

EKSPERTYZA TECHNICZNO-BUDOWLANA

BUDYNKU AKADEMII ZAMOJSKIEJ

- PRZY UL. AKADEMICKIEJ 8 W ZAMOŚCIU.

□ ANALIZA: CIEPLNA I WILGOTNOŚCIOWA -

I. Ściany zewnętrzne.....	1
1. Ceglane - o grubości 95 cm.....	1
1.1. Współczynnik przenikania ciepła: U.....	1
1.2. Obliczenia wilgotnościowe – sprawdzenie warunku braku kondensacji powierzchniowej.....	3
1.3. Zalecany sposób docieplenia ścian.....	4
2. Ceglane - o grubości 123 cm.....	5
2.1. Współczynnik przenikania ciepła: U.....	5
2.2. Obliczenia wilgotnościowe – sprawdzenie warunku braku kondensacji powierzchniowej.....	5
2.3. Zalecany sposób docieplenia ścian.....	6
3. Ceglane - o grubości 143 cm.....	6
3.1. Współczynnik przenikania ciepła: U.....	6
3.2. Obliczenia wilgotnościowe – sprawdzenie warunku braku kondensacji powierzchniowej.....	7
3.3. Zalecany sposób docieplenia ścian.....	7
II. Stropy.....	7
1. Strop pod poddaszem nieużytkowym.....	7
1.1. Współczynnik: U.....	8
1.2. Zalecany sposób docieplenia stropu.....	8
III. Dach.....	10
1. Współczynnik: U.....	10
1.1. Zalecany sposób docieplenia.....	10
IV. Okna i drzwi zewnętrzne.....	11
1. Okna.....	11
1.1. Współczynnik U.....	11
2. Drzwi wejściowe do budynku.....	12
2.1. Współczynnik U.....	12
V. Uwagi końcowe.....	12

I. Ściany zewnętrzne.

◆ Budynek Akademii Zamojskiej ⇒ ściany zewnętrzne: na parterze i piętrze → podłużne i poprzeczne – nośne i osłonowe ⇒ jednowarstwowe, murowane: z cegieł ceramicznych, pełnych – na zaprawie wapiennej i wapienno-piaskowej. M.in.: „(...) wymurowane są z cegły ręcznej, ceramicznej, jasnoczerwonej, o wymiarach bardzo rozbieżnych (270-312 x 124-158 x 60-80 mm), na szerokich (2,5-4,0 cm) spoinach z jasno-żółtawej zaprawy wapienno-piaskowej zawierającej drobno tłuczony materiał ceramiczny i b. duże kongregacje wapna. (...) o nieco innych wymiarach (284-302 x 135-157 x 50-65 mm) na szarawej zaprawie wapiennej z kongregacjami wapna w spoinach o średniej szer. 1,5-2,0 cm. (...)”. Grubości podłużnych ścian zewnętrznych (brutto: z obustronnym tynkiem): *od dziedzińca = 95 cm (parter i piętro); *obwodowe = 123, 126 i 143 cm (parter) oraz = 120 i 128 cm (piętro).

1. Ceglane - o grubości 95 cm.

1.1. Współczynnik przenikania ciepła: U.

□ Obecne wymagania cieplne ⇒

→ Temperatura powietrza zewnętrznego: strefa klimatyczna III → $T_e = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

→ Temperatury ogrzewanych pomieszczeń w budynkach:

$t_i = +8\text{ }^{\circ}\text{C}$ (pomieszczenia: „(...) w których nie występują zyski ciepła, a jednorazowy pobyt osób, znajdujących się w ruchu i w okryciach zewnętrznych nie przekracza 1 h → klatki schodowe w budynkach mieszkalnych”) [analogia];

$t_i = + 20^\circ \text{C}$ (pomieszczenia: „(...) przeznaczone na stały pobyt ludzi bez okryć zewnętrznych, niewykonujących w sposób ciągły pracy fizycznej → (...) pokoje biurowe, sale posiedzeń (...)” [analogia].

□ Wymagania izolacyjności cieplnej ⇒

→ „(...) Budynek użyteczności publicznej (...) ⇒ Ściany zewnętrzne (stykające się z powietrzem zewnętrznym, niezależnie od rodzaju ściany):

a) przy $t_i > 16^\circ \text{C}$ → $U_{(max)} = 0,30 \text{ [W/(m}^2 \text{ K)]}$ ”; $U_{\text{śc. optimum /m.s.c./}} = 0,18$ → „(...) rodzaj centralnego ogrzewania: miejska sieć ciepłownicza (...)”;

b) przy $t_i \leq 16^\circ \text{C}$ → $U_{(max)} = 0,65 \text{ (...)}$ ”; $U_{\text{śc. optimum /m.s.c./}} = 0,18$.

$$U = U_c + \Delta U; U_c = U_0 + \Delta U_c; U_0 = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_{si} + \sum R_j + R_{se}}; R_j = \frac{d_j}{\lambda_j}$$

U – współczynnik przenikania ciepła, $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$
U_c – „(...) <u>współczynnik przenikania ciepła określony bez uwzględnienia wpływu liniowych mostków termicznych</u> (...)”, $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$
ΔU – „(...) <u>ryczałtowy dodatek do współczynnika U_c wyrażający wpływ liniowych mostków termicznych</u> (...)”, $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$
U_0 – „(...) <u>współczynnik przenikania ciepła określony przy założeniu jednorodności termicznej wszystkich warstw składowych przegrody</u> (...)”, $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$
ΔU_c – „(...) <u>człon korekcyjny, stanowiący poprawkę z uwagi na nieszczelności w warstwie izolacji termicznej oraz mostki punktowe, a w przypadku dachu o odwróconym układzie warstw – także z uwagi na wpływ opadów atmosferycznych</u> (...)”, $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$
R_t – „(...) <u>całkowity (sumaryczny) opór cieplny przegrody składającej się z dowolnej liczby warstw materiałowych lub powietrznych, prostopadłych do kierunku przepływu ciepła</u> (...)”, $[(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$
R_{si} – „(...) <u>obliczeniowy opór przejmowania ciepła na wewnętrznej powierzchni przegrody budowlanej</u> (...)”, $[(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$
R_j – „(...) <u>opór cieplny j-tej jednorodnej cieplnie warstwy przegrody budowlanej</u> (...)”, $[(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$
R_{se} – „(...) <u>obliczeniowy opór przejmowania ciepła na zewnętrznej powierzchni przegrody budowlanej</u> (...)”, $[(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$
d_j – „(...) <u>grubość j-tej jednorodnej warstwy materiałowej</u> (...)”, m
R_p – „(...) <u>obliczeniowy opór cieplny niewentylowanej warstwy powietrznej</u> (...)”, $[(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$
λ_j – „(...) <u>obliczeniowy współczynnik przewodzenia ciepła przez materiał j-tej warstwy</u> (...)”, $[\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$

