

Mostki ciepne w budynkach - sposoby ich likwidacji



Ireneusz Stachura

Schöck Sp. z o.o.

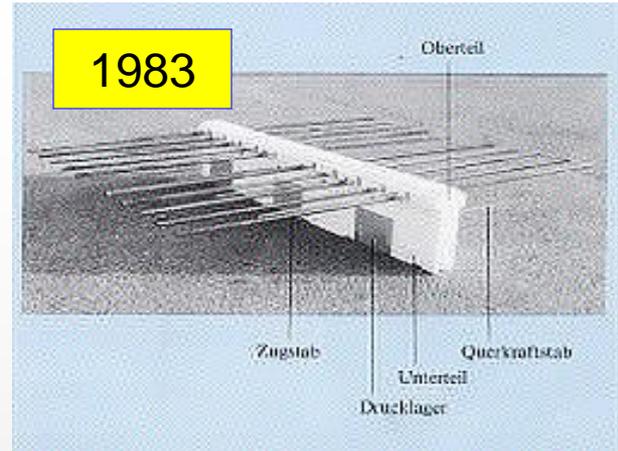




1962



1979



1983



50 lat firmy Schöck



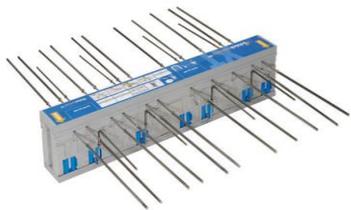
Baden-Baden – główna siedziba

Tychy - Produkcja

Warszawa – Biuro handlowe

Historia firmy





Isokorb® XT



Isokorb® K



Isokorb® KS



Isokorb® KSH Isokorb® KST



Produkty: Izolacja termiczna



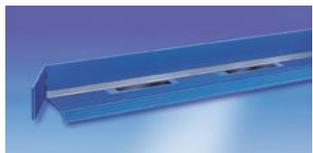


Ciepley dom bez wilgoci
Schöck Novomur®

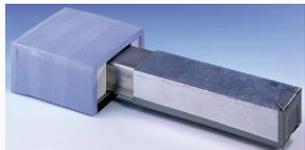


