.3.

9.1.2 Projektowe straty ciepła przez przenikanie

Projektowe straty ciepła przez przenikanie, $\Phi_{T,i}$, w odniesieniu do przestrzeni ogrzewanej (*i*) oblicza się w sposób następujący:

$$\Phi_{T,i} = \sum_k f_k \cdot A_k \cdot U_k \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) \quad [\text{W}] \quad (24)$$

gdzie:

f_k – współczynnik poprawkowy temperatury w odniesieniu do elementu budynku (*k*), uwzględniający różnicę między temperaturą odpowiadającą rozpatrywanemu przypadkowi a projektową temperaturą zewnętrzną;

A_k – powierzchnia elementu budynku (*k*) w metrach kwadratowych (m²);

U_k – współczynnik przenikania ciepła elementu budynku (*k*) w watach na metr kwadratowy razy kelwin (W/m²·K).

Wartości poprawkowego współczynnika temperaturowego, f_k , powinny być podane w załączniku krajowym do niniejszej normy. W przypadku braku załącznika krajowego wartości orientacyjne podano w D.7.2.

9.1.3 Projektowe wentylacyjne straty ciepła

Projektowe wentylacyjne straty ciepła, $\Phi_{V,i}$ ogrzewanej przestrzeni (*i*) oblicza się w sposób następujący:

$$\Phi_{V,i} = 0,34 \cdot \dot{V}_{\text{min},i} \cdot (\theta_{\text{int},i} - \theta_e) \quad [\text{W}] \quad (25)$$

gdzie:

$\dot{V}_{\text{min},i}$ – minimalna wartość strumienia objętości powietrza do przestrzeni ogrzewanej (*i*) wymagana ze względów higienicznych, w metrach sześciennych na godzinę (m³/h).

Minimalna wartość strumienia objętości powietrza do przestrzeni ogrzewanej (*i*) wymagana ze względów higienicznych określona jest z zależności

$$\dot{V}_{\text{min},i} = n_{\text{min.}} \cdot V_i \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (26)$$

gdzie:

$n_{\text{min.}}$ – minimalna krotność wymiany powietrza zewnętrznego na godzinę (h⁻¹);

V_i – kubatura ogrzewanej przestrzeni (i) w metrach sześciennych (m^3), obliczana na podstawie wymiarów wewnętrznych. W przybliżeniu kubatura ta stanowi 0,8 kubatury obliczanej na podstawie wymiarów zewnętrznych.

Wartości minimalnej krotności wymiany powietrza zewnętrznego powinny być podane w załączniku krajowym do niniejszej normy. W przypadku braku załącznika krajowego wartości orientacyjne podano w D.5.1.

UWAGA W przypadku wentylacji mechanicznej strumień powietrza wytwarzany w tej instalacji zależy od projektu i zwymiarowania instalacji wentylacyjnej. Równoważna krotność wymiany powietrza zewnętrznego może być obliczona w odniesieniu do każdego pomieszczenia wentylowanego mechanicznie, na podstawie strumienia objętości powietrza w instalacji wentylacji mechanicznej (wskazanej przez projektanta instalacji wentylacji mechanicznej), temperatury dostarczanego powietrza i kubatury każdego pomieszczenia.

9.2 Projektowe obciążenie cieplne przestrzeni ogrzewanej

9.2.1 Całkowite obciążenie cieplne

Całkowite obciążenie cieplne przestrzeni ogrzewanej (i), $\Phi_{HL,i}$ oblicza się w sposób następujący:

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_i + \Phi_{RH,i} \quad [W] \quad (27)$$

gdzie:

Φ_i – całkowite projektowe straty ciepła przestrzeni ogrzewanej (i) w watach (W);

$\Phi_{RH,i}$ – nadwyżka mocy cieplnej przestrzeni ogrzewanej (i) w watach (W).

9.2.2 Przestrzenie ogrzewane z przerwami lub z osłabieniem

Nadwyżkę mocy cieplnej wymaganą do skompensowania skutków nieciągłego ogrzewania, $\Phi_{RH,i}$, w odniesieniu do przestrzeni ogrzewanej (i) oblicza się w sposób następujący:

$$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH} \quad [W] \quad (28)$$

gdzie:

A_i – powierzchnia podłogi przestrzeni ogrzewanej (i) w metrach kwadratowych (m^2);

f_{RH} – współczynnik dogrzewania zależny od typu budynku, jego konstrukcji, czasu dogrzewania i zakładanego spadku temperatury wewnętrznej podczas osłabienia.

Wartości współczynnika ponownego nagrzewania, f_{RH} , powinny być podane w załączniku krajowym do niniejszej normy. W przypadku braku załącznika krajowego, wartości orientacyjne podano w D.6.

9.3 Całkowite projektowe obciążenie cieplne części budynku lub budynku

W obliczeniach całkowitego projektowego obciążenia cieplnego części budynku lub budynku nie należy uwzględniać ciepła wymienianego przez przenikanie i wentylację wewnątrz ogrzewanej obudowy części budynku, tzn. strat ciepła między pomieszczeniami.

Projektowe obciążenie cieplne części budynku lub budynku, Φ_{HL} , oblicza się w sposób następujący:

$$\Phi_{HL} = \sum \Phi_{T,i} + \sum \Phi_{V,i} + \sum \Phi_{RH,i} \quad [W] \quad (29)$$

gdzie:

$\sum \Phi_{T,i}$ – suma strat ciepła przez przenikanie wszystkich przestrzeni ogrzewanych, z wyłączeniem ciepła wymienianego wewnątrz części budynku lub budynku;

$\sum \Phi_{V,i}$ – wentylacyjne straty ciepła wszystkich przestrzeni ogrzewanych, z wyłączeniem ciepła wymienianego wewnątrz części budynku lub budynku;

$\Sigma \Phi_{RH,i}$ – suma nadwyżek mocy cieplnej we wszystkich przestrzeniach ogrzewanych wymagana do skompensowania skutków nieciągłego ogrzewania.

Załącznik A (informacyjny)

Podstawowe parametry komfortu cieplnego w środowisku wewnętrznym – znaczenie temperatury operacyjnej w obliczeniach obciążenia cieplnego

Celem obliczeń projektowego obciążenia cieplnego jest zapewnienie akceptowalnego wewnętrznego środowiska cieplnego przy projektowych zewnętrznych warunkach temperaturowych. Wewnętrzna projektowa temperatura w odniesieniu do ogrzewania jest określona na szczeblu krajowym lub w załączniku D. Niniejszy załącznik podaje metodę określania projektowej temperatury wewnętrznej.

Zaleca się, aby projektowanie wewnętrznego środowiska cieplnego było oparte na EN ISO 7730, w której jakość cieplnego środowiska jest wyrażona wartościami PMV i PPD.

Pożądana jakość cieplna w przestrzeni może być wybrana z trzech kategorii A, B i C wymienionych w tablicy A.1.

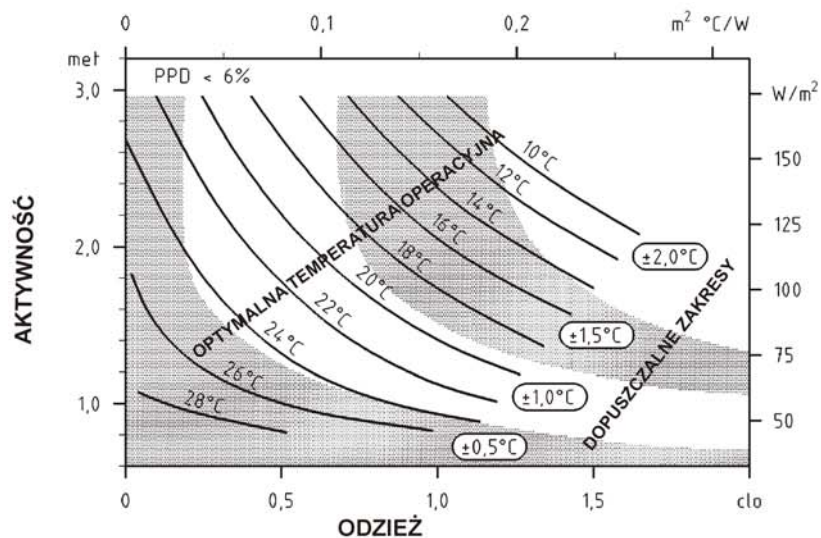
Tablica A.1 – Trzy kategorie wewnętrznego środowiska cieplnego

Kategoria wewnętrznego środowiska cieplnego	Globalny stan cieplny ciała	
	Przewidywany procent niezadowolonych	Przewidywana ocena średnia
	PPD	PMV
A	< 6 %	$-0,2 < PMV < +0,2$
B	< 10 %	$-0,5 < PMV < +0,5$
C	< 15 %	$-0,7 < PMV < +0,7$

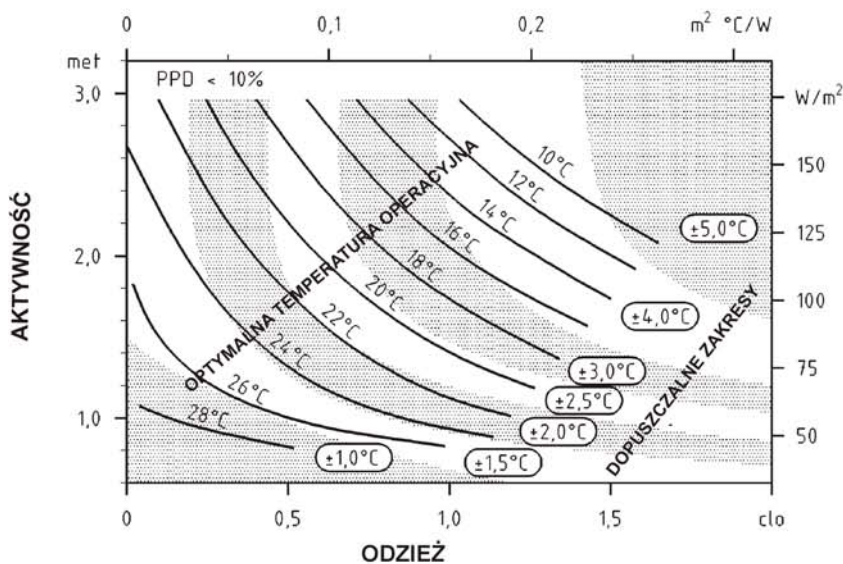
Na rysunku A.1 pokazano optimum temperatury operacyjnej oraz dopuszczalny zakres temperatury w funkcji odzieży i poziomu aktywności w odniesieniu do trzech kategorii. Optymalna temperatura operacyjna jest taka sama dla trzech kategorii, natomiast dopuszczalny zakres temperatury zmienia się w otoczeniu optymalnej temperatury operacyjnej.

Zaleca się, aby temperatura operacyjna we wszystkich miejscach wewnątrz strefy przebywania ludzi w przestrzeni ogrzewanej była utrzymywana w dopuszczalnym zakresie temperatury. Oznacza to, że dopuszczalny zakres temperatury obejmuje obydwa wahania temperatury w przestrzeni i w czasie, włącznie ze zmianami, który spowodował układ regulacyjny.

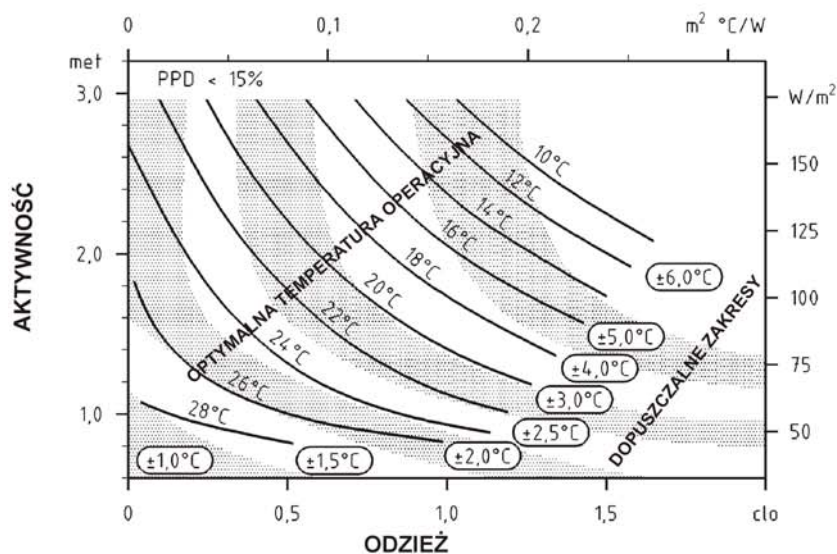
Zaleca się, aby projektową temperaturę wewnętrzną dla ogrzewania wybrano jako niższą temperaturę operacyjną z dopuszczalnego zakresu temperatury w wybranej kategorii. Zakładając określoną odzież i poziom aktywności, projektową temperaturę wewnętrzną można określić na podstawie rysunku A.1, tablicy A.2 lub EN ISO 7730.



KATEGORIA A
wewnętrzne środowisko
cieplne



KATEGORIA B
wewnętrzne środowisko
cieplne



KATEGORIA C
wewnętrzne środowisko
cieplne

Rysunek A.1 – Optymalna temperatura operacyjna w funkcji odzieży i aktywności w odniesieniu do trzech kategorii wewnętrznego środowiska cieplnego. Na trzech wykresach pokazano dopuszczalny zakres temperatury w otoczeniu optymalnej temperatury operacyjnej w odniesieniu do trzech kategorii.

Względna prędkość powietrza, v_{ar} , spowodowana ruchami ciała jest szacowana jako równa zero (m/s) przy metabolizmie, M , mniejszym niż 1 (met) oraz 0,3 (m/s) przy metabolizmie, M , większym niż 1 (met). Wykresy zostały określone w odniesieniu do wilgotności względnej równej 50 %.