□ Dotychczasowy współczynnik przenikania ciepła U ⇒

→ Sprawdzono ⇒ najcieńszą (!) ścianę zewnętrzną → o grubości (wraz z obustronnym tynkiem): 95 cm – o następującym układzie warstw (licząc od zewnątrz):

- tynk zewnętrzny, cementowo-wapienny, o grub.: 2 cm, warunki mokre: $d_{11} = 0,02 \text{ m}$; $\lambda_{11} = 0,90$;
- mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku), o grub.: 91 cm, warunki średniowilgotne: $d_{12} = 0,91 \text{ m}$; $\lambda_{12} = 0,77$;
- tynk wewnętrzny, cementowo-wapienny, o grub.: 2 cm, warunki średniowilgotne: $d_{13} = 0,02 \text{ m}$; $\lambda_{13} = 0,82$.

→ Kierunek strumienia ciepłego → poziomy: $R_{si} = 0,13$; $R_{se} = 0,04 \Rightarrow R_{si} + R_{se} = 0,13 + 0,04 = 0,17$.

$$R_{t/II} = \sum R_j = \frac{0,02}{0,90} + \frac{0,91}{0,77} + \frac{0,02}{0,82} \approx 1,228 \Rightarrow U_{c/II} = U_0 = \frac{1}{0,13 + 1,228 + 0,04} \approx 0,715;$$

$\Delta U = 0,15 \rightarrow$ „(...) wartość ryczałtowego dodatku wyrażającego wpływ liniowych mostków termicznych (...)” $\Rightarrow$ dla ścian zewnętrznych: „(...) z otworami okiennymi i drzwiowymi (...)”.

$U_{II} \approx 0,715 + 0,15 \approx 0,865 > U_{(max)} = 0,65$ (133 %) $> U_{(max)} = 0,30$ (288 %) $> U_{śc. optimum /m.s.c./} = 0,18$ (481 %).

→ Ze względu na: prawie pięciokrotne przekroczenie wartości optymalnej → ściana wymaga docieplenia: na całej wysokości!

1.2. Obliczenia wilgotnościowe – sprawdzenie warunku braku kondensacji powierzchniowej.

→ Temperatura wewnętrznej powierzchni przegrody:

$$v_i = T_i - U_c \cdot (T_i - T_e) \cdot R_i \geq (T_s + 1)$$

v_i – „(...) obliczeniowa temperatura wewnętrznej powierzchni przegrody w miejscach oddalonych od stref bezpośredniego oddziaływania liniowych mostków termicznych (...)”, °C

T_i – „(...) obliczeniowa temperatura powietrza w pomieszczeniu (...)”, °C

T_e – „(...) obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego (...)”, °C

T_s – „punkt rosy” $\rightarrow$ temperatura: „(...) odpowiadająca ciśnieniu pary wodnej nasyconej p_{vs} równemu wartości p_{vi} (...)”, °C

R_i – „(...) obliczeniowy opór przejmowania ciepła na wewnętrznej powierzchni przegrody budowlanej (...)” $\Rightarrow R_i = 0,167 \rightarrow$ niezależnie od rodzaju przegrody i kierunku przepływu ciepła.

➤ „(...) pokoje biurowe, sale posiedzeń (...)” $\Rightarrow t_i = +20$ °C; $t_e = -20$ °C; $R_i = 0,167$.

➤ Wartość średnia dla ściany: $U_{c/II} \approx 0,715 \Rightarrow v_{i1 śr./I} = 20 - 0,715 \times [20 - (-20)] \times 0,167 \approx 15,22$ °C.

→ Cięśnienie cząstkowe pary wodnej w pomieszczeniach – oraz punkt rosy:

$$p_{vi} = \frac{\varphi_i p_{vs}}{100}$$

p_{vi} – ciężnienie cząstkowe pary wodnej w pomieszczeniu, hPa

φ_i – obliczeniowa wilgotność względna powietrza w pomieszczeniu [%]

p_{vs} – ciężnienie cząstkowe pary wodnej nasyconej przy obliczeniowej temperaturze powietrza w pomieszczeniu T_i, hPa

➤ „(...) Pomieszczenia w budynku użyteczności publicznej, w których nie wydzielą się para wodną z otwartych zbiorników i nie stosuje się nawilżania powietrza (...)” $\rightarrow \varphi_i = 45$ %.

➤ dla: $T_i = 20$ °C $\Rightarrow p_{vs} = 23,40$ hPa $\rightarrow p_{vi} = \frac{45 \times 23,40}{100} = 10,53$ hPa;

✓ punkt rosy $\Rightarrow$ dla: $p_{vi} = 10,53$ hPa $\rightarrow T_{s /rosyl} = 7,7$ °C $< v_{i1 śr./I} \approx 15,22$ °C (51 %).

❖ Sprawdzenie $\Rightarrow$

➤ dla: $T_i = 20$ °C – oraz: $\varphi_i = 45$ % $\rightarrow T_{s /rosyl} = 7,7$ °C $< v_{i1 śr./I} \approx 15,22$ °C (51 %).

$\Rightarrow$ Różnica w/w temperatur wynosi: $v_{i1 śr./I} - T_{s /rosyl} \approx 15,22 - 7,7 \approx 7,52$ °C $> \Delta t_{/min./} = +1$ °C.

- Ponieważ temperatura wewnętrznej powierzchni przegrody bez mostków termicznych – jest: wyższa od temperatury punktu rosy ⇒ nie powinna występować: kondensacja pary (rosa) – na wewnętrznej powierzchni przegrody (ściany).