Produkty: Izolacja termiczna

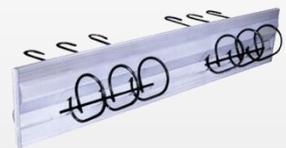




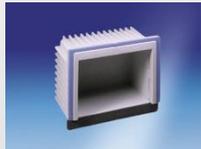
▶ Tronsole® F



▶ Tronsole® QW



▶ Tronsole® T



▶ Tronsole® AZ



▶ Tronsole® AZT



Produkty: Izolacja akustyczna





ComBar



SLD plus



BOLE

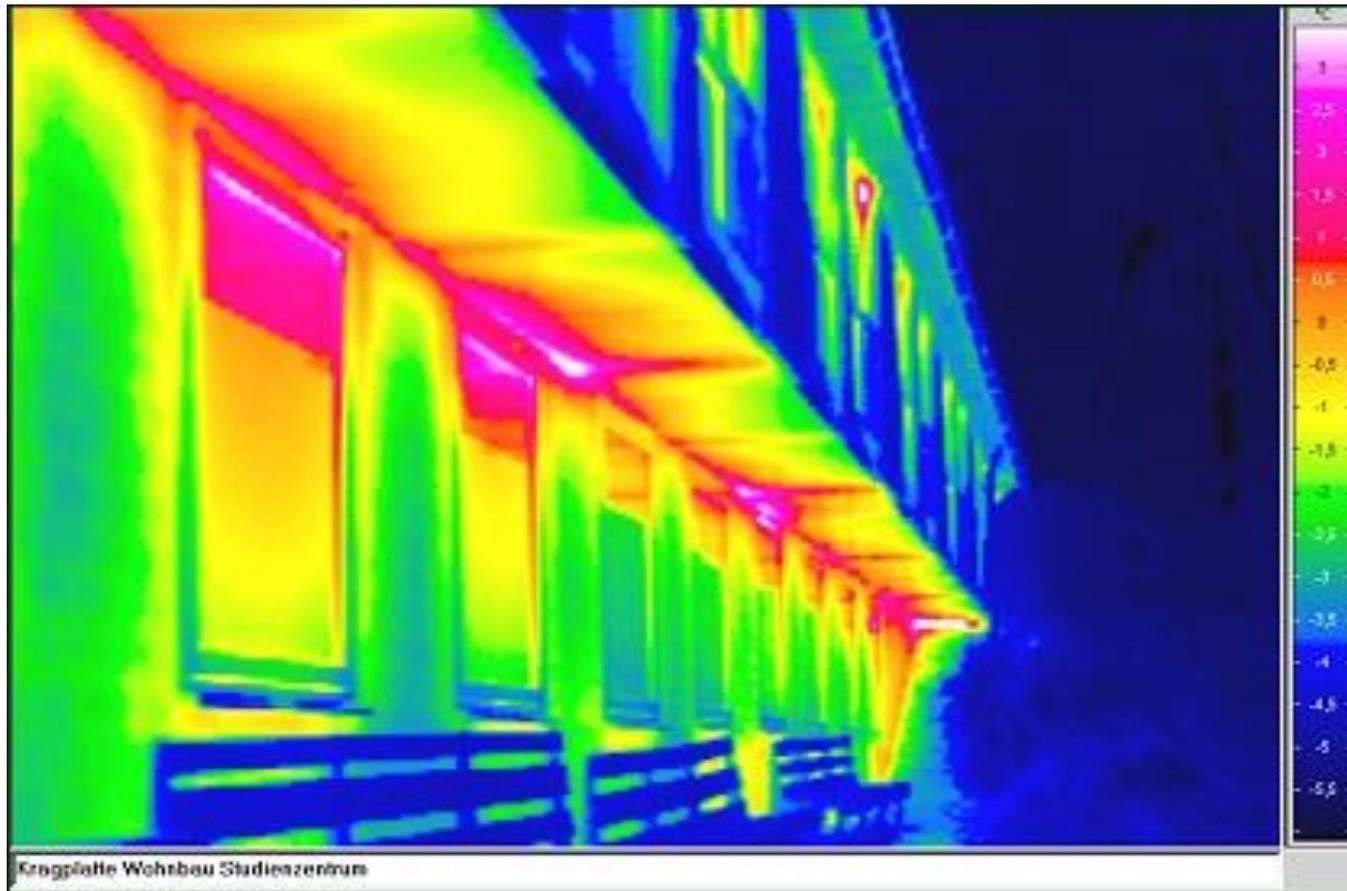


Mocne połączenie
Schöck SLD plus

Produkty: Technika zbrojeniowa

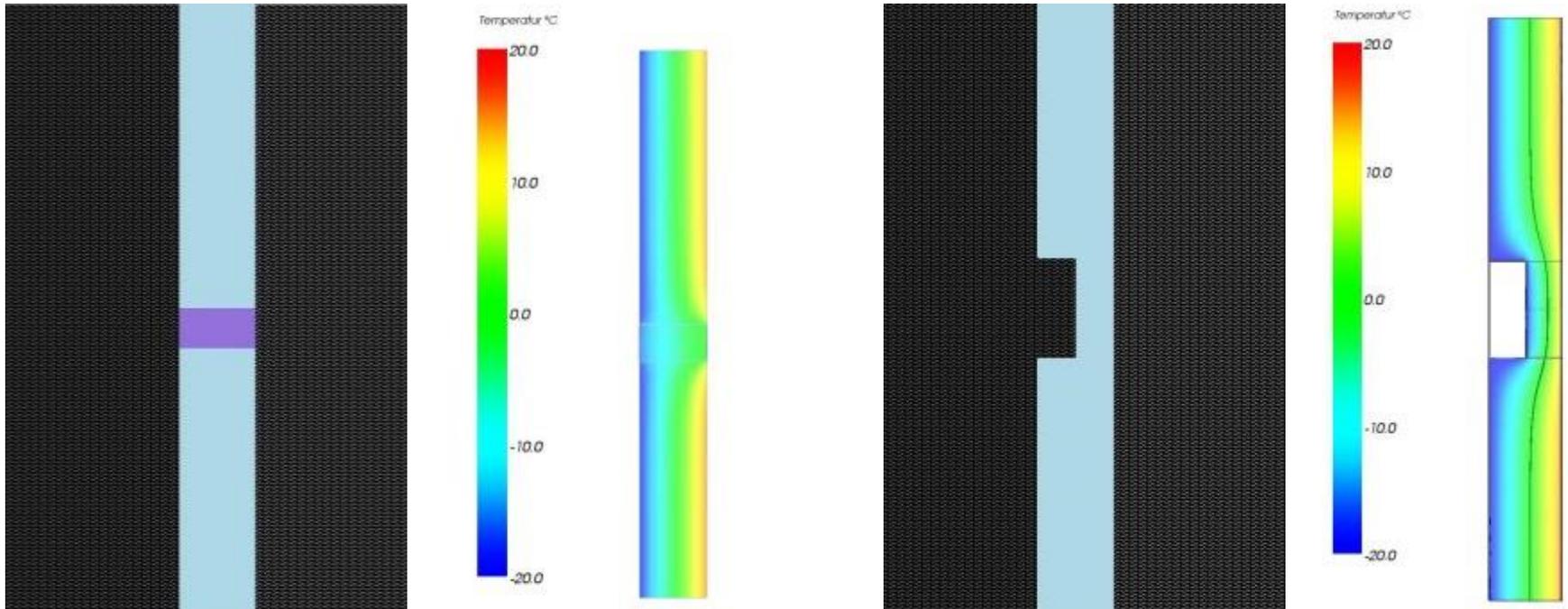


Mostek cieplny zdefiniowano w normie PN EN ISO 10211-1 jako część obudowy budynku, w której jednolity opór cieplny jest znacznie zmieniony przez:



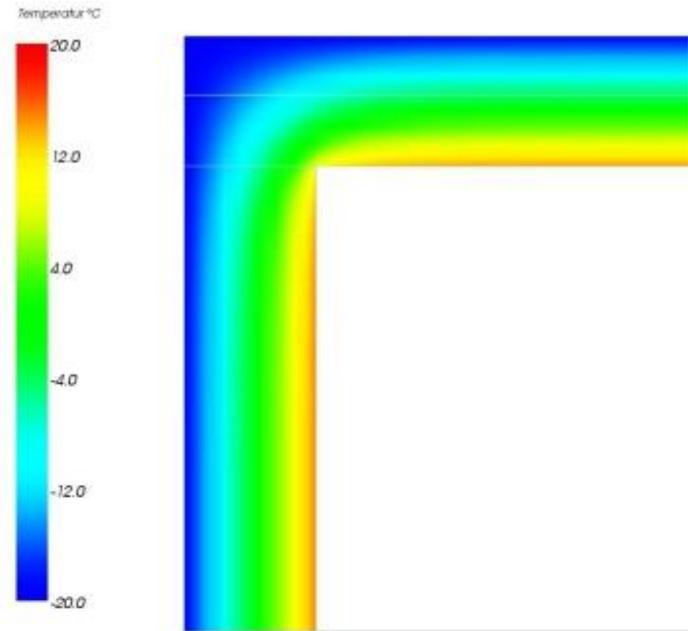
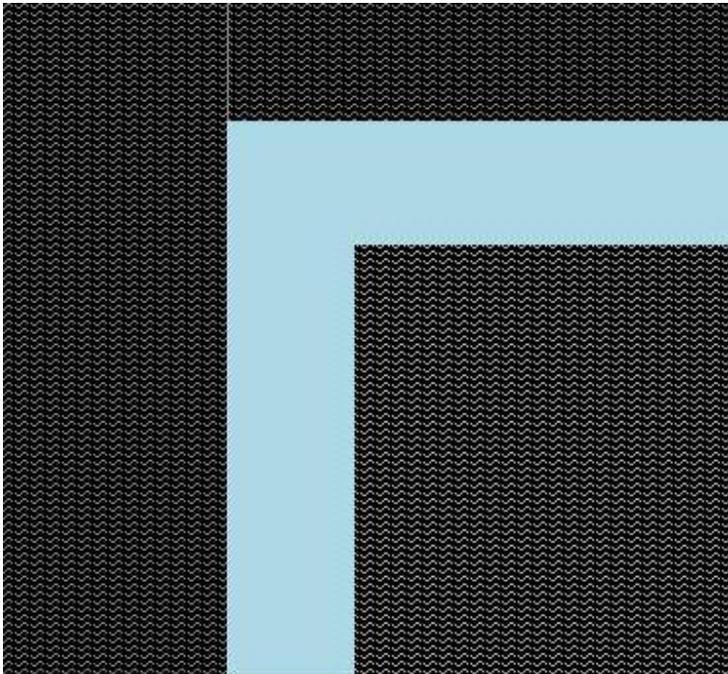
Materiałowe mostki cieplne

1. Całkowite lub częściowe przebicie obudowy budynku przez materiały o innym współczynniku przewodzenia ciepła
2. Zmianę grubości warstw materiałów