Tablica A.2 – Projektowa temperatura wewnętrzna

Typ budynku/przestrzeni	Odzież, zima clo	Aktywność met	Kategoria wewnętrznego środowiska cieplnego	Temperatura operacyjna, zima °C
Pojedyncze biuro	1,0	1,2	A	21,0 – 23,0
			B	20,0 – 24,0
			C	19,0 – 25,0
Rozległe biuro	1,0	1,2	A	21,0 – 23,0
			B	20,0 – 24,0
			C	19,0 – 25,0
Sala konferencyjna	1,0	1,2	A	21,0 – 23,0
			B	20,0 – 24,0
			C	19,0 – 25,0
Audytorium	1,0	1,2	A	21,0 – 23,0
			B	20,0 – 24,0
			C	19,0 – 25,0
Kawiarnia/ restauracja	1,0	1,2	A	21,0 – 23,0
			B	20,0 – 24,0
			C	19,0 – 25,0
Sala lekcyjna	1,0	1,2	A	21,0 – 23,0
			B	20,0 – 24,0
			C	19,0 – 25,0
Żłobek	1,0	1,2	A	21,0 – 23,0
			B	20,0 – 24,0
			C	19,0 – 25,0
Sklep	1,0	1,6	A	17,5 – 20,5
			B	16,0 – 22,0
			C	15,0 – 23,0
Pokój mieszkalny	1,0	1,2	A	21,0 – 23,0
			B	20,0 – 24,0
			C	19,0 – 25,0
Łazienka	0,2	1,6	A	24,5 – 25,5
			B	23,5 – 26,5
			C	23,0 – 27,0
Kościół	1,5	1,3	A	16,5 – 19,5
			B	15,0 – 21,0
			C	14,0 – 22,0
Muzeum/ galeria	1,0	1,6	A	17,5 – 20,5
			B	16,0 – 22,0
			C	15,0 – 23,0

Załącznik B (informacyjny)

Instrukcja do obliczania projektowych strat ciepła w odniesieniu do przypadków specjalnych

B.1 Pomieszczenia o dużych wysokościach i dużych kubaturach

W ogólnym przypadku straty ciepła obliczane są przy założeniu jednakowej temperatury w ogrzewanej przestrzeni o wysokości do 5 m. Założenie to nie jest słuszne, jeśli wysokość pomieszczenia przekracza 5 m, z powodu pionowego gradientu temperatury, który zwiększa straty ciepła szczególnie przez dach i w tym przypadku nie może być nieuwzględniony.

Pionowy gradient temperatury powietrza wzrasta wraz ze zwiększeniem wysokości pomieszczenia, a także znacząco zależy od całkowitych projektowych strat ciepła (poziomu izolacji cieplnej obudowy budynku i zewnętrznej projektowej temperatury) a także od typu i lokalizacji grzejników.

Wpływ gradientu temperatury powinien być uwzględniony w postaci dodatków do projektowych strat ciepła. Te dodatkowe projektowe straty ciepła są najlepiej określone z wykorzystaniem wyników dynamicznych obliczeń symulacyjnych, gdy uwzględnia się indywidualne właściwości budynku.

W odniesieniu do budynków, w których projektowe straty ciepła nie przekraczają 60 watów na metr kwadratowy powierzchni podłogi, całkowite projektowe straty ciepła, Φ_i , w odniesieniu do przestrzeni o dużej wysokości mogą być skorygowane przez wprowadzenie współczynnika poprawkowego ze względu na wysokość do sufitu, $f_{h,i}$, w sposób następujący:

$$\Phi_i = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) \cdot f_{h,i} \quad [W] \quad (30)$$

gdzie wartości $f_{h,i}$ podano w tablicy B.1.

Tablica B.1 – Współczynnik poprawkowy ze względu na wysokość pomieszczenia, $f_{h,i}$

Sposób ogrzewania oraz typ i lokalizacja grzejników	$f_{h,i}$	
	Wysokość przestrzeni ogrzewanej	
	5 do 10 m	10 do 15 m
GŁÓWNI PRZEZ PROMIENIOWANIE		
Ogrzewanie podłogowe	1	1
Ogrzewanie sufitowe (poziom temperatury < 40 °C)	1,15	niewłaściwe do takiego zastosowania
Promienniki o średniej i wysokiej temperaturze umieszczone na dużej wysokości, skierowane ku dołowi	1	1,15
GŁÓWNI PRZEZ KONWEKCJĘ		
Ciepłe powietrze przy konwekcji naturalnej	1,15	niewłaściwe do takiego zastosowania
OGRZEWANIE POWIETRZNE		
Strumień poprzeczny na małej wysokości	1,30	1,60
Strumień opadający z dużej wysokości	1,21	1,45
Poprzeczny strumień powietrza o średniej lub wysokiej temperaturze ze średniej wysokości	1,15	1,30

B.2 Budynki, w których występuje znaczna różnica między temperaturą powietrza a średnią temperaturą promieniowania

W ogólnym przypadku zakłada się, że temperatura powietrza, średnia temperatura promieniowania i temperatura operacyjna mają taką samą wartość. Z tego powodu straty ciepła wentylacyjne i przez przenikanie oblicza się, stosując temperaturę operacyjną.

W odniesieniu do przestrzeni, w których występuje znaczna różnica między temperaturą powietrza i średnią temperaturą promieniowania, obliczenia strat ciepła z użyciem temperatury operacyjnej prowadzą do błędnych wyników.

W odniesieniu do takich przypadków, straty ciepła przez przenikanie nadal oblicza się z użyciem temperatury operacyjnej, ale zaleca się, aby wentylacyjne straty ciepła obliczać stosując temperaturę powietrza wewnętrznego. Jeśli taki sposób obliczeń nie zostanie przyjęty, wynik obliczeń wentylacyjnych strat ciepła będzie za wysoki w przypadku ogrzewania przez promieniowanie i za niski w przypadku ogrzewania konwekcyjnego.

Należy to uwzględnić, w przypadku gdy błąd obliczeń wentylacyjnych strat ciepła przekracza 5 %.

Na przykład przy projektowej różnicy temperatury równej 30 K różnica między temperaturą powietrza i temperaturą operacyjną wynosząca 1,5 K odpowiada 5 % różnicy w obliczeniach wentylacyjnych strat ciepła. Odpowiada to różnicy między temperaturą powietrza i średnią temperaturą promieniowania równej 3 K.

W odniesieniu do przestrzeni, w których średnia wartość współczynnika U zewnętrznych okien/ścian jest zgodna z podanym niżej wyrażeniem, konieczna jest korekta różnicy temperatury powietrza i temperatury operacyjnej:

$$U_w > \frac{50}{\theta_{\text{int}} - \theta_e} \quad [\text{W/m}^2 \text{K}] \quad (31)$$

gdzie:

- U_w – średnia wartość współczynnika U okien/ścian w watach na metr kwadratowy razy kelwin ($\text{W/m}^2 \text{K}$);
- θ_{int} – projektowa temperatura wewnętrzna w stopniach Celsjusza ($^{\circ}\text{C}$);
- θ_e – projektowa temperatura zewnętrzna w stopniach Celsjusza ($^{\circ}\text{C}$).

W takich przypadkach średnia temperatura promieniowania jest obliczana na podstawie temperatur powierzchni wewnętrznych. Temperatury powierzchni wewnętrznych mogą być obliczane dla podanych wartości U , projektowej temperatury wewnętrznej, projektowej temperatury zewnętrznej oraz temperatury powierzchni grzejników. W przypadku, gdy obliczona średnia temperatura promieniowania różni się więcej niż o 1,5 K od projektowej temperatury wewnętrznej, wentylacyjne straty ciepła mogą być obliczone z zastosowaniem temperatury powietrza, θ_a , określonej z zależności:

$$\theta_a = 2 \cdot \theta_o - \theta_r \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (32)$$

gdzie:

- θ_o – temperatura operacyjna w stopniach Celsjusza ($^{\circ}\text{C}$);
- θ_r – średnia temperatura promieniowania w stopniach Celsjusza ($^{\circ}\text{C}$).

W niektórych przestrzeniach przemysłowych, gdzie prędkość powietrza przekracza 0,20 m/s, dokładniejsza zależność między temperaturą operacyjną, temperaturą powietrza i średnią temperaturą promieniowania jest określona równaniem:

$$\theta_o = F_B \cdot \theta_a + (1 - F_B) \cdot \theta_r \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (33)$$

gdzie:

- $F_B = 0,5$ dla prędkości powietrza mniejszej niż 0,2 m/s;
- $F_B = 0,6$ dla prędkości powietrza między 0,2 m/s a 0,6 m/s;
- $F_B = 0,7$ dla prędkości powietrza większej niż 0,6 m/s.

Załącznik C
(informacyjny)

Przykład obliczeń projektowego obciążenia cieplnego

C.1 Opis ogólny przykładu obliczeniowego

C.1.1 Opis budynku

Przykładowe obliczenia zostały wykonane dla budynku „Vivaldi”

Budynek ten przylega do parterowego budynku z piwnicą w podziemiu. Zachodnia ściana pokoju dziennego przylega do sąsiedniego budynku. Parter znajduje się 0,5 m nad poziomem terenu. Podłoga pokoju dziennego ułożona jest nad przestrzenią podpodłogową. Pozostała część parteru jest podpiwniczona. W podziemiu znajduje się piwnica, garaż oraz ogrzewane pomieszczenie warsztatowe.

Budynek jest izolowany od wewnątrz.

C.1.2 Plany budynku

Szczegółowe rzuty i przekroje budynku pokazano na rysunkach od C.1 do C.4. Struktura i mostki cieplne wyszczególniono na rysunkach od C.5 do C.7. Drugi plan parteru pokazano na rysunku C.8, gdzie pokazane zostały zewnętrzne wymiary użyte do przykładowych obliczeń metodą uproszczoną.

C.1.3 Wykonanie obliczeń

Obliczenia przeprowadzono zarówno z zastosowaniem metody szczegółowej, jak i uproszczonej. W przypadku metody szczegółowej użyto wymiarów wewnętrznych. Dane dotyczące mostków cieplnych odpowiadają wymiarom wewnętrznym.

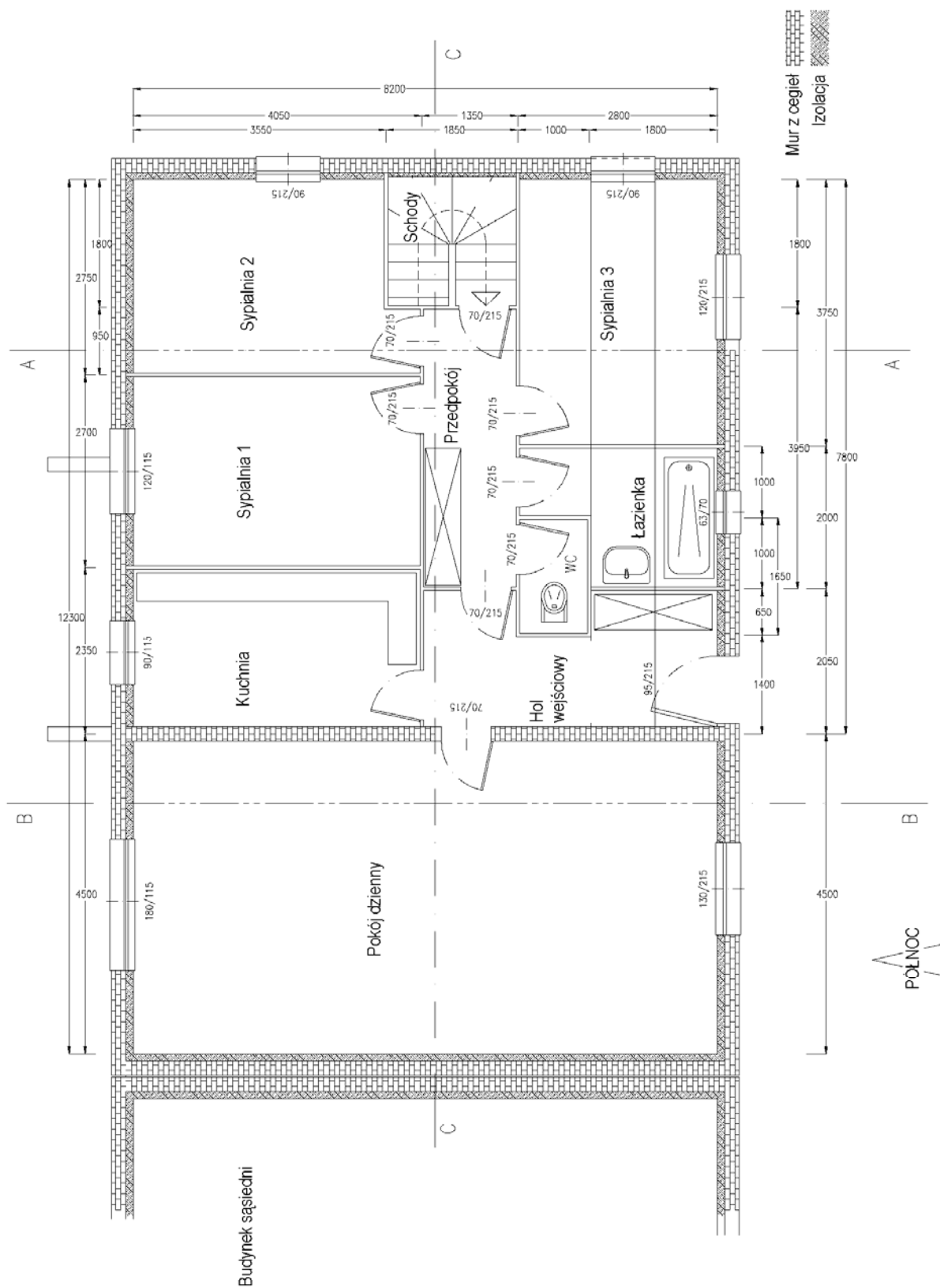
Obliczenia wentylacyjnych strat ciepła metodą szczegółową zostały wykonane w odniesieniu do następujących 3 różnych typowych przypadków:

- tylko naturalna wentylacja (otwieranie okien);
- zrównoważona instalacja wentylacyjna z dostarczaniem powietrzem o temperaturze 12 °C;
- usuwanie powietrza tylko z kuchni, łazienki i WC.