1.3. Zalecany sposób docieplenia ścian.

- Jedynym prawidłowym (!) rozwiązaniem – jest: docieplenie ściany od zewnątrz budynku.
- „(...) Racjonalna grubość izolacji o małym współczynniku przewodzenia ciepła wynosi w odniesieniu do: ścian zewnętrznych murowanych szczelinowych 15 cm (...)”.
- „(...) Prawidłowym sposobem termomodernizacji ścian zewnętrznych jest ich ocieplanie od strony zewnętrznej. Docieplenie od zewnątrz ogranicza bardzo skutecznie straty ciepła, a jednocześnie ochrania ściany przed zawilgoceniem wykraplającą się parą wodną i wodą deszczową, dzięki czemu zabezpiecza się je przed degradacją powodowaną niszczącym działaniem czynników klimatycznych. Ponadto odnawia się elewacje i nadaje budynkom estetyczny wygląd. (...)”.
- Przyjęto: docieplenie ścian – metodą „lekką moką” (wg: „Instrukcji” Instytutu Techniki Budowlanej nr 334/96) – od zewnątrz. Po dociepleniu w ten sposób – ulegną poprawie warunki jej pracy (z wilgotnych – na średniowilgotne), a także – znikną mostki termiczne!
- Ze względów ekonomicznych – należy zastosować ⇒ optymalne grubości warstw docieplenia, zmniejszające współczynniki przenikania ciepła: $U_{(max)}$ (obecnie wymagane przez normę cieplną) → do nowych wielkości optymalnych ($U_{optimum}$) – ostrzejszych, ale zgodnych z ogólnościową tendencją do maksymalnego ograniczenia kosztu ogrzewania obiektów budowlanych!
- Oprócz kleju – przyjęto łączniki: tworzywowo-metalowe z zabezpieczeniem przeciw mostkom termicznym (korpusy tworzywowe, trzpienie metalowe i nasadki termoizolacyjne).

□ Nowy współczynnik U ⇒

❖ Przyjęto dodatkowe warstwy ścian (zewnętrzne):

- zaprawa przyklejająca płyty styropianowe, o grub.: 0,2 cm, warunki średniowilgotne: $d_{13I} = 0,002$ m; $\lambda_{14I} = 0,20$;
- styropian samogasnący, o grub.: 18 cm, warunki średniowilgotne: $d_{14I} = 0,18$ m; $\lambda_{15I} = 0,042$;
- zaprawa zbrojona siatką z włókna szklanego, o grub.: 0,4 cm, warunki mokre: $d_{15I} = 0,004$ m; $\lambda_{14I} = 0,20$;
- wyprawa elewacyjna, o grub.: 0,2 cm, warunki mokre: $d_{13I} = 0,002$ m; $\lambda_{14I} = 0,20$.

$$R_{t\ 1I} \approx 1,228; R_{lociepl./\ 1I} \approx 1,228 + \left(\frac{0,002}{0,20} + \frac{0,18}{0,042} + \frac{0,004}{0,20} + \frac{0,002}{0,20} \right) \approx 5,554 \Rightarrow$$

$$U_{lociepl./\ 1I} = \frac{1}{0,13 + 5,554 + 0,04} \approx 0,175 < U_{śc. optimum / m.s.c./} = 0,18 \ (97 \%) < U_{(max)} = 0,30 \ (58 \%) < U_{(max)}$$

$$= 0,65 \ (27 \ %).$$

➤ Ocieplone ściany – spełnią wymagania: cieplne i ekonomiczne.

- ❖ UWAGA! ⇒ Pomimo prawidłowości technicznej (!) zewnętrznego docieplenia ścian zewnętrznych budynku ⇒ nie będzie (!) na to zgody Konserwatora Zabytków!

2. Ceglane - o grubości 123 cm.

2.1. Współczynnik przenikania ciepła: U.

□ Obecne wymagania cieplne $\Rightarrow T_e = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_i = +20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

→ Temperatury ogrzewanych pomieszczeń w budynkach:

□ Wymagania izolacyjności cieplnej $\Rightarrow$

a) przy $t_i > 16\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow U_{(max)} = 0,30\text{ [W/(m}^2\text{ K)]}''$; $U_{\text{śc. optimum /m.s.c./}} = 0,18$;

b) przy $t_i \leq 16\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow U_{(max)} = 0,65\text{ (...)''}$; $U_{\text{śc. optimum /m.s.c./}} = 0,18$.

□ Dotychczasowy współczynnik przenikania ciepła U $\Rightarrow$

→ Sprawdzono $\Rightarrow$ ścianę zewnętrzną $\rightarrow$ o grubości (wraz z obustronnym tynkiem): 123 cm – o następującym układzie warstw (licząc od zewnątrz):

- tynk zewnętrzny, cementowo-wapienny, o grub.: 2 cm, warunki mokre: $d_{1l} = 0,02\text{ m}$; $\lambda_{1l} = 0,90$;
- mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku), o grub.: 119 cm, warunki średniowilgotne: $d_{6l} = 1,19\text{ m}$; $\lambda_{2l} = 0,77$;
- tynk wewnętrzny, cementowo-wapienny, o grub.: 2 cm, warunki średniowilgotne: $d_{1l} = 0,02\text{ m}$; $\lambda_{3l} = 0,82$.

→ Kierunek strumienia ciepłego $\rightarrow$ poziomy: $R_{si} = 0,13$; $R_{se} = 0,04 \Rightarrow R_{si} + R_{se} = 0,13 + 0,04 = 0,17$.

$$R_{t\ 2l} = \sum R_j = \frac{0,02}{0,90} + \frac{1,19}{0,77} + \frac{0,02}{0,82} \approx 1,592 \Rightarrow U_{c\ 2l} = U_0 = \frac{1}{0,13 + 1,592 + 0,04} \approx 0,568;$$

$\Delta U = 0,15 \rightarrow$ „(...) wartość ryczałtowego dodatku wyrażającego wpływ liniowych mostków termicznych (...)” $\Rightarrow$ dla ścian zewnętrznych: „(...) z otworami okiennymi i drzwiowymi (...)”.

$U_{2l} \approx 0,568 + 0,15 \approx 0,718 > U_{(max)} = 0,65\text{ (111 \%)} > U_{(max)} = 0,30\text{ (239 \%)} > U_{\text{śc. optimum /m.s.c./}} = 0,18\text{ (399 \%)}.$

→ Ze względu na: prawie czterokrotne przekroczenie wartości optymalnej $\rightarrow$ ściana wymaga docieplenia: na całej wysokości!

2.2. Obliczenia wilgotnościowe – sprawdzenie warunku braku kondensacji powierzchniowej.

→ Temperatura wewnętrznej powierzchni przegrody:

➤ „(...) pokoje biurowe, sale posiedzeń (...)” $\Rightarrow t_i = +20\text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_e = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$; $R_i = 0,167$.

➤ Wartość średnia dla ściany: $U_{c\ 2l} \approx 0,568 \Rightarrow v_{i\ 1\ \text{śr.}\ 2l} = 20 - 0,568 \times [20 - (-20)] \times 0,167 \approx 16,21\text{ }^{\circ}\text{C}$.

→ Ciśnienie cząstkowe pary wodnej w pomieszczeniach – oraz punkt rosy: dla $\phi_i = 45\text{ \%}$.