Geometryczne mostki cieplne

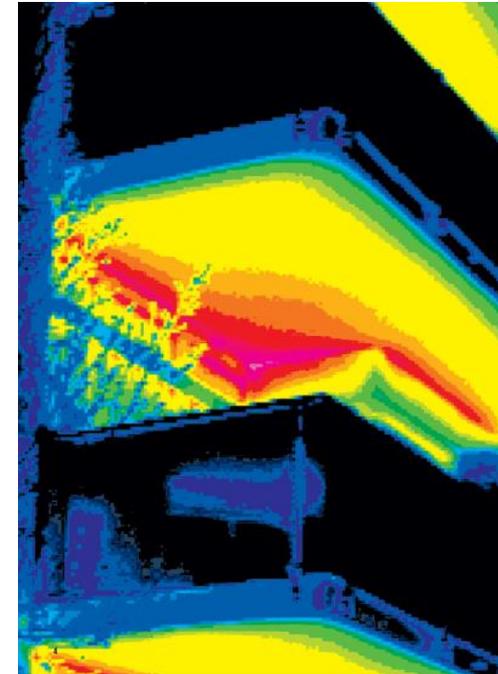
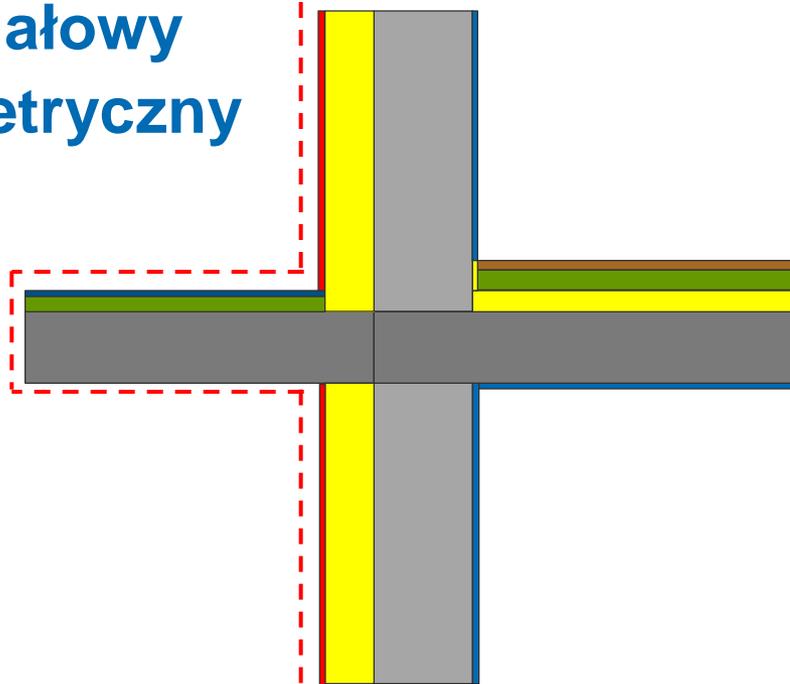
3. Różnicę między wewnętrznymi i zewnętrznymi powierzchniami przegród, jaka występuje w połączeniach



Mostki ciepne w płycie nieizolowanego balkonu

W nieizolowanej płycie balkonu występują jednocześnie 2 typy mostków cieplnych:

- materiałowy
- geometryczny

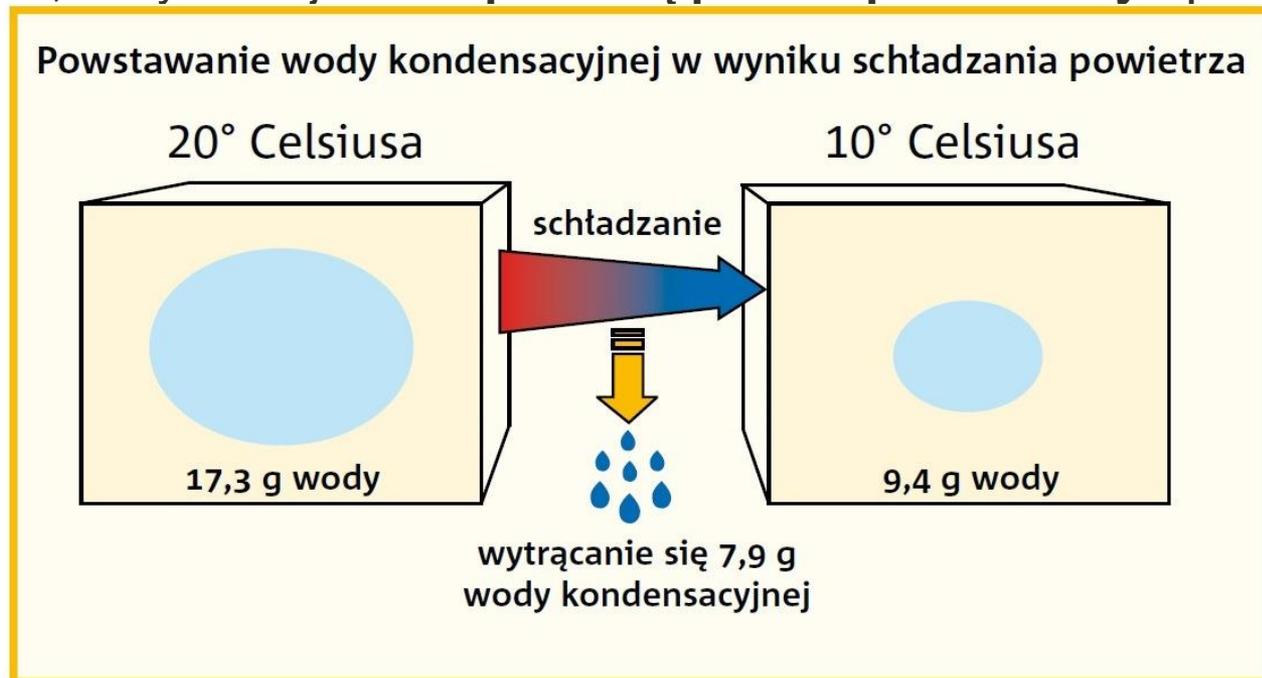


- Dlatego też nieizolowana płyta balkonowa należy krytycznych miejsc w obudowie termicznej budynku

Powierzchniowa kondensacja pary wodnej

Powierzchniowa kondensacja pary wodnej określa kondensację wilgoci na chłodnych powierzchniach, podczas której obniża się temperatura warstwy powietrza graniczącego z zimnym elementem budowlanym.