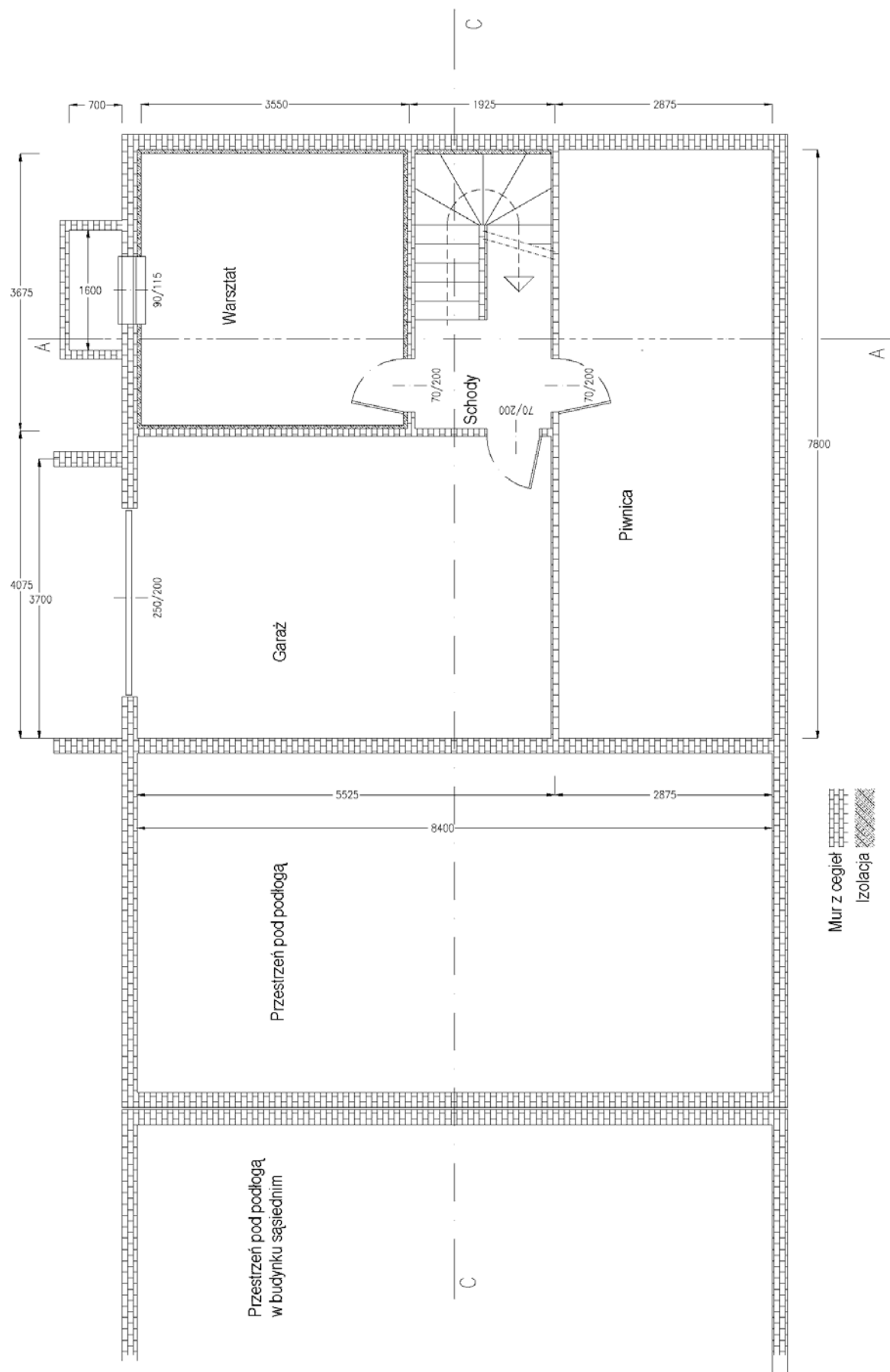
Obliczenie strat ciepła przez przenikanie nie zależy od tych przypadków.

Obliczenie strat ciepła przez przenikanie tylko w odniesieniu do jednego pomieszczenia zostało wykonane zarówno metodą szczegółową, jak i uproszczoną.

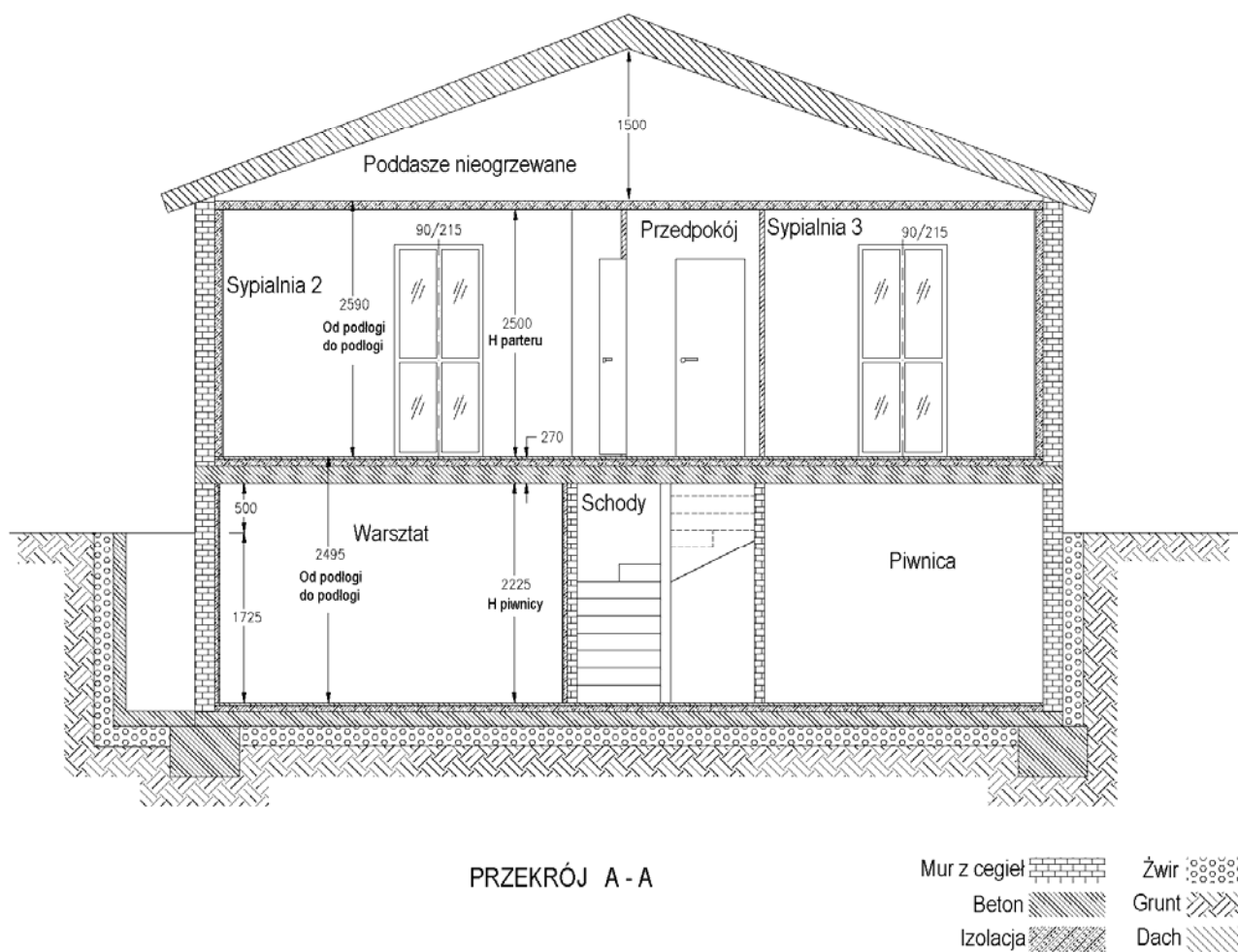
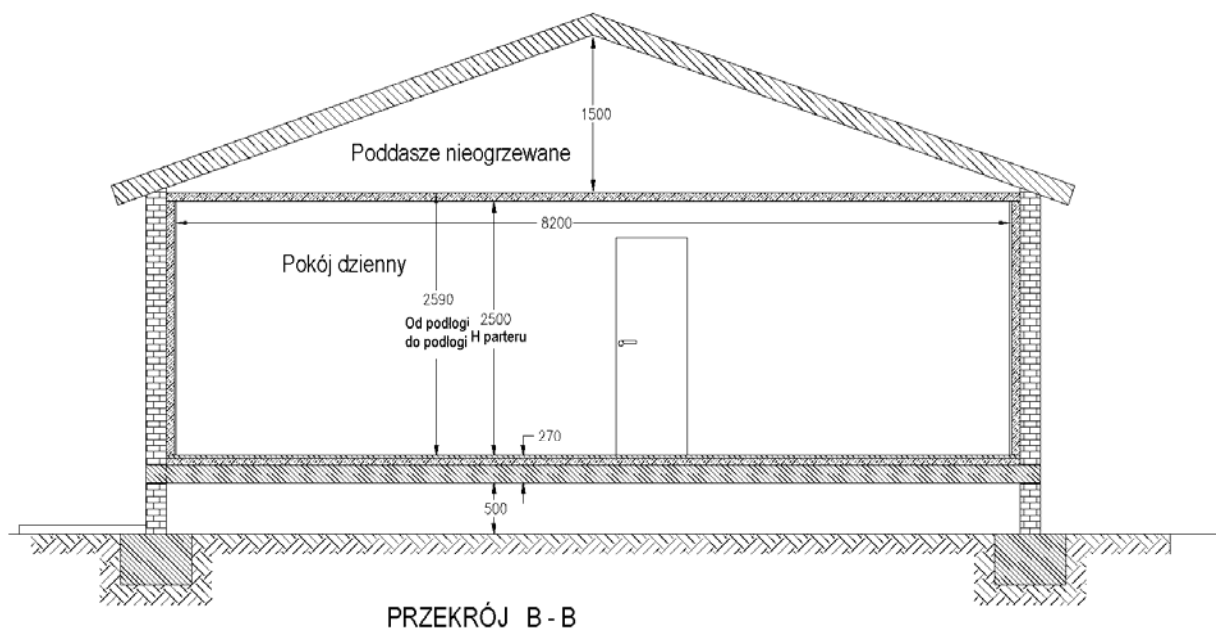
C.2 Plany budynku