➤ dla: $T_i = 20\text{ }^{\circ}\text{C} \Rightarrow p_{vs} = 23,40\text{ hPa} \rightarrow p_{vi} = \frac{45 \times 23,40}{100} = 10,53\text{ hPa}$;

✓ punkt rosy $\Rightarrow$ dla: $p_{vi} = 10,53\text{ hPa} \rightarrow T_{s\ \text{rosyl}} = 7,7\text{ }^{\circ}\text{C} < v_{i\ 1\ \text{śr.}\ 2l} \approx 16,21\text{ }^{\circ}\text{C}\text{ (48 \%)}.$

❖ Sprawdzenie $\Rightarrow$

➤ dla: $T_i = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ – oraz: $\phi_i = 45\text{ \%} \rightarrow T_{s\ \text{rosyl}} = 7,7\text{ }^{\circ}\text{C} < v_{i\ 1\ \text{śr.}\ 2l} \approx 16,21\text{ }^{\circ}\text{C}\text{ (48 \%)}.$

$\Rightarrow$ Różnica w/w temperatur wynosi: $v_{i\ 1\ \text{śr.}\ 2l} - T_{s\ \text{rosyl}} \approx 16,21 - 7,7 \approx +8,51\text{ }^{\circ}\text{C} > \Delta t_{\text{min.}} = +1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

→ Ponieważ temperatura wewnętrznej powierzchni przegrody bez mostków termicznych – jest: wyższa od temperatury punktu rosy $\Rightarrow$ nie powinna występować: kondensacja pary (rosa) – na wewnętrznej powierzchni przegrody (ściany).

2.3. Zalecany sposób docieplenia ścian.

→ Przyjęto: docieplenie ścian – metodą „lekką moką” – od zewnątrz.

□ Nowy współczynnik U ⇒

❖ Przyjęto dodatkowe warstwy ścian (zewnątrzne):

- zaprawa przyklejająca płyty styropianowe, o grub.: 0,2 cm, warunki średniowilgotne: $d_{13l} = 0,002 \text{ m}$; $\lambda_{14l} = 0,20$;
- styropian samogasnący, o grub.: 16 cm, warunki średniowilgotne: $d_{17l} = 0,16 \text{ m}$; $\lambda_{15l} = 0,042$;
- zaprawa zbrojona siatką z włókna szklanego, o grub.: 0,4 cm, warunki mokre: $d_{15l} = 0,004 \text{ m}$; $\lambda_{14l} = 0,20$;
- wyprawa elewacyjna, o grub.: 0,2 cm, warunki mokre: $d_{13l} = 0,002 \text{ m}$; $\lambda_{14l} = 0,20$.

$$R_{t12l} \approx 1,592; R_{lociepl.12l} \approx 1,592 + \left(\frac{0,002}{0,20} + \frac{0,16}{0,042} + \frac{0,004}{0,20} + \frac{0,002}{0,20} \right) \approx 5,442 \Rightarrow$$

$$U_{lociepl.12l} = \frac{1}{0,13 + 5,442 + 0,04} \approx 0,178 < U_{\text{śc. optimum /m.s.c./}} = 0,18 \text{ (99 \%)} < U_{(max)} = 0,30 \text{ (60 \%)} < U_{(max)} = 0,65 \text{ (28 \%)}.$$

➤ Ocieplone ściany – spełnią wymagania: cieplne i ekonomiczne.

❖ UWAGA! ⇒ nie będzie (!) na to zgody Konserwatora Zabytków!

3. Ceglane - o grubości 143 cm.

3.1. Współczynnik przenikania ciepła: U.

□ Obecne wymagania cieplne ⇒ $T_e = -20 \text{ }^\circ\text{C}$; $t_i = +20 \text{ }^\circ\text{C}$.

→ Temperatury ogrzewanych pomieszczeń w budynkach:

□ Wymagania izolacyjności cieplnej ⇒

a) przy $t_i > 16 \text{ }^\circ\text{C}$ → $U_{(max)} = 0,30 \text{ [W/(m}^2 \text{ K)]}''$; $U_{\text{śc. optimum /m.s.c./}} = 0,18$;

b) przy $t_i \leq 16 \text{ }^\circ\text{C}$ → $U_{(max)} = 0,65 \text{ (...)''}$; $U_{\text{śc. optimum /m.s.c./}} = 0,18$.

□ Dotychczasowy współczynnik przenikania ciepła U ⇒

→ Sprawdzono ⇒ ścianę zewnętrzną → o grubości (wraz z obustronnym tynkiem): 123 cm – o następującym układzie warstw (licząc od zewnątrz):

- tynk zewnętrzny, cementowo-wapienny, o grub.: 2 cm, warunki mokre: $d_{11l} = 0,02 \text{ m}$; $\lambda_{11l} = 0,90$;
- mur z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie cementowo-wapiennej (bez tynku), o grub.: 139 cm, warunki średniowilgotne: $d_{18l} = 1,39 \text{ m}$; $\lambda_{12l} = 0,77$;
- tynk wewnętrzny, cementowo-wapienny, o grub.: 2 cm, warunki średniowilgotne: $d_{11l} = 0,02 \text{ m}$; $\lambda_{13l} = 0,82$.

→ Kierunek strumienia ciepłego → poziomy: $R_{si} = 0,13$; $R_{se} = 0,04$ ⇒ $R_{si} + R_{se} = 0,13 + 0,04 = 0,17$.

$$R_{t13l} = \sum R_j = \frac{0,02}{0,90} + \frac{1,39}{0,77} + \frac{0,02}{0,82} \approx 1,852 \Rightarrow U_{c13l} = U_0 = \frac{1}{0,13 + 1,852 + 0,04} \approx 0,495;$$

$\Delta U = 0,15$ → „(...) wartość ryczałtowego dodatku wyrażającego wpływ liniowych mostków termicznych (...)” ⇒ dla ścian zewnętrznych: „(...) z otworami okiennymi i drzwiowymi (...)”.

$$U_{I3I} \approx 0,495 + 0,15 \approx \underline{0,645} < U_{(max)} = \underline{0,65} \text{ (99 \%)} > U_{(max)} = \underline{0,30} \text{ (215 \%)} > U_{\text{śc. optimum /m.s.c./}} = \underline{0,18} \text{ (358\%)}.$$

→ Ze względu na: prawie czterokrotne przekroczenie wartości optymalnej → ściana wymaga docieplenia: na całej wysokości!

3.2. Obliczenia wilgotnościowe – sprawdzenie warunku braku kondensacji powierzchniowej.

→ Temperatura wewnętrznej powierzchni przegrody:

➤ „(...) pokoje biurowe, sale posiedzeń (...)” ⇒ $t_i = +20\text{ }^{\circ}\text{C}$; $t_e = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$; $R_i = 0,167$.