Przy obniżającej się temperaturze zmniejsza się zdolność powietrza do utrzymywania wilgoci. Podczas tego zjawiska zawarta w pomieszczeniu wilgoć ulega skropleniu na zimnej powierzchni. Temperatura graniczna, przy której dochodzi do tego zjawiska, nazywana jest **temperaturą punktu rosy θ_T** .



Tworzenie się wody kondensacyjnej na przykładzie 1 m³ powietrza; sześcian wypełniony powietrzem (z lewej strony) zawiera pewną ilość pary wodnej. Po schłodzeniu powietrza, może w nim utrzymać się mniejsza ilość pary wodnej (prawa strona). W takich warunkach dochodzi do powstawania kondensatu pary wodnej.

Temperatura powierzchni od strony pomieszczenia θ_{si}

Temperatura powierzchni od strony pomieszczenia θ_{si} dostarcza informacji o **przewodności cieplnej** elementu budowlanego. Gdy temperatura powierzchni od strony pomieszczenia mimo wysokiej temperatury wewnętrznej jest niska, wówczas można wywnioskować, że przez dany element przedostaje się na zewnątrz dużo energii cieplnej.

W obrębie mostków cieplnych występują najniższe temperatury powierzchniowe, z tego powodu mówi się w ich kontekście również o minimalnych temperaturach powierzchniowych $\theta_{si,min}$. Wartość minimalnej temperatury powierzchniowej decyduje o tym, czy w miejscu mostka cieplnego może tworzyć się kondensat lub zagrzybienie.

Minimalna temperatura powierzchni jest więc parametrem wskazującym na skutki mostka cieplnego. $\theta_{si,min}$ i zależy bezpośrednio od konstrukcji mostka cieplnego (Geometria i przewodność cieplna materiałów tworzących mostek cieplny).

Temperatura punktu rosy θ_T

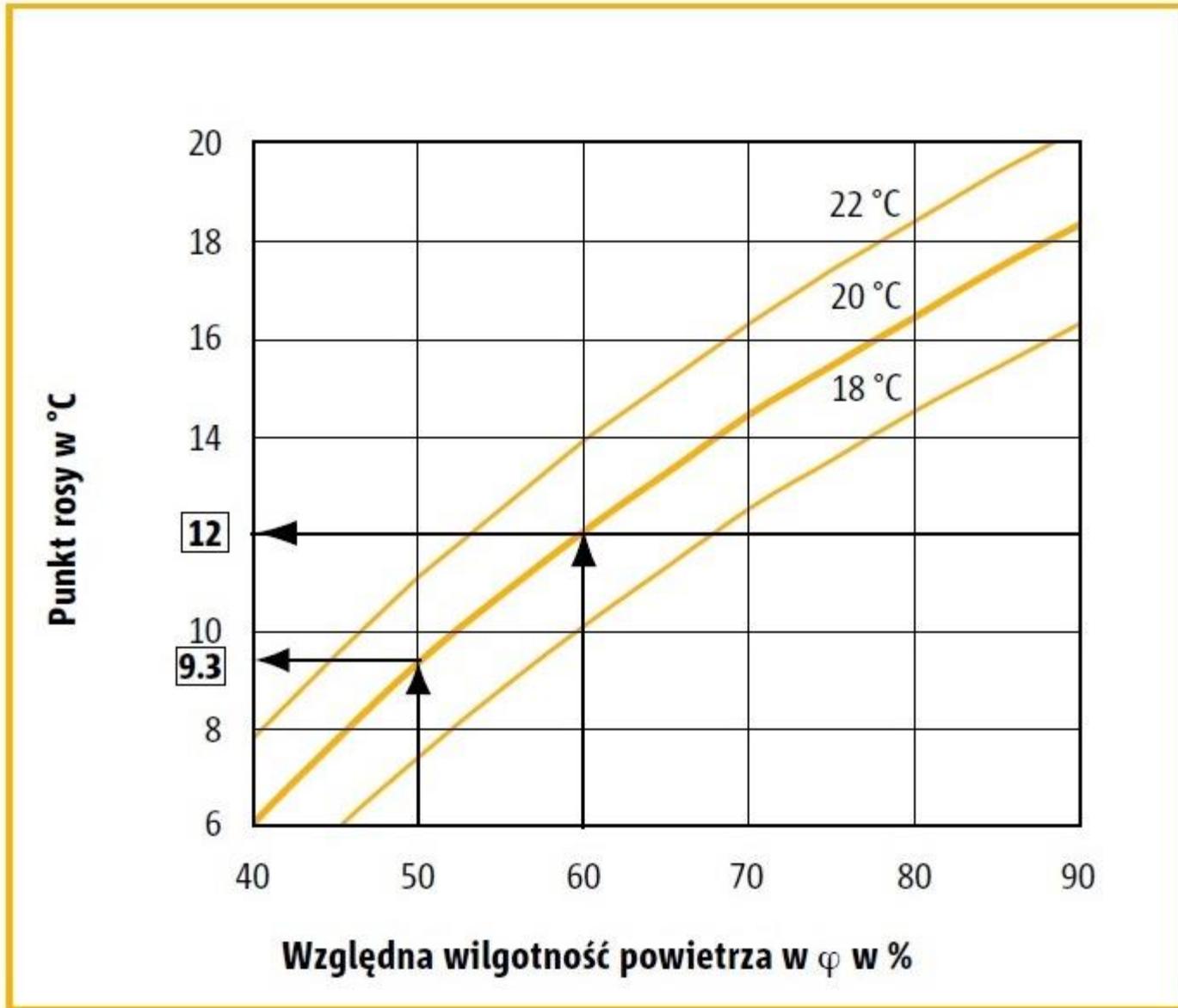
Temperatura punktu rosy dla pomieszczenia to temperatura, w której wilgotność występująca w danym pomieszczeniu nie może być nadal utrzymywana w powietrzu i dlatego jest oddawana w formie kropelek wody. W takiej sytuacji względna wilgotność powietrza w pomieszczeniu wynosi 100 %.