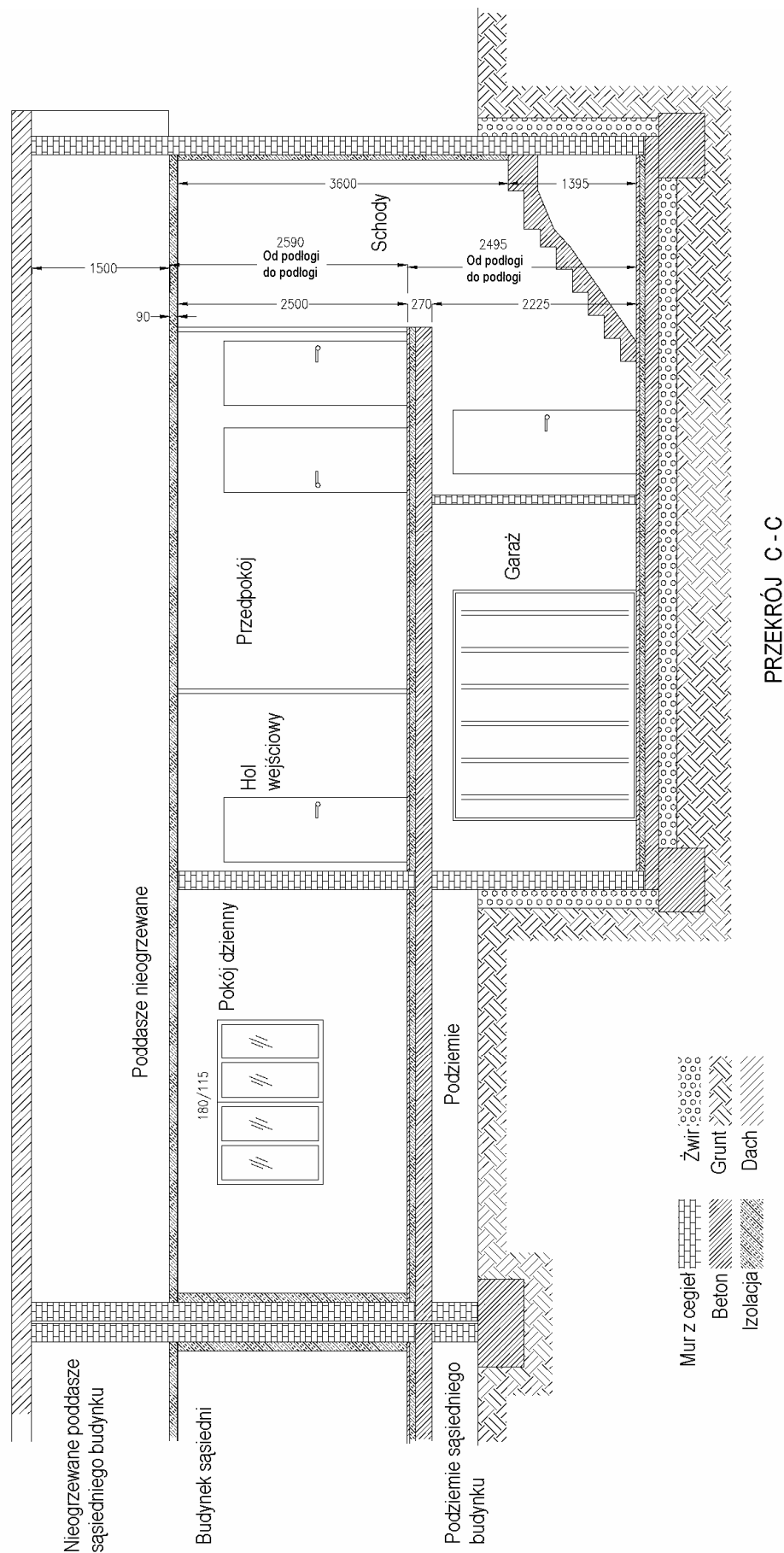
Rysunek C.1 – Rzut parteru



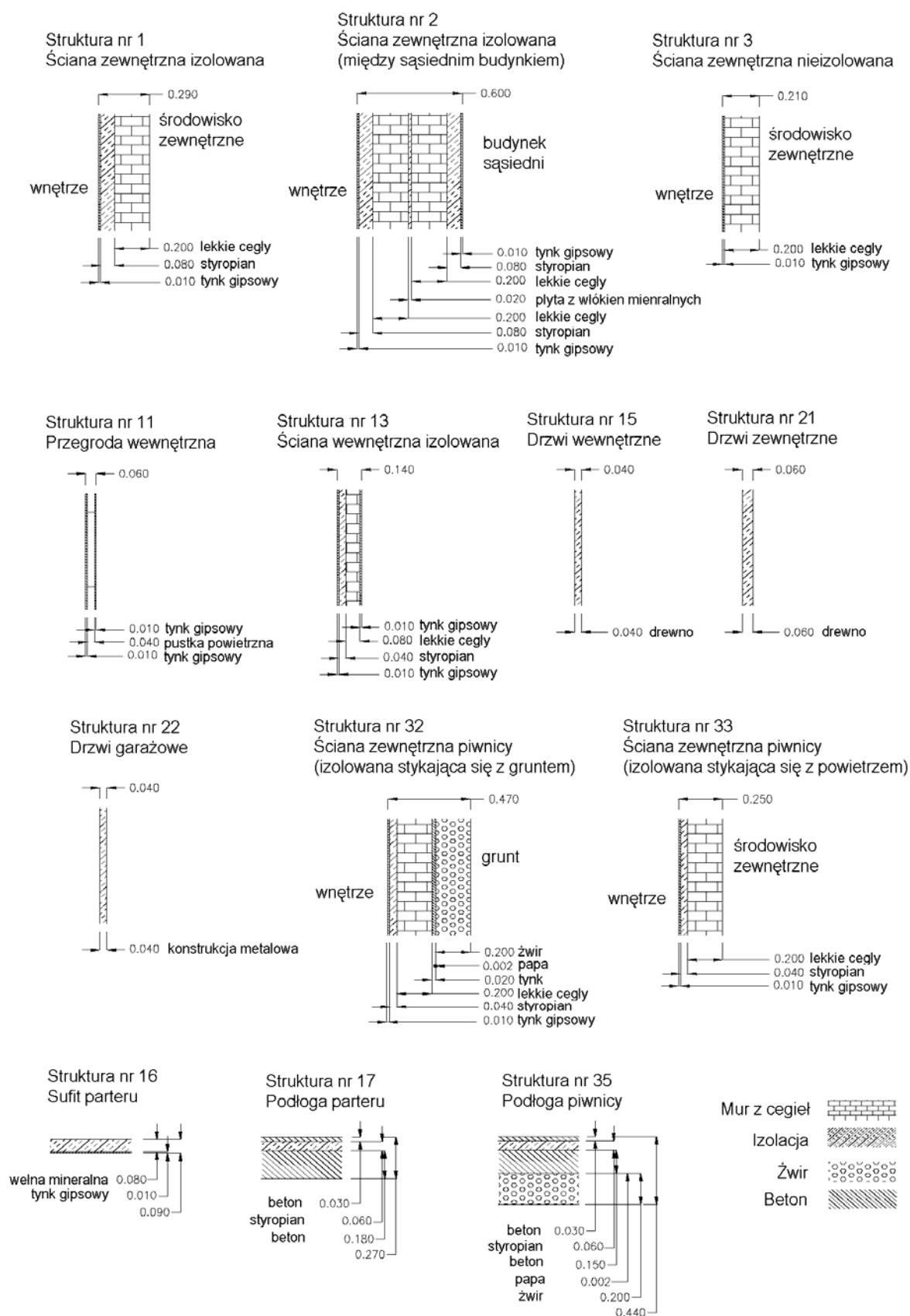
Rysunek C.2 – Rzut podziemia



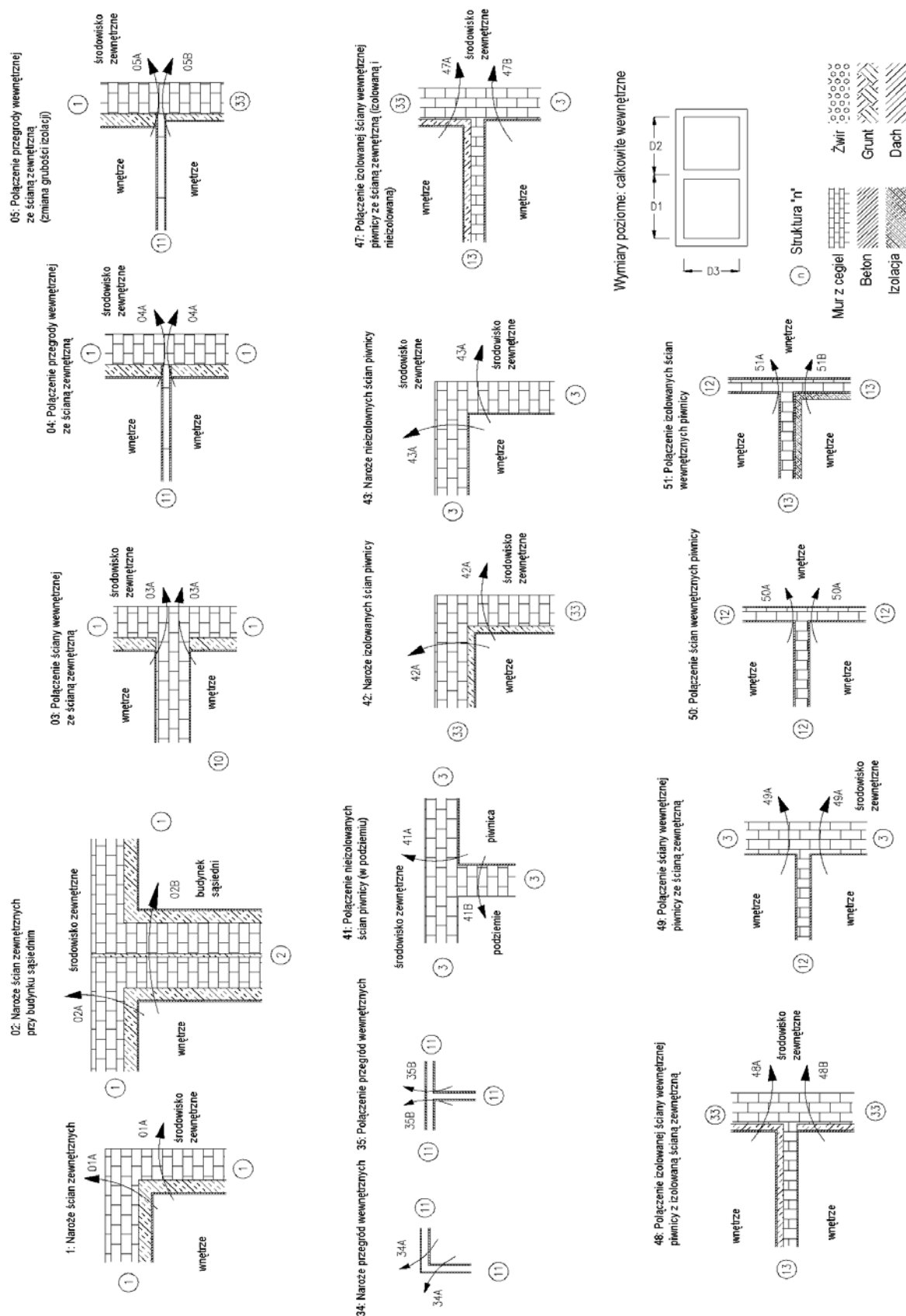
Rysunek C.3 – Przekroje pionowe A-A i B-B



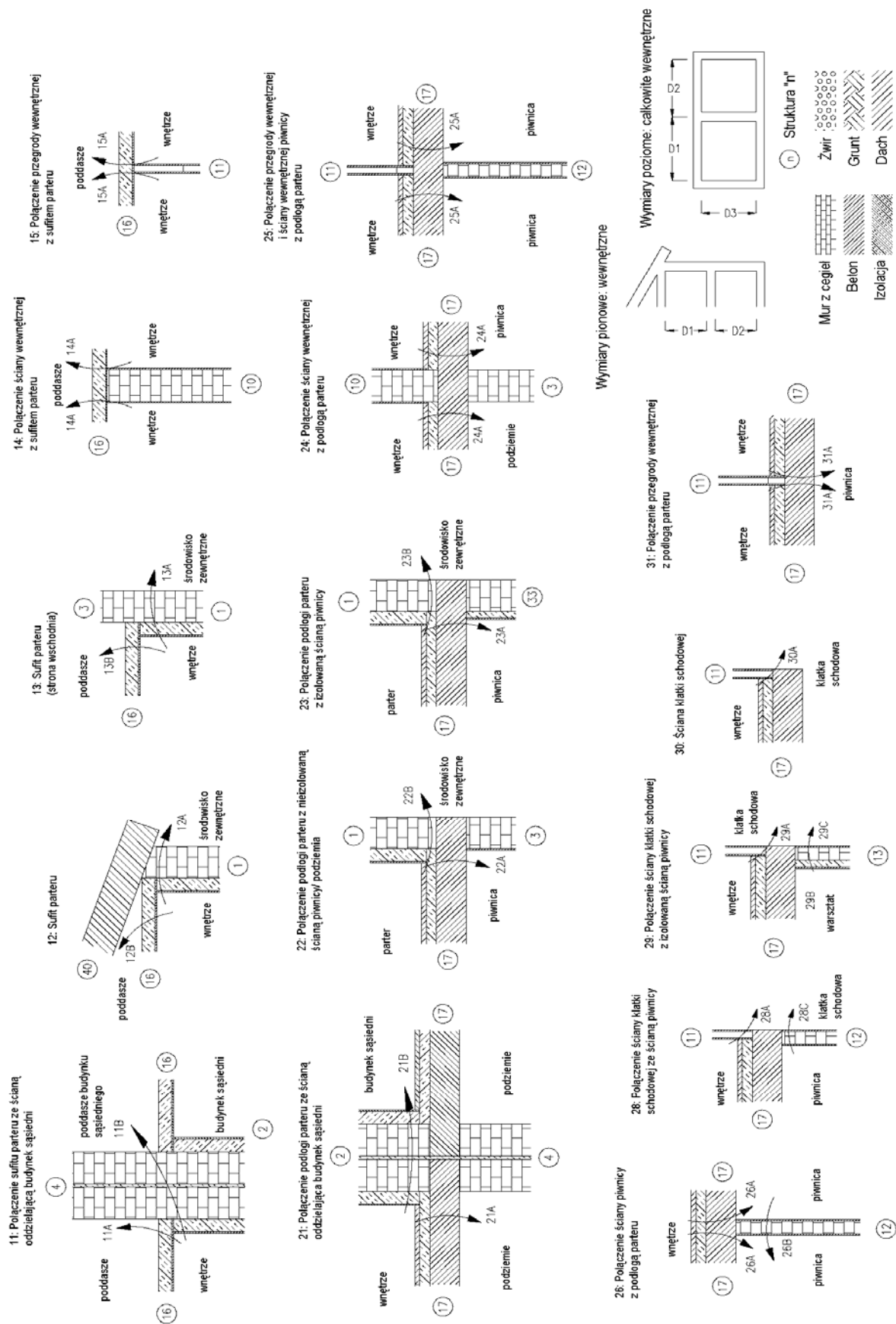
Rysunek C.4 – Przekrój pionowy C-C



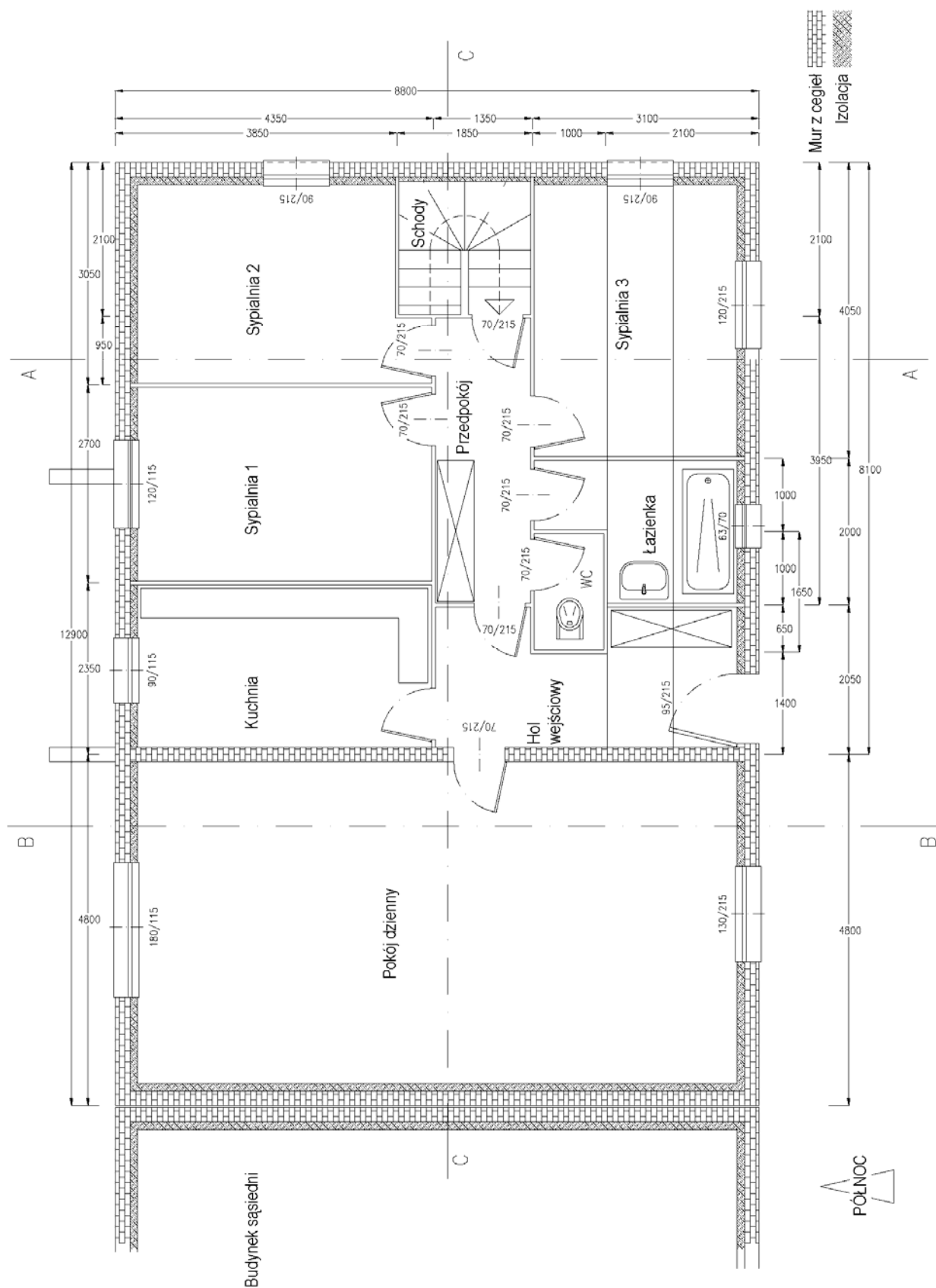
Rysunek C.5 – Elementy budynku



Rysunek C.6 – Pionowe mostki cieplne



Rysunek C.7 – Poziome mostki cieplne



Rysunek C.8 – Rzut parteru z wymiarami zewnętrznymi stosowanymi w metodzie uproszczonej

C.3 Przykład obliczeniowy**C.3.1 Dane ogólne**

Dane ogólne potrzebne do obliczeń zestawiono w tablicy C.1.

Tablica C.1 – Dane ogólne

Dane klimatyczne			
Opis	Symbol	Jednostka	Wartość
Projektowa temperatura zewnętrzna	θ_e	°C	– 10,0
Średnia roczna temperatura zewnętrzna	$\theta_{m,e}$	°C	12
Współczynniki poprawkowe ze względu na usytuowanie e_k i e_l			
Orientacja			Wartość
			–
Wszystkie			1,0
Dane dotyczące ogrzewanych pomieszczeń			
Nazwa pomieszczenia	Projektowa temperatura	Powierzchnia pomieszczenia	Kubatura wewnętrzna
	$\theta_{int,i}$	A_i	V_i
	°C	m ²	m ³
Warsztat	20	13,0	29,0
Pokój dzienny	20	36,9	92,3
Kuchnia	20	9,5	23,8
Sypialnia 1	20	10,9	27,3
Sypialnia 2	20	10,2	25,6
Sypialnia 3	20	10,5	26,3
Łazienka	24	4,6	11,5
Hol wejściowy	20	7,9	19,6
Przedpokój	20	5,3	13,3
WC	20	1,7	4,1
Ogółem		110,6	272,9
Dane dotyczące pomieszczeń nieogrzewanych			
Nazwa pomieszczenia	wartość b		temperatura
	b_u		θ_u
	–		°C
Sąsiedni budynek	–		12
Garaż	0,8		– 4
Klatka schodowa	0,4		8
Piwnica	0,5		5
Nieogrzewane poddasze	0,9		– 7
Przestrzeń podpodłogowa	0,8		– 4
Przestrzeń podpodłogowa w sąsiednim budynku	0,8		– 4

C.3.2 Dane materiałowe

Dane materiałowe zestawiono w tablicy C.2. Materiały są identyfikowane za pomocą „kodu materiału”, który jest stosowany jako odniesienie w następnej tablicy C.3 dotyczącej wartości współczynnika U elementów budynku.