➤ Wartość średnia dla ściany: $U_{cI3I} \approx 0,495 \Rightarrow v_{iI\text{ śr./}} = 20 - 0,495 \times [20 - (-20)] \times 0,167 \approx \underline{16,7\text{ }^{\circ}\text{C}}$.

→ Cięśnienie cząstkowe pary wodnej w pomieszczeniach – oraz punkt rosy: dla $\phi_i = 45\text{ \%}$.

➤ dla: $T_i = 20\text{ }^{\circ}\text{C} \Rightarrow p_{vs} = 23,40\text{ hPa} \rightarrow p_{vi} = \frac{45 \times 23,40}{100} = \underline{10,53\text{ hPa}}$;

✓ punkt rosy ⇒ dla: $p_{vi} = 10,53\text{ hPa} \rightarrow T_{sIrosyl} = \underline{7,7\text{ }^{\circ}\text{C}} < v_{iI\text{ śr./}} \approx \underline{16,7\text{ }^{\circ}\text{C}} \text{ (46 \%)}.$

❖ Sprawdzenie ⇒

➤ dla: $T_i = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ – oraz: $\phi_i = 45\text{ \%} \rightarrow T_{sIrosyl} = \underline{7,7\text{ }^{\circ}\text{C}} < v_{iI\text{ śr./}} \approx \underline{16,7\text{ }^{\circ}\text{C}} \text{ (46 \%)}.$

⇒ Różnica w/w temperatur wynosi: $v_{iI\text{ śr./}} - T_{sIrosyl} \approx 16,7 - 7,7 \approx \underline{+9\text{ }^{\circ}\text{C}} > \Delta t_{\text{min./}} = \underline{+1\text{ }^{\circ}\text{C}}$.

→ Ponieważ temperatura wewnętrznej powierzchni przegrody bez mostków termicznych – jest: wyższa od temperatury punktu rosy ⇒ nie powinna występować: kondensacja pary (rosa) – na wewnętrznej powierzchni przegrody (ściany).

3.3. Zalecany sposób docieplenia ścian.

→ Przyjęto: docieplenie ścian – metodą „lekką moką” – od zewnątrz.

□ Nowy współczynnik U ⇒

❖ Przyjęto dodatkowe warstwy ścian (zewnątrzne):

- zaprawa przyklejająca płyty styropianowe, o grub.: 0,2 cm, warunki średniowilgotne: $d_{I3I} = 0,002\text{ m}$; $\lambda_{I4I} = 0,20$;
- styropian samogasnący, o grub.: 15 cm, warunki średniowilgotne: $d_{I9I} = 0,15\text{ m}$; $\lambda_{I5I} = 0,042$;
- zaprawa zbrojona siatką z włókna szklanego, o grub.: 0,4 cm, warunki mokre: $d_{I5I} = 0,004\text{ m}$; $\lambda_{I4I} = 0,20$;
- wyprawa elewacyjna, o grub.: 0,2 cm, warunki mokre: $d_{I3I} = 0,002\text{ m}$; $\lambda_{I4I} = 0,20$.

$$R_{tI2I} \approx \underline{1,852}; R_{\text{lociepl./I2I}} \approx 1,852 + \left(\frac{0,002}{0,20} + \frac{0,15}{0,042} + \frac{0,004}{0,20} + \frac{0,002}{0,20} \right) \approx \underline{5,463} \Rightarrow U_{\text{lociepl./I2I}} =$$

$$\frac{1}{0,13 + 5,463 + 0,04} \approx \underline{0,178} < U_{\text{śc. optimum /m.s.c./}} = \underline{0,18} \text{ (99 \%)} < U_{(max)} = \underline{0,30} \text{ (60 \%)} < U_{(max)} = \underline{0,65} \text{ (28 \%)}.$$

➤ Ocieplone ściany – spełniają wymagania: cieplne i ekonomiczne.

❖ UWAGA! ⇒ Wszystkie ściany zewnętrzne budynku – wymagają ocieplenia od zewnątrz
→ styropianem o grubości: od 15 do 18 cm – jednak: nie będzie (!) na to zgody
Konserwatora Zabytków!

II. Stropy.

1. Strop pod poddaszem nieużytkowym.

- Budynek Akademii Zamojskiej $\Rightarrow$ nad najwyższym piętrzem (pod poddaszem nieużytkowym) – m.in. istnieją $\rightarrow$ „(...) stropy na belkach drewnianych z tzw. ślepym pułapem lub bez; w traktach korytarzowych częściowo sklepienia ceglane, a częściowo strop z okrągłaków drewnianych. (...)”. „(...) Strop drewniany belkowy z wypełnieniem polepą glinianą na matach trzcinowych (...)”.
- „(...) 5.4. Grupa „D” stropów na belkach stalowych w osiach F-H/7-11. (...)”.

1.1. Współczynnik: U.

- Obecne wymagania cieplne $\Rightarrow$

$\rightarrow$ „(...) Budynek użyteczności publicznej $\Rightarrow$ (...) stropy pod nieogrzewanymi poddaszami (...):

a) przy $t_i > 16^\circ\text{C}$: $U_{(\max)} = 0,25$; $U_{\text{str. poddasza optimum}} = U_{\text{str. pod. opt.}} = 0,20$.

- Dotychczasowy współczynnik przenikania ciepła U $\Rightarrow$

🌐 Wg opracowań – wykonanych przez: innych Autorów $\Rightarrow$

A) „(...) STROP NA BELKACH DREWNIANYCH – ODKRYWKA 13 stan istniejący: *belki 0,25 m; *deski 0,038 m; *tynk wapienny na trzcinie 0,03 m. $\Rightarrow U = 0,875$. (...)”.

B) „(...) STROP NA BELKACH DREWNIANYCH – ODKRYWKA 8, 9, 10, 11, 12 stan istniejący: *polepa 0,02 m; *cegła 0,065 m; *polepa 0,11 m; *deski 0,032 m; *pustka powietrzna gr. 29 cm; *deski 0,064 m; *tynk wapienny na trzcinie 0,03 m. $\Rightarrow U = 0,620$. (...)”.

C) „(...) STROP NA BELKACH STALOWYCH – ODKRYWKA 5B stan istniejący: *żużel paleniskowy 0,09 m; *płyta Kleina półciężka 0,065 m; *tynk cementowo-wapienny 0,02 m. $\Rightarrow U = 1,520$. (...)”.

D) „(...) STROP NA BELKACH STALOWYCH – ODKRYWKA 6 stan istniejący: *szlichta cementowa 0,05 m; *trociny luzem 0,12 m; *płyta Kleina półciężka 0,065 m; *tynk cementowo-wapienny 0,02 m. $\Rightarrow U = 0,605$. (...)”.