Zależy ona od temperatury powietrza i od wilgotności powietrza w pomieszczeniu. Im wyższa jest względna wilgotność w pomieszczeniu i im wyższa temperatura, tym wyższa jest temperatura punktu rosy.

Zwykły klimat panujący w pomieszczeniach ma średnio temperaturę ok. 20 °C i względną wilgotność w wysokości ok. 50 %. To daje nam temperaturę punktu rosy na poziomie 9,3 °C. W pomieszczeniach z dużą wilgotnością, takich jak np. łazienka, osiągnięta jest wyższa wilgotność w wysokości 60 % i więcej. Odpowiednio wyższa jest wówczas temperatura punktu rosy, a ryzyko wykraplania się pary wodnej zwiększa się.

I tak temperatura punktu rosy przy wilgotności pomieszczenia na poziomie 60 % wynosi już 12,0 °C. Nawet nieznaczne podwyższenie wilgotności pomieszczeniu prowadzi do wzrostu temperatury punktu rosy. To zaś prowadzi do zwiększenia ryzyka wykraplania pary wodnej na zimnych powierzchniach elementów budowlanych.

Zależność punktu rosy od wilgotności i temperatury pomieszczenia.



Temperatura punktu rosy przy wilgotności względnej powietrza φ [%]

Θ [°C]	Temperatura punktu rosy przy wilgotności względnej powietrza φ [%]													
	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
10	-6,0	-4,2	-2,6	-1,2	0,1	1,4	2,6	3,7	4,8	5,8	6,7	7,6	8,5	9,2
11	-5,2	-3,4	-1,8	-0,4	1,0	2,3	3,6	4,7	5,8	6,8	7,7	8,6	9,4	10,2
12	-4,4	-2,6	-1,0	0,5	1,9	3,3	4,5	5,6	6,7	7,7	8,7	9,6	10,4	11,2
13	-3,7	-1,8	-0,2	1,4	2,8	4,2	5,4	6,6	7,7	8,7	9,7	10,6	11,4	12,2
14	-2,9	-1,0	0,6	2,3	3,8	5,1	6,4	7,5	8,6	9,7	10,6	11,5	12,4	13,2
15	-2,1	-0,3	1,5	3,2	4,7	6,1	7,3	8,5	9,6	10,6	11,6	12,5	13,4	14,2
16	-1,4	0,6	2,4	4,1	5,6	7,0	8,3	9,4	10,6	11,6	12,6	13,5	14,4	15,2
17	-0,6	1,5	3,3	5,0	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,6	13,5	14,5	15,4	16,2
18	0,2	2,3	4,2	5,9	7,5	8,9	10,1	11,3	12,5	13,5	14,5	15,5	16,4	17,2
19	1,1	3,2	5,1	6,8	8,4	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,5	16,4	17,3	18,2
20	1,9	4,1	6,0	7,7	9,3	10,7	12,0	13,2	14,4	15,5	16,5	17,4	18,3	19,2
21	2,8	5,0	6,9	8,6	10,2	11,6	13,0	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4	19,3	20,2
22	3,7	5,9	7,8	9,6	11,1	12,6	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	21,2
23	4,5	6,8	8,7	10,5	12,0	13,5	14,8	16,1	17,3	18,4	19,4	20,4	21,3	22,2
24	5,4	7,6	9,6	11,4	13,0	14,4	15,8	17,0	18,2	19,3	20,4	21,3	22,3	23,2
25	6,3	8,5	10,5	12,3	13,9	15,4	16,7	18,0	19,2	20,3	21,3	22,3	23,3	24,2
26	7,1	9,4	11,4	13,2	14,8	16,3	17,7	18,9	20,1	21,3	22,3	23,3	24,3	25,2
27	8,0	10,3	12,3	14,1	15,7	17,2	18,6	19,9	21,1	22,2	23,3	24,3	25,2	26,2
28	8,8	11,1	13,2	15,0	16,6	18,1	19,5	20,8	22,0	23,2	24,3	25,3	26,2	27,2
29	9,7	12,0	14,1	15,9	17,6	19,1	20,5	21,8	23,0	24,1	25,2	26,3	27,2	28,2
30	10,6	12,9	15,0	16,8	18,5	20,0	21,4	22,7	24,0	25,1	26,2	27,2	28,2	29,1