Tablica C.2 – Dane materiałowe

Przewodność cieplna materiałów		
Kod materiału	Opis	λ
		W/mK
1	Lekkie cegły	0,8
2	Beton	1,75
11	Tynk gipsowy	0,35
13	Tynk cementowy	1,15
21	Styropian	0,043
23	Wełna mineralna	0,042
24	Styropian ekstrudowany	0,037
25	Płyta z włókna mineralnego DIN 18165	0,041
31	Żwir	0,7
32	Papa	0,23
41	Niewentylowana warstwa powietrza $s = 40$ mm	0
51	Drewno	0,15
53	Kompozyt metalowy	0,12
Opory przejmowania ciepła (między powietrzem i strukturami)		
Kod materiału	Opis	R_{si} lub R_{se}
		m ² K/W
41	Niewentylowana warstwa powietrza $s = 40$ mm	0,18
61	Opór przejmowania ciepła od strony wewnętrznej (poziomy strumień ciepła)	0,13
62	Opór przejmowania ciepła od strony zewnętrznej (poziomy strumień ciepła)	0,04
63	Opór przejmowania ciepła od strony wewnętrznej (strumień ciepła w górę)	0,10
66	Opór przejmowania ciepła od strony wewnętrznej (strumień ciepła w dół)	0,17

C.3.3 Dane dotyczące elementów budynku

W tabeli C.3 podano obliczenia wartości współczynnika U w odniesieniu do każdego elementu budynku.

Tablica C.3 – Obliczenia wartości współczynnika U elementów budynku

Kody Element Materiał		Opis	d m	λ W/m·K	R $m^2 \cdot K/W$	U_k W/ $m^2 \cdot K$
Kod elementu budynku	Nazwa elementu budynku					
	Kod	Nazwa wewnętrznej warstwy laminarnej			R_{si}	
	Kod	Nazwa materiału	d_1	λ_1	$R_1 = d_1/\lambda_1$	
						
	Kod	Nazwa materiału	d_n	λ_n	$R_n = d_n/\lambda_n$	
	Kod	Nazwa zewnętrznej warstwy laminarnej			R_{se}	
	Grubość całkowita i U_k		Σd_i		ΣR_i	$1/\Sigma R_i$
1	Izolowana ściana zewnętrzna					
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień cieplny poziomy)			0,13	
	11	Tynk gipsowy	0,010	0,350	0,03	
	21	Styropian	0,080	0,043	1,86	
	1	Lekkie cegły	0,200	0,800	0,25	
	62	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień cieplny poziomy)			0,04	
	Grubość całkowita i U_k		0,290		2,31	0,433
2	Izolowana ściana zewnętrzna (oddzielająca budynek sąsiedni)					
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień cieplny poziomy)			0,13	
	11	Tynk gipsowy	0,010	0,350	0,03	
	21	Styropian	0,080	0,043	1,86	
	1	Lekkie cegły	0,200	0,800	0,25	
	25	Płyta z włókna mineralnego DIN 18165	0,020	0,041	0,49	
	1	Lekkie cegły	0,200	0,800	0,25	
	21	Styropian	0,080	0,043	1,86	
	11	Tynk gipsowy	0,010	0,350	0,03	
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień cieplny poziomy)			0,13	
Grubość całkowita i U_k		0,600		5,03	0,199	
3	Nieizolowana ściana zewnętrzna					
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień cieplny poziomy)			0,13	
	11	Tynk gipsowy	0,010	0,350	0,03	
	1	Lekkie cegły	0,200	0,800	0,25	
	62	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień cieplny poziomy)			0,04	
	Grubość całkowita i U_k		0,210		0,45	2,229
11	Przegrody wewnętrzne					
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień cieplny poziomy)			0,13	
	11	Tynk gipsowy	0,010	0,350	0,03	
	41	Niewentylowana warstwa powietrzna $s = 40 \text{ mm}$			0,18	
	11	Tynk gipsowy	0,010	0,350	0,03	
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień cieplny poziomy)			0,13	
	Grubość całkowita i U_k		0,020		0,50	2,011
13	Przegrody wewnętrzne					
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień cieplny poziomy)			0,13	
	11	Tynk gipsowy	0,010	0,350	0,03	
	21	Styropian	0,040	0,043	0,93	
	1	Lekkie cegły	0,080	0,800	0,10	
	11	Tynk gipsowy	0,010	0,350	0,03	
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień cieplny poziomy)			0,13	
	Grubość całkowita i U_k		0,140		1,35	0,742

Kody Element	Material	Opis	d	λ	R	U_k
			m	W/m·K	m ² ·K/W	W/m ² ·K
15	Drzwi wewnętrzne					
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień cieplny poziomy)			0,13	
	51	Drewno	0,040	0,150	0,27	
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień cieplny poziomy)			0,13	
	Grubość całkowita i U_k		0,040		0,53	1,899
16	Sufit parteru					
	63	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień cieplny w górę)			0,1	
	11	Tynk gipsowy	0,010	0,350	0,03	
	23	Wełna mineralna	0,080	0,042	1,90	
	63	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień cieplny w górę)			0,10	
Grubość całkowita i U_k		0,090		2,13	0,469	
17	Podłoga parteru					
	66	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień cieplny w dół)			0,17	
	2	Beton	0,030	1,750	0,02	
	24	Styropian ekstrudowany	0,060	0,037	1,62	
	2	Beton	0,180	1,750	0,10	
Grubość całkowita i U_k		0,270		2,08	0,480	
20	Okna					
	Grubość całkowita i U_k		–		-	2,100
21	Drzwi zewnętrzne					
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień cieplny poziomy)			0,13	
	51	Drewno	0,060	0,150	0,40	
	62	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień cieplny poziomy)			0,04	
Grubość całkowita i U_k		0,060		0,57	1,754	
32	Zewnętrzna ściana piwnicy (izolowana, stykająca się z gruntem)					
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień cieplny poziomy)			0,13	
	11	Tynk gipsowy	0,010	0,350	0,03	
	21	Styropian	0,040	0,043	0,93	
	1	Lekkie cegły	0,200	0,800	0,25	
	13	Tynk cementowy	0,020	1,150	0,02	
	32	Papa	0,002	0,230	0,01	
	31	Żwir	0,200	0,700	0,29	
Grubość całkowita i U_k		0,472		1,65	0,606	
33	Zewnętrzna ściana piwnicy (izolowana, stykająca się z powietrzem)					
	61	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień cieplny poziomy)			0,13	
	11	Tynk gipsowy	0,010	0,350	0,03	
	21	Styropian	0,040	0,043	0,93	
	1	Lekkie cegły	0,200	0,800	0,25	
	62	Opór przejmowania ciepła po stronie zewnętrznej (strumień cieplny poziomy)			0,04	
Grubość całkowita i U_k		0,250		1,38	0,725	
35	Podłoga piwnicy (izolowana stykająca się z gruntem)					
	66	Opór przejmowania ciepła po stronie wewnętrznej (strumień cieplny w dół)			0,17	
	2	Beton	0,030	1,750	0,02	
	24	Styropian ekstrudowany	0,060	0,037	1,62	
	2	Beton	0,150	1,750	0,09	
	32	Papa	0,002	0,230	0,01	
	31	Żwir	0,200	0,700	0,29	
Grubość całkowita i U_k		0,442		2,19	0,457	

C.3.4 Dane dotyczące mostków cieplnych

W tablicy C.4 wyszczególnione zostały dane dotyczące mostków cieplnych. Mostki cieplne są identyfikowane za pomocą kodu, który jest stosowany jako odniesienie w następnych tablicach strat cieplnych pomieszczeń.

Tablica C.4 – Dane dotyczące mostków cieplnych

Kod	Opis	Ψ
		W/m ² K
01A	Naroże ścian zewnętrznych	0,01
02A	Naroże ścian zewnętrznych przy sąsiednim budynku, strumień cieplny z wewnątrz na zewnątrz	0,01
02B	Naroże ścian zewnętrznych przy sąsiednim budynku, strumień cieplny z wewnątrz do budynku sąsiedniego	0,01
03A	Połączenie ściany wewnętrznej z izolowaną ścianą zewnętrzną	0,195
04A	Połączenie przegrody wewnętrznej z izolowaną ścianą zewnętrzną, strumień cieplny na zewnątrz	0,125
05A	Połączenie przegrody wewnętrznej z izolowaną ścianą zewnętrzną, strumień cieplny na zewnątrz przez maksymalną izolację	0,125
05B	Połączenie przegrody wewnętrznej z izolowaną ścianą zewnętrzną, strumień cieplny na zewnątrz przez minimalną izolację	0,125
11A	Połączenie sufitu parteru ze ścianą oddzielającą budynek sąsiedni, strumień cieplny na poddasze	0,33
11B	Połączenie sufitu parteru ze ścianą oddzielającą budynek sąsiedni, strumień cieplny na poddasze budynku sąsiedniego	0,33
12A	Sufit parteru, strumień cieplny z wewnątrz na zewnątrz	0,33
12B	Sufit parteru, strumień cieplny z wewnątrz na poddasze	0,33
13A	Połączenie sufitu parteru z fasadą wschodnią, strumień cieplny z wewnątrz na zewnątrz	0,33
13B	Połączenie sufitu parteru z fasadą wschodnią, strumień cieplny z wewnątrz na poddasze	0,33
14A	Połączenie ściany wewnętrznej z sufitem parteru, strumień cieplny z wewnątrz na poddasze	0,01
15A	Połączenie przegrody wewnętrznej z sufitem parteru, strumień cieplny z wewnątrz na poddasze	0,01
21A	Połączenie podłogi parteru ze ścianą oddzielającą budynek sąsiedni, strumień cieplny do podziemia	0,325
21B	Połączenie podłogi parteru ze ścianą oddzielającą budynek sąsiedni, strumień cieplny do sąsiedniego budynku	0,325
22A	Połączenie podłogi parteru z nieizolowaną ścianą piwnicy/ podziemia, strumień cieplny do piwnicy/ podziemia	0,325
22B	Połączenie podłogi parteru z nieizolowaną ścianą piwnicy/ podziemia, strumień cieplny na zewnątrz	0,325
23A	Połączenie podłogi parteru z izolowaną ścianą piwnicy, strumień cieplny do piwnicy	0,325
23B	Połączenie podłogi parteru z izolowaną ścianą piwnicy, strumień cieplny na zewnątrz	0,325
24A	Połączenie ściany wewnętrznej z podłogą parteru, strumień cieplny z wnętrza do piwnicy/ podziemia, bezpośrednio	0,24
25A	Połączenie przegrody wewnętrznej i ściany wewnętrznej piwnicy z podłogą parteru, strumień cieplny z wnętrza do piwnicy, bezpośrednio	0,24
28A	Połączenie ściany klatki schodowej ze ścianą piwnicy, strumień cieplny z wnętrza do klatki schodowej	0,04
28C	Połączenie ściany klatki schodowej ze ścianą piwnicy, strumień cieplny z piwnicy do klatki schodowej	0,17
29A	Połączenie ściany klatki schodowej z izolowaną ścianą piwnicy, strumień cieplny z wnętrza do klatki schodowej	0,04

29C	Połączenie ściany klatki schodowej z izolowaną ścianą piwnicy, strumień cieplny z piwnicy do klatki schodowej	0,095
30A	Ściana klatki schodowej (połączenie z końcem podłogi), strumień cieplny z wnętrza do klatki schodowej	0,04
31A	Połączenie przegrody wewnętrznej z podłogą parteru, strumień cieplny z wnętrza do piwnicy	0,04
34A	Naroże przegród wewnętrznych	0,035
35B	Połączenie przegród wewnętrznych, mostek cieplny przez ścianę	0,03
41A	Połączenie zewnętrznych ścian piwnicy, w podziemiu, strumień cieplny z piwnicy na zewnątrz	0,035
41B	Połączenie zewnętrznych ścian piwnicy, w podziemiu, strumień cieplny z piwnicy do podziemia	0,035
42A	Naroże izolowanych ścian zewnętrznych piwnicy, strumień cieplny z piwnicy na zewnątrz	0,01
43A	Naroże nieizolowanych ścian zewnętrznych piwnicy, strumień cieplny z piwnicy na zewnątrz	0,035
47A	Połączenie izolowanej ściany wewnętrznej piwnicy ze ścianą zewnętrzną (izolowaną i nieizolowaną), strumień ciepła z wewnątrz na zewnątrz przez izolowaną ścianę	0,01
47B	Połączenie izolowanej ściany wewnętrznej piwnicy ze ścianą zewnętrzną (izolowaną i nieizolowaną), strumień ciepła z wewnątrz na zewnątrz przez nieizolowaną ścianę	0,03
48A	Połączenie izolowanej ściany wewnętrznej piwnicy z izolowaną ścianą zewnętrzną, strumień ciepła z wewnątrz na zewnątrz przez izolowaną ścianę	0,01
48B	Połączenie izolowanej ściany wewnętrznej piwnicy z izolowaną ścianą zewnętrzną, strumień ciepła z wewnątrz na zewnątrz przez nieizolowaną ścianę	0,13
49A	Połączenie ściany wewnętrznej piwnicy ze ścianą zewnętrzną, strumień cieplny z wewnątrz na zewnątrz	0,03
50A	Połączenie wewnętrznych ścian piwnicy, strumień cieplny przez ścianę	0,03
51A	Połączenie izolowanych ścian wewnętrznych piwnicy, strumień cieplny przez ścianę nieizolowaną	0,03
51B	Połączenie izolowanych ścian wewnętrznych piwnicy, strumień cieplny przez ścianę izolowaną	0,01
61A	Drzwi wejściowe, próg	0,13
61B	Drzwi wejściowe, nadproże	0,12
61C	Drzwi wejściowe, bok	0,12
62A	Okno, podokiennik	0,12
62B	Okno, nadproże	0,12
62C	Okno, bok	0,12
63A	Drzwi balkonowe, próg	0,13
63B	Drzwi balkonowe, nadproże	0,12
63C	Drzwi balkonowe, bok	0,12
64A	Drzwi garażowe, próg	0,13
64B	Drzwi balkonowe, nadproże	0,12
64C	Drzwi balkonowe, bok	0,12
65A	Drzwi wewnętrzne, próg	0,13
65B	Drzwi wewnętrzne, nadproże	0,12
65C	Drzwi wewnętrzne, bok	0,12
66	Bok drzwi na ścianie wewnętrznej	0,54

Dane dotyczące mostków cieplnych zostały obliczone zgodnie z EN ISO 10211-1 z uwzględnieniem, że w EN ISO 10211-1 podano całkowitą wartość współczynnika Ψ_i w odniesieniu do każdego mostka cieplnego. W niniejszej normie przeprowadza się obliczenia metodą pomieszczenie po pomieszczeniu, w związku z czym każdy mostek cieplny (z wyjątkiem mostków cieplnych związanych z osadzeniem drzwi i okien) jest uwzględniany dwa razy w obliczeniach (jednokrotnie w odniesieniu do każdego pomieszczenia po obu stronach mostka cieplnego). W związku z tym całkowite wartości Ψ_i obliczone według EN ISO 10211-1 zostały podzielone na dwa, w celu otrzymania wartości podanych w tablicy C.4. W odniesieniu do mostków cieplnych związanych z drzwiami i oknami podział na dwie części nie był stosowany.