E) „(...) STROP NA BELKACH STALOWYCH – ODKRYWKA 7 stan istniejący: *polepa 0,02 m; *trzcina 0,05 m; *płyta Kleina półciężka 0,065 m; *tynk cementowo-wapienny 0,02 m. $\Rightarrow U = 2,205$. (...)”.

◆ Kierunek strumienia cieplnego $\rightarrow$ w górę: $R_{si} = 0,10$; $R_{se} = 0,04 \Rightarrow R_{si} + R_{se} = 0,10 + 0,04 = 0,14$.

$\Delta U = 0,10$ (wartość dodatku wyrażającego wpływ mostków termicznych $\rightarrow$ dla stropu: poddasza);

$U_{lo, a//A} = 0,875 \Rightarrow U_{la, str.//A} = 0,875 + 0,10 = 0,975$. $U_{lo, a//B} = 0,62 \Rightarrow U_{la, str.//B} = 0,62 + 0,10 = 0,72$.

$U_{lo, a//C} = 1,52 \Rightarrow U_{la, str.//B} = 1,52 + 0,10 = 1,62$. $U_{lo, a//D} = 0,605 \Rightarrow U_{la, str.//A} = 0,605 + 0,10 = 0,705$.

$U_{lo, a//E} = 2,205 \Rightarrow U_{la, str.//A} = 2,205 + 0,10 = 2,305$.

$U_{lsr., str.//A} = 0,975 > U_{(\max)} = 0,25$ (390 %) $> U_{\text{str. pod. opt.}} = 0,20$ (488 %). $U_{lsr., str.//B} = 0,72 > U_{(\max)} = 0,25$

(288 %) $> U_{\text{str. pod. opt.}} = 0,20$ (360 %). $U_{lsr., str.//C} = 1,62 > U_{(\max)} = 0,25$ (648 %) $> U_{\text{str. pod. opt.}} = 0,20$ (810

%) $> U_{lsr., str.//D} = 0,705 > U_{(\max)} = 0,25$ (282 %) $> U_{\text{str. pod. opt.}} = 0,20$ (353 %). $U_{lsr., str.//E} = 2,305 > U_{(\max)} =$

0,25 (922 %) $> U_{\text{str. pod. opt.}} = 0,20$ (1153 %).

$\rightarrow$ Ze względu na: wielokrotne (!) przekroczenie wartości optymalnej (od: 353 % – do: 1153 %) $\rightarrow$ stropy wymagają docieplenia: na całej powierzchni – od strony poddasza!

1.2. Zalecany sposób docieplenia stropu.

→ Przyjęto – ze względów: statycznych, akustycznych i przeciwpożarowych ⇒
docieplenie stropów: od wierzchu → matami z miękkiej wełny mineralnej.

□ Nowy współczynnik U:

A) „(...) STROP NA BELKACH DREWNIANYCH – ODKRYWKA 13 (...)”. ⇒ $U = 0,875$.

- maty z miękkiej wełny mineralnej, o grubości 17 cm, warunki średniowilgotne: $d_{/I/} = 0,17$ m;
 $\lambda_{/I/} = 0,042$;

$$R_{si} = 0,10; R_{se} = 0,04; R_{si} + R_{se} = 0,14; R_{/AI/} = \frac{1}{0,875} - 0,14 = 1,003; R_{lociepl./AI/} = 1,003 + \frac{0,17}{0,042} \approx$$

$$5,050 \Rightarrow U_{lociepl./AI/} = \frac{1}{0,14 + 5,050} \approx 0,193 < U_{str. pod. opt.} = 0,20 \text{ (96 \%)} < U_{(max)} = 0,25 \text{ (77 \%)}.$$

→ Ocieplony strop – spełni wymagania: cieplne i ekonomiczne.

B) „(...) STROP NA BELKACH DREWNIANYCH – ODKRYWKA 8, 9, 10, 11, 12 (...)”. ⇒ $U = 0,62$.

- maty z miękkiej wełny mineralnej, o grubości 15 cm, warunki średniowilgotne: $d_{/II/} = 0,15$ m;
 $\lambda_{/II/} = 0,042$;

$$R_{si} = 0,10; R_{se} = 0,04; R_{si} + R_{se} = 0,14; R_{/BI/} = \frac{1}{0,62} - 0,14 = 1,473; R_{lociepl./BI/} = 1,473 + \frac{0,15}{0,042} \approx 5,044$$

$$\Rightarrow U_{lociepl./BI/} = \frac{1}{0,14 + 5,044} \approx 0,193 < U_{str. pod. opt.} = 0,20 \text{ (96 \%)} < U_{(max)} = 0,25 \text{ (77 \%)}.$$

→ Ocieplony strop – spełni wymagania: cieplne i ekonomiczne.

C) „(...) STROP NA BELKACH STALOWYCH – ODKRYWKA 5B (...)”. ⇒ $U = 1,52$.

- maty z miękkiej wełny mineralnej, o grubości 19 cm, warunki średniowilgotne: $d_{/III/} = 0,19$ m;
 $\lambda_{/III/} = 0,042$;

$$R_{si} = 0,10; R_{se} = 0,04; R_{si} + R_{se} = 0,14; R_{/CI/} = \frac{1}{1,52} - 0,14 = 0,518; R_{lociepl./CI/} = 0,518 + \frac{0,19}{0,042} \approx 5,042$$

$$\Rightarrow U_{lociepl./CI/} = \frac{1}{0,14 + 5,042} \approx 0,193 < U_{str. pod. opt.} = 0,20 \text{ (96 \%)} < U_{(max)} = 0,25 \text{ (77 \%)}.$$

→ Ocieplony strop – spełni wymagania: cieplne i ekonomiczne.

D) „(...) STROP NA BELKACH STALOWYCH – ODKRYWKA 6 (...)”. ⇒ $U = 0,605$.

- maty z miękkiej wełny mineralnej, o grubości 15 cm, warunki średniowilgotne: $d_{/IV/} = 0,15$ m;
 $\lambda_{/IV/} = 0,042$;

$$R_{si} = 0,10; R_{se} = 0,04; R_{si} + R_{se} = 0,14; R_{/DI/} = \frac{1}{0,605} - 0,14 = 1,513; R_{lociepl./DI/} = 1,513 + \frac{0,15}{0,042} \approx$$

$$5,084 \Rightarrow U_{lociepl./DI/} = \frac{1}{0,14 + 5,084} \approx 0,192 < U_{str. pod. opt.} = 0,20 \text{ (96 \%)} < U_{(max)} = 0,25 \text{ (77 \%)}.$$

→ Ocieplony strop – spełni wymagania: cieplne i ekonomiczne.