Temperatura powstawania zagrzybienia θ_s

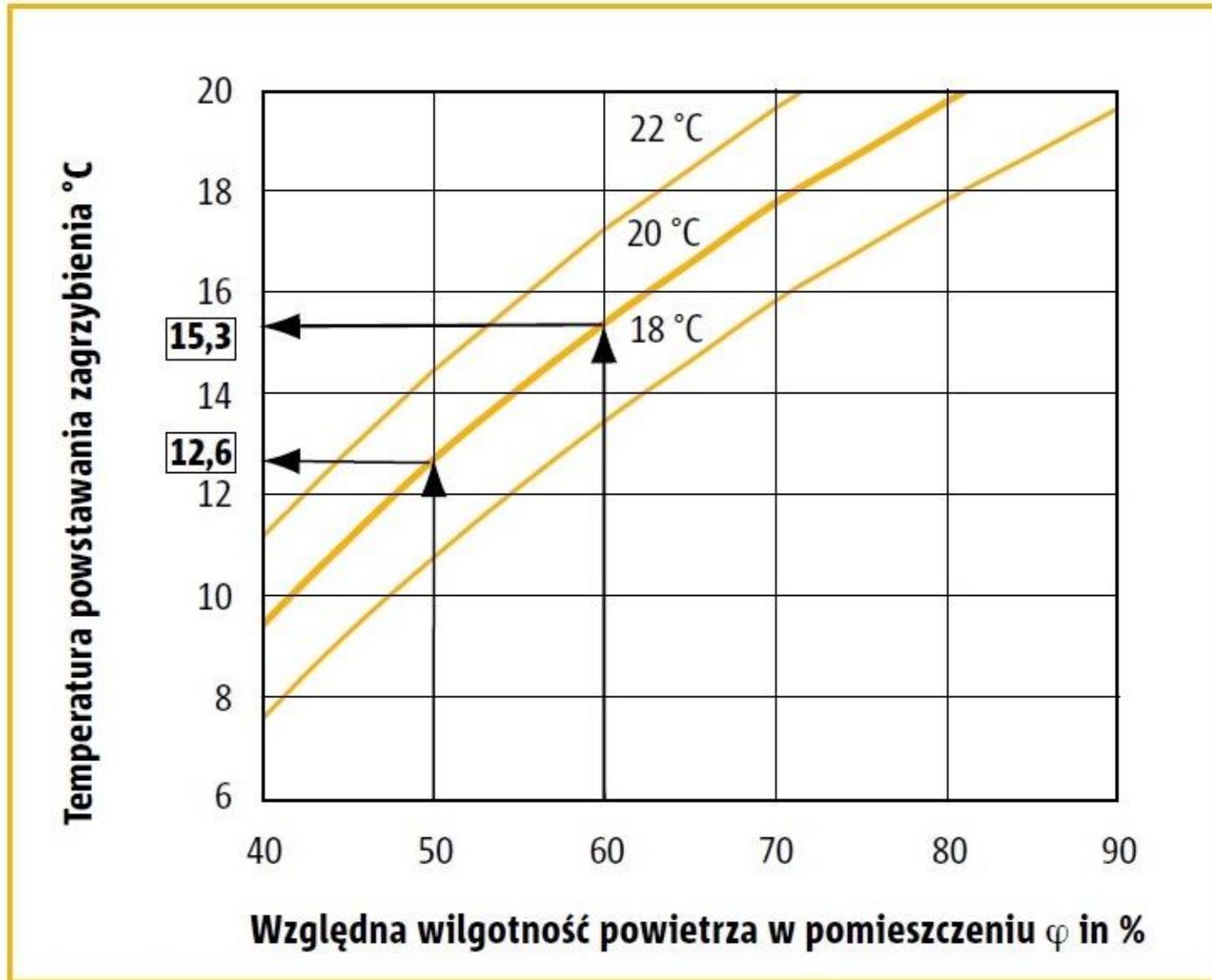
Na zimnych powierzchniach elementów budowlanych będzie tworzył się grzyb, gdy powierzchnia elementu budowlanego jest co najmniej tak zimna, że w bezpośrednio graniczącej z nią warstwie powietrza występuje wilgotność na poziomie 80 %.