UWAGA: Tablica C.4 jest przykładem bardzo szczegółowych obliczeń mostków cieplnych wykonanym w celu pokazania znaczenia mostków cieplnych w obliczeniach obciążenia cieplnego. Duża wartość mostków cieplnych w budynku wynika z faktu, że zastosowana została wewnętrzna izolacja cieplna, tzn. wiele mostków cieplnych tworzy się automatycznie na skutek przzerwania warstwy izolacji na prawie wszystkich połączeniach ścian.

C.3.5 Straty ciepła pomieszczenia przez przenikanie

Postanowienia ogólne

Niżej podane zostały szczegółowe obliczenia projektowych strat ciepła przez przenikanie w odniesieniu do jednego pomieszczenia, tzn. warsztatu.

Warsztat

Pomieszczenie to jest przykładem pomieszczenia stykającego się z gruntem.

Tablica C.5 – Obliczenia strat ciepła przez przenikanie dla pomieszczenia warsztatu

Straty ciepła bezpośrednio do otoczenia						
Kod	Element budynku	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	e_k –	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K	
33	Ściana zewnętrzna piwnicy (izolowana, stykająca się z powietrzem)	3,56	0,725	1,00	2,58	
20	Okna	1,04	2,100	1,00	2,17	
33	Ściana zewnętrzna piwnicy (izolowana, stykająca się z powietrzem)	1,78	0,725	1,00	1,29	
Suma elementów budynku				$\Sigma_k A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K	6,04	
Kod	Mostek cieplny	Ψ_k W/m·K	l_k m	e_k –	$\Psi_k \cdot l_k \cdot e_k$ W/K	
47A	Połączenie izolowanej ściany wewnętrznej piwnicy ze ścianą zewnętrzną (izolowaną i nieizolowaną), strumień ciepła z wewnątrz na zewnątrz przez izolowaną ścianę	0,01	0,5	1,00	0,005	
42A	Naroże izolowanych ścian zewnętrznych piwnicy, strumień cieplny z piwnicy na zewnątrz	0,01	1,00	1,00	0,010	
48A	Połączenie izolowanej ściany wewnętrznej piwnicy z izolowaną ścianą zewnętrzną, strumień ciepła z wewnątrz na zewnątrz przez izolowaną ścianę	0,01	0,50	1,00	0,005	
62A	Okno, podokiennik	0,12	0,90	1,00	0,108	
62B	Okno, nadproże	0,12	0,90	1,00	0,108	
62C	Okno, bok	0,12	2,30	1,00	0,276	
Suma mostków cieplnych		$\Sigma_k \Psi_k \cdot l_k \cdot e_k$ W/K			0,512	
Współczynnik całkowitych strat ciepła bezpośrednio do otoczenia		$H_{T,ie} = \Sigma_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma_k \Psi_k \cdot l_k \cdot e_k$				6,557
Straty ciepła przez przestrzenie nieogrzewane						
Kod	Element budynku	A_k m ²	U_k W/m ² ·K	b_u –	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K	
13	Izolowana ściana wewnętrzna (ściany warsztatu)	6,87	0,742	0,40	2,01	
15	Drzwi wewnętrzne	1,40	1,899	0,40	1,06	
13	Izolowana ściana wewnętrzna (ściany warsztatu)	7,90	0,742	0,80	4,69	
Suma elementów budynku				$\Sigma_k A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K	7,77	
Kod	Mostek cieplny	Ψ_k W/m·K	l_k m	b_u –	$\Psi_k \cdot l_k \cdot b_u$ W/K	
51B	Połączenie izolowanych ścian wewnętrznych piwnicy, strumień cieplny przez ścianę izolowaną	0,01	2,23	0,80	0,02	
29C	Połączenie ściany klatki schodowej z izolowaną ścianą piwnicy, strumień cieplny z piwnicy do klatki schodowej	0,095	1,77	0,40	0,07	
Suma mostków cieplnych		$\Sigma_k \Psi_k \cdot l_k \cdot b_u$ W/K			0,085	
Współczynnik całkowitych strat ciepła przez przestrzenie nieogrzewane		$H_{T,iue} = \Sigma_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma_k \Psi_k \cdot l_k \cdot b_u$				7,850

Straty ciepła przez grunt							
Obliczenie B'		A_g	P	$B' = 2 \cdot A_g / P$			
		m ²	m	m			
		13,05	7,225	3,6			
Kod	Element budynku	U_k	$U_{equiv,k}$	A_k	$A_k \cdot U_{equiv,k}$		
		W/m ² ·K	W/m ² ·K	m ²	W/K		
32	Ściana zewnętrzna piwnicy (izolowana, stykająca się z gruntem)	0,606	0,40	12,513	5,01		
35	Podłoga piwnicy (stykająca się z gruntem)	0,457	0,25	13,046	3,26		
Suma równoważnych elementów budynku		$\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}$		W/K	8,27		
Współczynniki poprawkowe		f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$		
		—	—	—	—		
		1,450	0,267	1,00	0,387		
Współczynnik całkowitych strat ciepła przez grunt		$H_{t,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$				3,197	
Straty ciepła do przestrzeni o innych temperaturach							
Kod	Element budynku	f_{ij}	A_k	U_k	$f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k$		
		—	m ²	W/m ² ·K	W/K		
—	Żaden	—	—	—	—		
Współczynnik całkowitych strat ciepła przez przestrzeń o innych temperaturach		$H_{T,ij} = \sum_k f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k$				0,000	
Suma współczynników strat ciepła		$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}$				W/K	17,60
Dane temperaturowe							
Projektowa temperatura zewnętrzna			θ_e	°C	−10		
Projektowa temperatura wewnętrzna			$\theta_{int,i}$	°C	20		
Projektowa różnica temperatury			$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	30		
Projektowe straty ciepła przez przenikanie		$\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$				W	528

C.3.6 Wentylacyjne straty ciepła pomieszczeń

Postanowienia ogólne

Niżej podane zostały szczegółowe obliczenia projektowych wentylacyjnych strat ciepła każdego pomieszczenia. Obliczenia zostały wykonane w odniesieniu do trzech typowych przypadków wentylacji.

Wentylacja naturalna (otwieranie okien)

Przyjmuje się, że nie ma żadnej instalacji wentylacyjnej. Stopień szczelności budynku jest średni (normalne uszczelnienie) oraz założono, że współczynnik osłonięcia jest umiarkowany.

Tablica C.6 – Obliczenia wentylacyjnych strat ciepła, wyłącznie wentylacja naturalna

Nazwa pomieszczenia				Warsztat	Pokój dzienny	Kuchnia	Sypialnia 1	Sypialnia 2	Sypialnia 3	Łazienka	Hol wejściowy	Przedpokój	WC	Suma
Wewnętrzna kubatura pomieszczenia		V_i	m ³	29,0	92,3	23,8	27,3	25,6	26,3	11,5	19,6	13,3	4,1	273
Temperatura zewnętrzna		θ_e	°C	– 10,0										
Temperatura wewnętrzna		$\theta_{int,i}$	°C	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	24,0	20,0	20,0	20,0	
Minimalne potrzeby higieniczne	Minimalna krotność wymiany powietrza ze względów higienicznych	$n_{min,i}$	h ⁻¹	0,5	0,5	1,5	0,5	0,5	0,5	1,5	0,5	0,5	1,5	
	Minimalny strumień powietrza ze względów higienicznych	$V_{min,i}$	m ³ /h	14,5	46,1	35,7	13,7	12,8	13,1	17,3	9,8	6,7	6,2	
Strumień objętości powietrza infiltrującego	Nieosłonięte otwory	–	–	1	2	1	1	1	2	1	1	0	0	
	Krotność wymiany powietrza przy 50 Pa	n_{50}	h ⁻¹	6,0										
	Współczynnik osłonięcia	e	–	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,00	0,00	
	Współczynnik poprawkowy ze względu na wysokość	ε	–	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
	Strumień objętości powietrza infiltrującego $V_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e \cdot \varepsilon$	$V_{inf,i}$	m ³ /h	7,0	33,2	5,7	6,6	6,1	9,5	2,8	4,7	0,0	0,0	
Obliczenia wentylacyjnych strat ciepła	Wartość wybrana do obliczeń $V_i = \max(V_{inf,i}, V_{min,i})$	V_i	m ³ /h	14,5	46,1	37,5	13,7	12,8	13,1	17,3	9,8	6,7	6,2	
	Współczynnik projektowej wentylacyjnej straty ciepła	$H_{V,i}$	W/K	4,9	15,7	12,1	4,6	4,4	4,5	5,9	3,3	2,3	2,1	
	Różnica temperatury	$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	34,0	30,0	30,0	30,0	
	Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$	$\Phi_{V,i}$	W	148	470	364	139	131	134	199	100	68	63	1817

Wentylacja wymuszona z wymiennikiem ciepła

Zakłada się zastosowanie instalacji wentylacyjnej zrównoważonej z wymiennikiem ciepła. Strumienie powietrza usuwanego i dostarczanego są określone przez projektanta instalacji wentylacyjnej. Instalacja jest zrównoważona, co oznacza, że całkowity strumień powietrza usuwanego jest równy całkowitemu strumieniowi powietrza dostarczanego.

Zakłada się, że w warunkach projektowych temperatura dostarczanego powietrza jest równa 12 °C. Zwraca się uwagę na wpływ powietrza nawiewanego do łazienki o temperaturze 20 °C, które należy ogrzać do 24 °C.

Tablica C.7 – Obliczenia wentylacyjnych strat ciepła w przypadku instalacji wentylacyjnej zrównoważonej z wymiennikiem ciepła

Nazwa pomieszczenia				Warsztat	Pokój dzienny	Kuchnia	Sypialnia 1	Sypialnia 2	Sypialnia 3	Łazienka	Hol wejściowy	Przedpokój	WC	Suma
Wewnętrzna kubatura pomieszczenia		V_i	m³	29,0	92,3	23,8	27,3	25,6	26,3	11,5	19,6	13,3	4,1	273
Temperatura zewnętrzna		θ_e	°C	– 10,0										
Temperatura wewnętrzna		$\theta_{int,i}$	°C	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	24,0	20,0	20,0	20,0	
Różnica temperatury		$\theta_{int,i}-\theta_e$	°C	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	34,0	30,0	30,0	30,0	
Strumień objętości powietrza infiltrującego	Nieosłonięte otwory	–	–	1	2	1	1	1	2	1	1	0	0	
	Krotność wymiany powietrza przy 50 Pa	n_{50}	h ⁻¹	6,0										
	Współczynnik osłonięcia	e	–	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,00	0,00	
	Współczynnik poprawkowy ze względu na wysokość	ε	–	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
	Strumień objętości powietrza infiltrującego $V_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e \cdot \varepsilon$		$V_{inf,i}$	m³/h	7,0	33,2	5,7	6,6	6,1	9,5	2,8	4,7	0,0	0,0
Strumienie objętości powietrza wentylacyjnego, temperatury i współczynniki korekcyjne	Powietrze usuwane	$V_{ex,i}$	m³/h	0	0	120	0	0	0	30	0	0	30	180
	Powietrze nawiewane	$V_{su,i}$	m³/h	20	50	0	30	30	30	0	10	10	0	180
	Temperatura powietrza nawiewanego	θ_{su}	°C	12										
	Współczynnik redukcyjny	$f_{v,i}$	–	0,27	0,27	–	0,27	0,27	0,27	–	0,27	0,27	–	
	Powietrze dopływające z sąsiednich pomieszczeń	$V_{ex,i}-V_{su,i}$	m³/h	–	–	120	–	–	–	30	–	–	30	
	Współczynnik redukcyjny	$f_{v,i}$	–	–	–	0	–	–	–	0,12	–	–	0	
	Nadmiar powietrza usuwanego w całym budynku $V_{mech,inf} = \sum V_{ex,i} - \sum V_{su,i}$	$V_{mech,inf}$	m³/h	0,0										
	Nadmiar usuwanego powietrza w kolejnych pomieszczeniach	$V_{mech,inf,i}$	m³/h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Obliczenia wentylacyjnych strat ciepła	Całkowity skorygowany strumień powietrza $V_i = V_{infj} + V_{suj} \cdot f_{vj} + V_{mechinfj}$	V_i	m³/h	12,3	46,5	5,7	14,6	14,1	17,5	6,3	7,4	2,7	0,0	
	Współczynnik projektowej wentylacyjnej straty ciepła	$H_{V,i}$	W/K	4,2	15,8	1,9	5,0	4,8	5,9	2,1	2,5	0,9	0,0	
	Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$	$\Phi_{V,i}$	W	125	475	58	149	144	178	73	75	27	0	1304

Wentylacja mechaniczna wywiewna

Zakłada się, że istnieje prosta instalacja wentylacji mechanicznej wywiewnej, polegająca na usuwaniu powietrza z trzech pomieszczeń. Powietrze swobodnie dopływa do budynku i jako pierwsze przybliżenie przyjęto jego rozdział proporcjonalnie do kubatury pomieszczeń.

W łazience powietrze dopływające z sąsiednich pomieszczeń (o temperaturze 20°) jest równe strumieniowi powietrza usuwanego zmniejszonego o część nadmiaru powietrza usuwanego pochodzącego ze strumienia doprowadzanego ($V_{\text{mech,inf,i}}$ przy temperaturze -10°C) do łazienki.