E) „(...) STROP NA BELKACH STALOWYCH – ODKRYWKA 7 (...)”. ⇒ $U = 2,205$.

- maty z miękkiej wełny mineralnej, o grubości 20 cm, warunki średniowilgotne: $d_{/V/} = 0,20$ m;
 $\lambda_{/V/} = 0,042$;

$$R_{si} = 0,10; R_{se} = 0,04; R_{si} + R_{se} = \underline{0,14}; R_{/E/} = \frac{1}{2,205} - 0,14 = \underline{0,314}; R_{/ociepl./E/} = 0,314 + \frac{0,20}{0,042} \approx$$

$$\underline{5,075} \Rightarrow U_{/ociepl./D/} = \frac{1}{0,14 + 5,075} \approx \underline{0,192} < U_{str. pod. opt.} = \underline{0,20} (96 \%) < U_{(max)} = 0,25 (77 \%).$$

→ Ocieplony strop – spełni wymagania: cieplne i ekonomiczne.

→ UWAGA! ⇒ Wszystkie stropy nad piętrzem budynku – wymagają: ocieplenia od góry
→ matami z miękkiej wełny mineralnej – o grubości: od 15 do 20 cm.

III. Dach.

1. Współczynnik: U.

■ Istnieją ⇒ dachy drewniane, pokryte blachą: stalową, ocynkowana, płaska ⇒ na deskowaniu – ażurowym. Przeznaczone: do wymiany! – ze względów konserwatorskich (przywrócenie dawnego wyglądu budynku).

→ Przyjmuje się wykonanie: nowego, mansardowego dachu drewnianego – z pokryciem: dachówkami ceramicznymi ⇒ proponowane warstwy: a) na krokwiach – *pełne poszycie z desek (lub z plyt drewnopochodnych), *folia wiatroizolacyjna, *kontrłaty, *łaty, *czerwone dachówki klasztorne (*Dachówka klasztorna E28 jest dachówką jednoczęściową, która po ułożeniu przypomina wyglądem dachówkę mnich-mniszka. Kompletne kliny dachowe i dachówki specjalne pozwalają rozwiązać każde najtrudniejsze rozwiązanie projektowe dachu*); b) pomiędzy krokwi (o wysokości: min. 22,5 cm) – *górna szczelina wentylacyjna, *izolacja cieplna (plyty z miękkiej wełny mineralnej: 20 cm); c) od spodu krokwi – *folia paroizolacyjna, *izolacja cieplna (plyty z miękkiej wełny mineralnej: 10 cm) pomiędzy łatami, *ruszt wsporczy z łąt, *plyty gipsowo-kartonowe.

A) Obecne wymagania cieplne ⇒

→ „(...) Budynek użyteczności publicznej ⇒ „(...) Dachy (...) a) przy: $t_i \geq 16^\circ C$ (...): $U_{(max)} = \underline{0,25}$ (...)”; $U_{dach optimum /m.s.c./} = U_{dach opt. /m.s.c./} = \underline{0,25}$; $U_{dach optimum /Murator 2002/} = U_{dach opt. /Murator 2002/} = \underline{0,20}$.

B) Dotychczasowy współczynnik U:

→ Dla w/w dachu – bez ocieplenia: $U_{/dach/} = \underline{2,95}$.

➤ $\Delta U = \underline{0,00}$ (wpływ liniowych mostków termicznych – dla dachu).

$$U_{/ol/} = 2,95; U_{/dach./} = 2,95 + 0,00 = \underline{2,95} > U_{dach opt. /m.s.c./} = U_{(max)} = \underline{0,25} (1180 \%).$$

→ Ze względu na: prawie dwunastokrotne przekroczenie wartości optymalnej → dach wymaga docieplenia: na całej powierzchni.

1.1. Zalecany sposób docieplenia.

→ Ze względów: statycznych, akustycznych i przeciwpożarowych → na całej powierzchni dachu drewnianego – należy umocować ⇒ ściśle ułożoną warstwę płyt z wełny mineralnej – pomiędzy krokwi i od ich spodu.

A) Warstwy dachu – po dociepleniu:

▪ Kierunek strumienia cieplnego → w górę: $R_{si} = 0,10; R_{se} = 0,04 \Rightarrow R_{si} + R_{se} = \underline{0,14}$.

→ Dla krokwi drewnianych (o przyjętych, wstępnie, przekrojach: o szerokości = 12 cm – i o wysokości = 22,5 cm) → osiowy rozstaw krokwi = 1,00 m) ⇒ szerokość krokwi = 0,12 m; założono: szerokość pasu pomiędzy krokwi = 1,00 – 0,12 = 0,88 m.

a) Przekrój pomiędzy krokwi:

- płyty gipsowo-kartonowe, o grub.: 1,25 cm (od spodu dachu jw.), warunki średniowilgotne: $d_{IAI} = 0,0125$ m; $\lambda_{IAI} = 0,23$;
- folia paroizolacyjna;
- płyty z wełny mineralnej, o grub.: 5 cm (od spodu krokwi – pomiędzy łatami o przekroju: 5 x 5 cm), warunki średniowilgotne: $d_{IBI} = 0,05$ m; $\lambda_{IBI} = 0,042$;
- płyty z wełny mineralnej, o grub.: 20 cm (pomiędzy krokwi), warunki średniowilgotne: $d_{ICI} = 0,20$ m; $\lambda_{ICI} = 0,042$;
- wentylowana warstwa powietrza;
- deski, o grub.: 3,8 cm, warunki średniowilgotne: $d_{IDI} = 0,038$ m; $\lambda_{ICI} = 0,16$;
- folia wiatroizolacyjna.

$$R_{II} = \frac{0,0125}{0,23} + \frac{0,05 + 0,20}{0,042} \approx 6,007; U_{Io, II} = \frac{1}{0,10 + 6,007 + 0,04} \approx 0,163;$$

$$\Delta U = 0,00; U_{I, ociepl. dach} = 0,163 + 0 = 0,163.$$

b) Przekrój przez krokwie:

- płyty gipsowo-kartonowe, o grub.: 1,25 cm (od spodu dachu jw.), warunki średniowilgotne: $d_{IAI} = 0,0125$ m; $\lambda_{IAI} = 0,23$;
- folia paroizolacyjna;
- płyty z wełny mineralnej, o grub.: 5 cm (od spodu krokwi – pomiędzy łatami: 5 x 5 cm), warunki średniowilgotne: $d_{IBI} = 0,05$ m; $\lambda_{IBI} = 0,042$;
- krokwie, o grub.: 22,5 cm, warunki średniowilgotne: $d_{IEI} = 0,225$ m; $\lambda_{ICI} = 0,16$;
- deski, o grub.: 3,8 cm, warunki średniowilgotne: $d_{IDI} = 0,038$ m; $\lambda_{ICI} = 0,16$;
- folia wiatroizolacyjna.

$$R_{III} = \frac{0,0125}{0,23} + \frac{0,05}{0,042} + \frac{0,225 + 0,038}{0,16} \approx 2,889; U_{Io, III} = \frac{1}{0,10 + 2,889 + 0,04} \approx 0,330;$$

$$\Delta U = 0,00; U_{II, ociepl. dach} = 0,237 + 0,00 = 0,237.$$

c) Średni:

$$U_{Io, ociepl. śr.} = \frac{0,163 \times 0,88 + 0,330 \times 0,12}{1,00} \approx 0,183 < U_{dach opt. /Murator 2002/} = 0,20 (92 \%) < U_{(max)} = 0,25 (73 \%).$$

→ Ocieplony dach – spełni wymagania: cieplne i ekonomiczne.