Tablica C.8 – Obliczenia wentylacyjnych strat ciepła, mechaniczna instalacja wywiewna

Nazwa pomieszczenia				Warsztat	Pokój dzienny	Kuchnia	Sypialnia 1	Sypialnia 2	Sypialnia 3	Łazienka	Hol wejściowy	Przedpokój	WC	Suma
Wewnętrzna kubatura pomieszczenia		V_i	m³	29,0	92,3	23,8	27,3	25,6	26,3	11,5	19,6	13,3	4,1	273
Temperatura zewnętrzna		θ_e	°C	– 10,0										
Temperatura wewnętrzna		$\theta_{int,i}$	°C	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	24,0	20,0	20,0	20,0	
Różnica temperatury		$\theta_{int,i}-\theta_e$	°C	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	34,0	30,0	30,0	30,0	
Strumień objętości powietrza infiltrującego	Nieosłonięte otwory	–	–	1	2	1	1	1	2	1	1	0	0	
	Krotność wymiany powietrza przy 50 Pa	n_{50}	h ⁻¹	6,0										
	Współczynnik osłonięcia	e	–	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,00	0,00	
	Współczynnik poprawkowy ze względu na wysokość	ε	–	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
	Strumień objętości powietrza infiltrującego $V_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e \cdot \varepsilon$		$V_{inf,i}$	m³/h	7,0	33,2	5,7	6,6	6,1	9,5	2,8	4,7	0,0	0,0
Strumienie objętości powietrza wentylacyjnego, temperatury i współczynniki korekcyjne	Usuwane powietrze	$V_{ex,i}$	m³/h	0	0	120	0	0	0	30	0	0	30	180
	Nawiewane powietrze	$V_{su,i}$	m³/h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Temperatura powietrza nawiewanego	θ_{su}	°C	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	Współczynnik redukcyjny	$f_{V,i}$	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	Powietrze dopływające z sąsiednich pomieszczeń	$V_{ex,i}-V_{su,i}$	m³/h	–	–	104	–	–	–	22	–	–	27	
	Współczynnik redukcyjny	$f_{V,i}$	–	–	–	0	–	–	–	0,12	–	–	0	
	Nadmiar usuwanego powietrza w całym budynku $V_{mech,inf} = \Sigma V_{ex,i} - \Sigma V_{su,i}$	$V_{mech,inf}$	m³/h	180,0										
Nadmiar usuwanego powietrza w kolejnych pomieszczeniach	$V_{mech,inf,i}$	m³/h	19	61	16	18	17	17	8	13	9	3	180	
Obliczenia wentylacyjnych strat ciepła	Całkowity skorygowany strumień powietrza $V_i = V_{int,i} + V_{suj} \cdot f_{v,j} + V_{mech,infj}$	V_i	m³/h	26,1	94,1	21,4	24,6	23,0	26,8	13,0	17,7	8,8	2,7	
	Współczynnik projektowej wentylacyjnej straty ciepła	$H_{V,i}$	W/K	8,9	32,0	7,3	8,4	7,8	9,1	4,4	6,0	3,0	0,9	
	Projektowa wentylacyjna strata ciepła $\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$	$\Phi_{V,i}$	W	266	959	218	251	235	273	150	180	90	28	2651

C.3.7 Nadwyżka mocy cieplnej

Niżej podano szczegółowe informacje dotyczące obliczeń nadwyżki mocy cieplnej w odniesieniu do wszystkich pomieszczeń.

W tym przykładzie:

- masa budynku jest duża;
- temperatura wewnętrzna spada podczas osłabienia o 3 K;
- czas podgrzewu jest równy 4 h.

Tablica C.9 – Obliczenia nadwyżki mocy cieplnej

Nazwa pomieszczenia	Współczynnik podgrzewu	Powierzchnia podłogi	Nadwyżka mocy cieplnej
	f_{RH}	A_i	$\Phi_{RH,i} = f_{RH} \cdot A_i$
	W/m ²	m ²	W
Warsztat	13	13,0	169,6
Pokój dzienny		36,9	479,7
Kuchnia		9,5	123,7
Sypialnia 1		10,9	142,2
Sypialnia 2		10,2	133,1
Sypialnia 3		10,5	136,5
Łazienka		4,6	59,8
Hol wejściowy		7,9	102,1
Przedpokój		5,3	69,3
WC		1,7	21,5

C.3.8 Całkowite obciążenie cieplne

Postanowienia ogólne

Niżej podano całkowite projektowe obciążenie cieplne w odniesieniu do każdego pomieszczenia i całego budynku.

Obliczenia zostały przeprowadzone w odniesieniu do trzech typowych przypadków wentylacji wcześniej omówionych. Straty ciepła przez przenikanie są takie same we wszystkich trzech przypadkach.

W niniejszych obliczeniach całkowite obciążenie cieplne budynku jest równe sumie całkowitego obciążenia cieplnego wszystkich pomieszczeń, ponieważ występuje tylko jedna strefa.

Wentylacja naturalna (otwieranie okien)

Przyjmuje się, że nie zastosowano żadnej instalacji wentylacyjnej.

Tablica C.10 – Obliczenia całkowitego obciążenia cieplnego, wyłącznie wentylacja naturalna

Nazwa pomieszczenia	Straty ciepła przez przenikanie	Wentylacyjne straty ciepła	Nadwyżka mocy cieplnej	Całkowite obciążenie cieplne
	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{V,i}$	$\Phi_{RH,i}$	$\Phi_{HL,i}$
	W	W	W	W
Warsztat	528	148	170	846
Pokój dzienny	2169	470	480	3119
Kuchnia	515	364	124	1003
Sypialnia 1	514	139	142	796
Sypialnia 2	801	131	133	1064
Sypialnia 3	998	134	137	1268
Łazienka	472	199	60	731
Hol wejściowy	451	100	102	654
Przedpokój	199	68	69	337
WC	4	63	21	88
Razem	6650	1817	1437	9905

Wentylacja wymuszona z wymiennikiem ciepła

Tablica C.11 – Obliczenia całkowitego obciążenia cieplnego, instalacja wentylacyjna zrównoważona z wymiennikiem ciepła

Nazwa pomieszczenia	Straty ciepła przez przenikanie	Wentylacyjne straty ciepła	Nadwyżka mocy cieplnej	Całkowite obciążenie cieplne
	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{V,i}$	$\Phi_{RH,i}$	$\Phi_{HL,i}$
	W	W	W	W
Warsztat	528	125	170	823
Pokój dzienny	2169	475	480	3123
Kuchnia	515	58	124	697
Sypialnia 1	514	149	142	805
Sypialnia 2	801	144	133	1078
Sypialnia 3	998	178	137	1312
Łazienka	472	73	60	604
Hol wejściowy	451	75	102	629
Przedpokój	199	27	69	296
WC	4	0	21	25
Razem	6650	1304	1437	9392

Wymuszony wywiew powietrza

Tablica C.12 – Obliczenia całkowitego obciążenia cieplnego, mechaniczna instalacja wywiewna

Nazwa pomieszczenia	Straty ciepła przez przenikanie	Wentylacyjne straty ciepła	Nadwyżka mocy cieplnej	Całkowite obciążenie cieplne
	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{V,i}$	$\Phi_{RH,i}$	$\Phi_{HL,i}$
	W	W	W	W
Warsztat	528	266	170	964
Pokój dzienny	2169	959	480	3608
Kuchnia	515	218	124	857
Sypialnia 1	514	251	142	907
Sypialnia 2	801	235	133	1169
Sypialnia 3	998	273	137	1407
Łazienka	472	150	60	681
Hol wejściowy	451	180	102	734
Przedpokój	199	90	69	358
WC	4	28	21	53
Razem	6650	2651	1437	10738

C.3.9 Uproszczona metoda obliczania obciążenia cieplnego pomieszczenia

Postanowienia ogólne

Niżej podano w sposób szczegółowy obliczenia projektowego obciążenia cieplnego pojedynczego pomieszczenia tzn. warsztatu, wykonane metodą uproszczoną.

Warsztat

Pomieszczenie to jest przykładem pomieszczenia stykającego się z gruntem.

Tablica C.13 – Uprozczone obliczenia obciążenia cieplnego dla pomieszczenia warsztatu

Dane temperaturowe						
Projektowa temperatura zewnętrzna		θ_e	°C	-10,0		
Projektowa temperatura wewnętrzna		$\theta_{int,i}$	°C	20,0		
Projektowa różnica temperatury		$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	30,0		
Straty ciepła przez przenikanie						
Kod	Element budynku	f_k	A_k	U_k	$f_k \cdot A_k \cdot U_k$	
		–	m ²	W/m ² ·K	W/K	
33	Ściana zewnętrzna piwnicy (izolowana, stykająca się z powietrzem)	1,40	4,75	0,73	4,82	
20	Okna	1,00	1,04	2,10	2,17	
33	Ściana zewnętrzna piwnicy (izolowana, stykająca się z powietrzem)	1,40	2,93	0,73	2,97	
13	Izolowana ściana wewnętrzna (ściany warsztatu)	1,12	8,39	0,74	6,98	
15	Drzwi wewnętrzne	1,12	1,40	1,90	2,98	
13	Izolowana ściana wewnętrzna (ściany warsztatu)	1,12	9,48	0,74	7,88	
35	Podłoga piwnicy (stykająca się z gruntem)	0,42	14,92	0,46	2,86	
32	Ściana zewnętrzna piwnicy (stykająca się z gruntem)	0,42	10,57	0,61	2,69	
Całkowity współczynnik strat ciepła przez przenikanie				$H_{T,i} = \sum_k f_k \cdot A_k \cdot U_k$	W/K	33,35
Całkowite straty ciepła przez przenikanie			$\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$		W	1000
Wentylacyjne straty ciepła						
Wewnętrzna kubatura		V_i	m ³	29,0		
Minimalna krotność wymiany powietrza		n_{min}	h ⁻¹	0,5		
Całkowity współczynnik wentylacyjnych strat ciepła				$H_{V,i} = 0,34 \cdot V_i \cdot n_{min}$	W/K	4,93
Całkowite wentylacyjne straty ciepła			$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$		W	148
Całkowite straty ciepła przez przenikanie i wentylację			$\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}$		W	1149
Współczynnik poprawkowy ze względu na podwyższenie temperatury		$f_{\Delta\theta}$	–	1,0		
Projektowe straty ciepła przez przenikanie i projektowe wentylacyjne straty ciepła			$\Phi_i = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) \cdot f_{\Delta\theta}$		W	1149
Nadwyżka mocy cieplnej						
Powierzchnia podłogi		A_i	m ²	13,0		
Współczynnik dogrzewania		f_{RH}	W/m ²	13,0		
Całkowita nadwyżka mocy cieplnej			$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH}$		W	170
Całkowite projektowe obciążenie cieplne			$\Phi_{HL,i} = \Phi_i + \Phi_{RH,i}$		W	1318

C.3.10 Całkowite obciążenie cieplne obliczone metodą uproszczoną

Niżej podano całkowite obciążenie cieplne w odniesieniu do każdego pomieszczenia i całego budynku.

Tablica C.14 - Uprozczone obliczenia całkowitego obciążenia cieplnego budynku

Nazwa pomieszczenia	Straty ciepła przez przenikanie	Wentylacyjne straty ciepła	Współczynnik podwyższenia temperatury	Nadwyżka mocy cieplnej	Całkowite obciążenie cieplne
	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{V,i}$	$f_{\Delta\theta}$	$\Phi_{RH,i}$	$\Phi_{HL,i}$
	W	W	–	W	W
Warsztat	1000	148	1,0	170	1318
Pokój dzienny	2196	470	1,0	480	3146
Kuchnia	503	364	1,0	124	991
Sypialnia 1	533	139	1,0	142	815
Sypialnia 2	1091	131	1,0	133	1355
Sypialnia 3	1332	134	1,0	137	1602
Łazienka	329	199	1,6	60	905
Hol wejściowy	454	100	1,0	102	656
Przedpokój	411	68	1,0	69	548
WC	56	63	1,0	21	140
Razem	7905	1817	–	1437	11476

Załącznik D (normatywny)

Wartości orientacyjne do obliczeń w rozdziałach od 6 do 9

W niniejszym załączniku podano normatywne dane wejściowe i wartości stosowane w obliczeniach projektowego obciążenia cieplnego omówionego w rozdziałach od 6 do 9. Wartości i parametry podane w tablicach w załączniku D powinny być określone w załączniku krajowym do niniejszej normy. W przypadku braku załącznika krajowego powinny być stosowane wartości orientacyjne podane w niniejszym załączniku D. Załącznik krajowy powinien być opracowany przez właściwą krajową organizację normalizacyjną. Załącznik krajowy powinien mieć taką samą strukturę jak niniejszy załącznik D, ale dopuszcza się dodanie lub usunięcie pewnych przypadków w tablicach.

UWAGA Rozdziały wskazane w nawiasach odnoszą się do rozdziałów w głównej części niniejszej normy.

D.1 Dane klimatyczne (patrz 6.1)

Projektowa temperatura zewnętrzna, θ_e , oraz roczna średnia temperatura zewnętrzna, $\theta_{m,e}$, powinny być podane na podstawie danych krajowych w formie podanej w tablicy D.1 w odniesieniu do różnych stref geograficznych.

Tablica D.1 – Projektowa temperatura zewnętrzna i średnia roczna temperatura zewnętrzna

Strefa geograficzna	θ_e °C	$\theta_{m,e}$ °C

D.2 Projektowe temperatury wewnętrzne (patrz 6.2)

Wartości orientacyjne projektowej temperatury wewnętrznej, $\theta_{int,i}$, zostały podane w tablicy D.2 w odniesieniu do różnych rodzajów pomieszczeń budynku.

Tablica D.2 – Projektowa temperatura wewnętrzna

Typ budynku/przestrzeni	$\theta_{int,i}$ °C
Pojedyncze biuro	20
Rozległe biuro	20
Sala konferencyjna	20
Audytorium	20
Kawiarnia/Restauracja	20
Sala lekcyjna	20
Żłobek	20
Sklep	16
Budynek mieszkalny	20
Łazienka	24
Kościół	15
Muzeum/Galeria	16

D.3 Dane budynku (patrz 6.3)

Wybór wymiarów budynku stosowanych w obliczeniach powinien być dokonany na podstawie przepisów krajowych. W przypadku braku załącznika krajowego, w obliczeniach powinny być stosowane wymiary zewnętrzne (patrz rozdział 9, rysunek 7).

D.4 Projektowe straty ciepła przez przenikanie**D.4.1 Straty ciepła bezpośrednio na zewnątrz – $H_{T,ie}$ (patrz 7.1.1)**

Współczynniki poprawkowe ze względu na usytuowanie, e_k i e_l :

Orientacyjna wartość współczynników e_k i e_l jest równa 1,0.

Liniowy współczynnik przenikania ciepła – współczynnik poprawkowy ΔU_{tb} :

Orientacyjne wartości poprawkowego współczynnika ΔU_{tb} podano w tablicach od D.3a do D.3c.

Tablica D.3a – Współczynnik poprawkowy, ΔU_{tb} , dotyczący pionowych elementów budynku

Liczba stropów przecinających izolację ^a	liczba przecinanych ścian ^a	ΔU_{tb} dotyczący pionowych elementów budynku W/m ² ·K	
		kubatura przestrzeni ≤100 m ³	kubatura przestrzeni >100 m ³
0	0	0,05	0
	1	0,10	0
	2	0,15	0,05
1	0	0,20	0,10
	1	0,25	0,15
	2	0,30	0,20
2	0	0,25	0,15
	1	0,30	0,20
	2	0,35	0,25

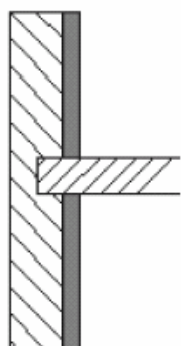
^a patrz rysunek D.1

Tablica D.3b – Współczynnik poprawkowy, ΔU_{tb} , dotyczący poziomych elementów budynku

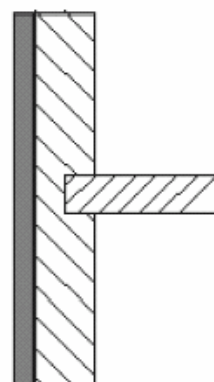
Element budynku			ΔU_{tb} dotyczący poziomych elementów budynku W/m ² ·K
Lekka podłoga (drewno, metal itd.)			0
Ciężka podłoga (beton, itd.)	Liczba boków będących w kontakcie ze środowiskiem zewnętrznym	1	0,05
		2	0,10
		3	0,15
		4	0,20

Tablica D.3d – Współczynnik poprawkowy, ΔU_{tb} , dotyczący otworów

Powierzchnia elementu budynku	ΔU_{tb} dotyczący otworów $W/m^2 \cdot K$
0 – 2 m ²	0,50
>2 – 4 m ²	0,40
>4 – 9 m ²	0,30
>9 – 20 m ²	0,20
>20 m ²	0,10



„przecinający” element budynku



„nieprzecinający” element budynku

Rysunek D.1 – Opis „przecinającego” i „nieprzecinającego” elementu budynku

D.4.2 Straty ciepła przez przestrzeń nieogrzewaną – $H_{T,ue}$ (patrz 7.1.2)

Wartości orientacyjne współczynnika zmniejszenia temperatury, b_u , zostały podane w tablicy D.4.

Tablica D.4 – Współczynnik zmniejszenia temperatury, b_u

Przestrzeń nieogrzewaną	b_u
Pomieszczenie	
tylko z 1 ścianą zewnętrzną	0,4
przynajmniej z 2 ścianami zewnętrznymi bez drzwi zewnętrznych	0,5
przynajmniej z 2 ścianami zewnętrznymi z drzwiami zewnętrznymi (np. hale, garaże)	0,6
z 3 ścianami zewnętrznymi (np. zewnętrzna klatka schodowa)	0,8
Podziemie	
bez okien/drzwi zewnętrznych	0,5
z oknami/drzwiami zewnętrznymi	0,8
Poddasze	
przestrzeń poddasza silnie wentylowana (np. pokrycie dachu z dachówek lub innych materiałów tworzących pokrycie nieciągłe) bez deskowania pokrytego papą lub płyt łączonych brzegami	1,0
inne nieizolowane dachy	0,9
izolowany dach	0,7
Wewnętrzne przestrzenie komunikacyjne	
(bez ścian zewnętrznych, krotność wymiany powietrza mniejsza niż $0,5 \text{ h}^{-1}$)	0
Swobodnie wentylowane przestrzenie komunikacyjne	
(powierzchnia otworów/kubatura przestrzeni $> 0,005 \text{ m}^2/\text{m}^3$)	1,0
Przestrzeń podpodłogowa	
(podłoga nad przestrzenią podpodłogową)	0,8

Pomieszczenie może być uważane za usytuowane w podziemiu, jeśli więcej niż 70 % powierzchni ścian zewnętrznych styka się z gruntem.

D.4.3 Straty ciepła przez grunt – $H_{T,ig}$ (patrz 7.1.3)

Wartości orientacyjne współczynników poprawkowych f_{g1} i G_w są równe:

$$f_{g1} = 1,45$$

$$G_w = 1,00, \text{ jeśli odległość między założonym poziomem wody gruntowej i płytą podłogi jest większa niż } 1 \text{ m};$$

$$= 1,15, \text{ jeśli odległość między założonym poziomem wody gruntowej i płytą podłogi jest mniejsza niż } 1 \text{ m}.$$

D.4.4 Straty ciepła między przestrzeniami ogrzewanymi do różnych temperatur – $H_{T,ij}$ (patrz 7.1.4)

Wartości orientacyjne temperatury przyległych przestrzeni ogrzewanych podano w tablicy D.5.

Tablica D.5 – Temperatura przyległych przestrzeni ogrzewanych

Ciepło przekazywane z przestrzeni ogrzewanej (i) do:	$\theta_{\text{przyległej przestrzeni}}$ °C
sąsiednie pomieszczenie w tej samej jednostce budynku	$\theta_{\text{przyległej przestrzeni}}$ powinna być określona: – np. dla łazienki, magazynu – np. wpływ pionowego gradientu
sąsiednie pomieszczenie należy do innej jednostki budynku (np. mieszkanie)	$\frac{\theta_{\text{int},i} + \theta_{\text{m,e}}}{2}$
sąsiednie pomieszczenie należące do oddzielnego budynku (ogrzewanego lub nieogrzewanego)	$\theta_{\text{m,e}}$

$\theta_{\text{m,e}}$ roczna średnia temperatura zewnętrzna.

D.5 Projektowe wentylacyjne straty ciepła – $H_{V,i}$ **D.5.1 Minimalna krotność wymiany powietrza – n_{min} (patrz 7.2.1 i 9.1.3)**

Wartości orientacyjne minimalnej krotności wymiany powietrza, n_{min} , podano w tablicy D.6.

Tablica D.6 – Minimalna krotność wymiany powietrza zewnętrznego, n_{min}

Typ pomieszczenia	n_{min} h^{-1}
Pomieszczenie mieszkalne (orientacyjnie)	0,5
Kuchnia lub łazienka z oknem	1,5
Pokój biurowy	1,0
Sala konferencyjna, sala lekcyjna	2,0

D.5.2 Krotność wymiany powietrza – n_{50} (patrz 7.2.2)

Wartości orientacyjne krotności wymiany powietrza, n_{50} , dotycząca całego budynku wynikające z różnicy ciśnienia między wnętrzem a otoczeniem równej 50 Pa podano w tablicy D.7.

Tablica D.7 – Krotność wymiany powietrza dotycząca całego budynku, n_{50}

Konstrukcja	n_{50} h^{-1}		
	Stopień szczelności obudowy budynku (jakość uszczelek okiennych)		
	wysoki (wysoka jakość uszczelek w oknach i drzwiach)	średni (okna z podwójnym oszkleniem, uszczelki standardowe)	niski (pojedynczo oszkłone okna, bez uszczelek)
domy jednorodzinne	< 4	4 – 10	> 10
inne mieszkania lub budynki	< 2	2 – 5	> 5

Krotność wymiany powietrza w odniesieniu do całego budynku może być wyrażona dla innej różnicy ciśnienia niż 50 Pa, ale te wyniki powinny być przeliczone, aby można je było wykorzystać w równaniu 17 w 7.2.2.

D.5.3 Współczynnik osłonięcia – e (patrz 7.2.2)

Orientacyjne wartości współczynnika osłonięcia, e , podano w tablicy D.8.

Tablica D.8 – Współczynnik osłonięcia, e

Klasy osłonięcia	e		
	Przestrzeń ogrzewana bez odsłoniętych otworów	Przestrzeń ogrzewana z jednym odsłoniętym otworem	Przestrzeń ogrzewana z więcej niż jednym odsłoniętym otworem
Brak osłonięcia (budynek w wietrznej przestrzeni, wysokie budynki w centrach miast)	0	0,03	0,05
Średnie osłonięcie (budynki na prowincji z drzewami lub innymi budynkami wokół nich, przedmieścia)	0	0,02	0,03
Dobrze osłonięte (budynki średniowysokie w centrach miast, budynki w lasach)	0	0,01	0,02

D.5.4 Współczynnik poprawkowy ze względu na wysokość – ε (patrz 7.2.2)

Wartości orientacyjne współczynnika poprawkowego ze względu na wysokość, ε , podano w tablicy D.9.

Tablica D.9 – Współczynnik poprawkowy ze względu na wysokość, ε

Wysokość przestrzeni ogrzewanej ponad poziomem terenu (wysokość środka pomieszczenia ponad poziomem terenu)	ε
0 – 10 m	1,0
>10 – 30 m	1,2
>30 m	1,5

D.6 Przestrzenie ogrzewane z przerwami i osłabieniem (patrz 7.3 i 9.2.2)

Wartości orientacyjne współczynnika nagrzewania, f_{HR} , podano w tablicach D.10a i D.10b. Przedstawione wartości odnoszą się do wymiarów wewnętrznych powierzchni podłogi i mogą być stosowane w odniesieniu do pomieszczeń ze średnią wysokością nie przekraczającą 3,5 m.

Efektywna masa budynku została sklasyfikowana w trzech następujących kategoriach:

- duża masa budynku (betonowe podłogi i sufity połączone ze ścianami z cegły lub betonu);
- średnia masa budynku (betonowe podłogi i sufity oraz lekkie ściany);
- lekka masa budynku (podwieszane sufity i podniesione podłogi oraz lekkie ściany).

Tablica D.10a – Współczynnik nagrzewania, f_{RH} , w budynkach niemieszkalnych, osłabienie nocne maksimum przez 12 h

Czas nagrzewania godz.	f_{RH} W/m ²								
	Zakładane obniżenie temperatury wewnętrznej podczas osłabienia ^a								
	2 K			3 K			4 K		
	masa budynku			masa budynku			masa budynku		
	niska	średnia	duża	niska	średnia	duża	niska	średnia	duża
1	18	23	25	27	30	27	36	27	31
2	9	16	22	18	20	23	22	24	25
3	6	13	18	11	16	18	18	18	18
4	4	11	16	6	13	16	11	16	16

^a W dobrze izolowanych szczelnych budynkach, zakładanie spadku temperatury wewnętrznej podczas osłabienia o więcej niż 2 do 3 K jest mało prawdopodobne. Będzie ono zależało od warunków klimatycznych i masy cieplnej budynku.

Tablica D.10b – Współczynnik nagrzewania, f_{RH} , w budynkach mieszkalnych, osłabienie nocne maksimum przez 8 h

Czas nagrzewania godz.	f_{RH} W/m ²		
	Zakładane obniżenie temperatury wewnętrznej podczas osłabienia ^a		
	1 K	2 K	3 K
	masa budynku duża	masa budynku duża	masa budynku duża
1	11	22	45
2	6	11	22
3	4	9	16
4	2	7	13

^a W dobrze izolowanych szczelnych budynkach, zakładanie spadku temperatury wewnętrznej podczas osłabienia o więcej niż 2 do 3 K jest mało prawdopodobne. Będzie ono zależało od warunków klimatycznych i masy cieplnej budynku.

D.7 Uproszczona metoda obliczeniowa (patrz 9)**D.7.1 Ograniczenia stosowania**

Ograniczenia stosowania uproszczonych obliczeń podane w rozdziale 9 powinny być określone w załączniku krajowym do niniejszej normy. W przypadku braku danych krajowych, metoda uproszczona może być stosowana w odniesieniu do budynków mieszkalnych, w których krotność wymiany powietrza przy różnicy ciśnienia między wnętrzem a otoczeniem budynku równej 50 Pa, n_{50} , jest niższa niż 3 h^{-1} .

D.7.2 Współczynnik poprawkowy temperatury – f_k (patrz 9.1.2)

Wartości orientacyjne współczynnika poprawkowego temperatury, f_k , podano w tablicy D.11.

**Tablica D.11 – Współczynnik poprawkowy temperatury, f_k ,
do uproszczonej metody obliczeniowej**

Straty ciepła:	f_k	Komentarze
bezpośrednio na zewnątrz	1,00	jeżeli mostki cieplne są zaizolowane
	1,40	jeżeli mostki cieplne nie są zaizolowane
	1,00	dla okien, drzwi
przez przestrzeń nieogrzewaną	0,80	jeżeli mostki cieplne są zaizolowane
	1,00	jeżeli mostki cieplne nie są zaizolowane
przez grunt	0,3	jeżeli mostki cieplne są zaizolowane
	0,42	jeżeli mostki cieplne nie są zaizolowane
przez poddasze	0,90	jeżeli mostki cieplne są zaizolowane
	1,26	jeżeli mostki cieplne nie są zaizolowane
przez przestrzeń podpodłogową	0,92	jeżeli mostki cieplne są zaizolowane
	1,26	jeżeli mostki cieplne nie są zaizolowane
do przylegającego budynku	0,50	jeżeli mostki cieplne są zaizolowane
	0,70	jeżeli mostki cieplne nie są zaizolowane
do przylegającej jednostki budynku	0,30	jeżeli mostki cieplne są zaizolowane
	0,42	jeżeli mostki cieplne nie są zaizolowane

D.7.3 Poprawkowy współczynnik temperaturowy – $f_{\Delta\theta}$ (patrz 9.1.1)

Wartości orientacyjne poprawkowego współczynnika temperaturowego, $f_{\Delta\theta}$, w odniesieniu do pomieszczeń ogrzewanych do temperatury wyższej niż przyległe pomieszczenia ogrzewane, np. łazienka, podano w tablicy D.12.

Tablica D.12 – Poprawkowy współczynnik temperaturowy, $f_{\Delta\theta}$

Wewnętrzna projektowa temperatura pomieszczenia	$f_{\Delta\theta}$
normalna	1,0
podwyższona	1,6

Bibliografia

CR 1752, *Ventilation for buildings – Design criteria for the indoor environment*.

prEN 13465, *Ventilation for buildings - Calculation methods for the determination of air flow rates in dwellings*.

EN ISO 7730, *Moderate thermal environments - Determination of the PMV and PPD indices and specifications of the conditions for thermal comfort*.

EN ISO 13789, *Thermal performance of buildings - Transmission heat loss coefficient - Calculation method (ISO 13789:1999)*.

prEN ISO 13790, *Thermal performance of buildings - Calculation of energy use for heating (ISO/DIS 13790:1999)*.

prEN ISO 15927-5, *Hygrothermal performance of buildings - Calculation and presentation of climatic data - Part 5: Winter external design air temperatures and related wind data (ISO/DIS 15927-5:2002)*.