IV. Okna i drzwi zewnętrzne.

1. Okna.

1.1. Współczynnik U.

A) Obecne wymagania cieplne ⇒

→ „(...) Budynek użyteczności publicznej ⇒ Okna (z wyjątkiem połaciowych) (...): a) przy: $t_i > 16^\circ$
 $C \rightarrow U_{(max)} = 1,8$; docelowo: $U_{okien / docelowe max/} = 1,40$.

B) Dotychczasowy współczynnik U:

- Istnieją okna: *stare – drewniane, ościeżnicowe (do wymiany!) – oraz nowe: drewniane, zespalone.
- Dla nowych okien drewnianych: $U_{/O1/} = 1,31 < U_{okien / docelowe max/} = 1,40$ (94 %) < $U_{(max)} = 1,8$ (73 %).

→ Obecne wymaganie cieplne – będzie spełnione.

→ Wszystkie stare okna w budynku – należy wymienić → na: nowe – spełniające obecne wymaganie cieplne!

2. Drzwi wejściowe do budynku.

2.1. Współczynnik U.

A) Obecne wymagania cieplne ⇒

→ „(...) Budynek użyteczności publicznej ⇒ Drzwi zewnętrzne wejściowe (...)”: $U_{(max)} = 2,6$ (...);
 $U_{drzwi / docelowe max/} = 2,00$.

B) Dotychczasowy współczynnik U:

→ Istnieją drzwi zewnętrzne ⇒ m.in.: wejściowe do budynku → drewniane, plycinowe lub plytowe, pełne, częściowo oszkłone (górne naświetla), nieocieplone.

$U_{/D1/} = 2,7 > U_{drzwi / docelowe max/} = 2,00$ (135 %) ⇒ obecne optymalne wymaganie cieplne – nie jest spełnione → występuje: przekroczenie (o ok. 35 %) wartości optymalnej.

→ Docelowo: po zużyciu technicznym → stare drzwi zewnętrzne: należy wymienić – na nowe, spełniające ówczesne wymaganie cieplne.

V. Uwagi końcowe.

→ Obecnie: żaden z elementów budynku ⇒ nie spełnia wymagań cieplnych!

→ Konieczne jest ⇒

➤ docieplenie ⇒ istniejących ścian zewnętrznych (na całej wysokości) – oraz: nowego dachu drewnianego;

➤ wymiana → starych, wyeksploatowanych: okien – i drzwi zewnętrznych.

→ Obliczenia cieplne i wilgotnościowe ⇒ wykonano na podstawie:

■ aktów prawnych:

1) ROZPORZĄDZENIE MINISTRA INFRASTRUKTURY z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2002 r. Nr 75 poz. 690; z 2003 r. Nr 33 poz. 270; z 2004 r. Nr 109 poz. 1156; z 2008 r. Nr 201 poz. 1238; z 2009 r. Nr 56 poz. 461; z 2010 r. Nr 239 poz. 1597).

■ norm:

1) PN-91/B-02020: „Ochrona cieplna budynków. Wymagania i obliczenia”.

2) PN-B-02025:2001. „Obliczanie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych i zamieszkania zbiorowego”.

3) PN-82/B-02402: „Ogrzewnictwo. Temperatuty ogrzewanych pomieszczeń w budynkach”.

4) PN-82/B-02403: „Ogrzewnictwo. Temperatuty obliczeniowe zewnętrzne”.

- 5) PN-EN ISO 6946:1999. „Komponenty budowlane i elementy budynku - Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła - Metoda obliczania”.

■ **podręczników:**

- [1] Józef Jasiczak. Marek Kuiński. Monika Siewczyńska. „Obliczanie izolacyjności termicznej i nośności murowanych ścian zewnętrznych”. Wydawnictwo politechniki Poznańskiej. Poznań 2005.
- [2] Leszek Laskowski. „Ochrona cieplna i charakterystyka energetyczna budynku”. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa 2005.
- [3] Opracował zespół pod kierunkiem mgr inż. Mieczysława Cyrana „OCHRONA CIEPLNA BUDYNKÓW WG PN-ISO 6946. PORADNIK”. WARSZAWSKIE CENTRUM POSTĘPU TECHNICZNO-ORGANIZACYJNEGO WACETOB Sp. z o.o. Ośrodek Budownictwa i Nieruchomości. Warszawa, maj 1999 r.
- [4] „murator. AUDYTOR ENERGETYCZNY” Nr 1/98 (Numer specjalny). Wydawnictwo MURATOR.
- [5] Instrukcja ITB nr 334/96. „Ocieplanie ścian zewnętrznych metodą „lekką mokrą”.”.
- [6] Prof. dr hab. inż. Władysław Płoński. Doc. dr inż. Wojciech Kołodziejczyk. „Ocieplamy nasze domy. Poradnik kompleksowej termorenowacji budynków”. Warszawa 1995. Wydawca: Warszawskie Centrum Postępu Techniczno-Organizacyjnego Budownictwa PZITB Oddział Warszawski.

OPRACOWAŁ:

Janusz Stolarz

Mgr inż. budownictwa lądowego.
Rzecznik PZITB w specjalności:
2.1 - Budownictwo ogólne – konstrukcje
i ustroje budowlane - legitymacja nr 2539.
Uprawnienia budowlane do projektowania
i kierowania robotami budowlanymi bez
ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-
budowlanej – nr ewid. uprawnień: St-361/83.
Członek MOIIB - Mazowieckiej Okręgowej Izby
Inżynierów Budownictwa - nr ewid.: MAZ/BO/4319/01
ul. Rogatkowa 11
04-773 Warszawa - Międzyzlesie
tel./fax: (22) 615 81 53
tel. kom.: 609 220 891
E-mail: januszstolarz1@wp.pl

2012-06-15