Temperatura, w której do tego dochodzi to tak zwana temperatura powstawania zagrzybienia θ_s .

Warunki na powierzchni elementów budowlanych sprzyjające tworzeniu się zagrzybienia występują przy wilgotności powietrza powyżej 80 %. Oznacza to, że na zimnych powierzchniach elementów budowlanych powstawać będzie grzyb, gdy są one co najmniej tak zimne, że w warstwie powietrza, która bezpośrednio z nimi graniczy, występuje wilgotność w wysokości 80%. Temperatura, w której występuje to zjawisko, to **temperatura powstawania zagrzybienia θ_s** . Tak więc do wzrostu zagrzybienia dochodzi już w temperaturach powyżej **temperatury punktu rosy**.

Przy temperaturze powietrza równej 20 °C i wilgotności względnej równej 50 % dopuszczalna temperatura z uwagi na ochronę przed zagrzybieniem jest równa 12,6 °C czyli o 3,3 °C powyżej temperatury punktu rosy . W zapobieganiu szkodom budowlanym związanym z tworzeniem się zagrzybienia istotnym czynnikiem jest temperatura, poniżej której rozpoczyna się ten proces. Dlatego temperatura na powierzchni przegrody **musi być** wyższa od tej minimalnej ,od której proces powstawania zagrzybienia się rozpoczyna (PN EN ISO-13788-2003).

Zależność temperatury, w której dochodzi do tworzenia się grzyba od wilgotności i temperatury powietrza.



Temperatura ryzyka pojawienia się grzybów pleśniowych przy wilgotności względnej powietrza φ [%]

Θ [°C]	Temperatura ryzyka pojawienia się grzybów pleśniowych przy wilgotności względnej powietrza φ [%]													
	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
10	-3,4	-1,5	0,1	1,7	3,2	4,5	5,8	7,0	8,0	9,1	10,0	10,9	11,8	12,6
11	-2,6	-0,7	1,0	2,6	4,1	5,5	6,8	7,9	9,0	10,0	11,0	11,9	12,8	13,6
12	-1,8	0,1	1,9	3,6	5,1	6,5	7,7	8,9	10,0	11,0	12,0	12,9	13,8	14,6
13	-1,0	1,0	2,8	4,5	6,0	7,4	8,7	9,9	11,0	12,0	13,0	13,9	14,8	15,7
14	-0,2	1,9	3,8	5,5	7,0	8,4	9,7	10,9	12,0	13,0	14,0	15,0	15,8	16,7
15	0,6	2,8	4,7	6,4	7,9	9,3	10,6	11,8	13,0	14,0	15,0	16,0	16,9	17,7
16	1,5	3,7	5,6	7,3	8,9	10,3	11,6	12,8	13,9	15,0	16,0	17,0	17,9	18,7
17	2,4	4,6	6,5	8,3	9,8	11,2	12,6	13,8	14,9	16,0	17,0	18,0	18,9	19,8
18	3,3	5,5	7,5	9,2	10,8	12,2	13,5	14,8	15,9	17,0	18,0	19,0	19,9	20,8
19	4,2	6,4	8,4	10,1	11,7	13,2	14,5	15,7	16,9	18,0	19,0	20,0	20,9	21,8
20	5,1	7,3	9,3	11,1	12,6	14,1	15,5	16,7	17,9	19,0	20,0	21,0	21,9	22,8
21	6,0	8,2	10,2	12,0	13,6	15,1	16,4	17,7	18,9	20,0	21,0	22,0	23,0	23,9
22	6,9	9,1	11,1	12,9	14,5	16,0	17,4	18,7	19,9	21,0	22,0	23,0	24,0	24,9
23	7,8	10,0	12,0	13,8	15,5	17,0	18,4	19,6	20,8	22,0	23,0	24,0	25,0	25,9
24	8,6	10,9	13,0	14,8	16,4	17,9	19,3	20,6	21,8	23,0	24,0	25,0	26,0	26,9
25	9,5	11,8	13,9	15,7	17,4	18,9	20,3	21,6	22,8	24,0	25,0	26,1	27,0	27,9
26	10,4	12,7	14,8	16,6	18,3	19,8	21,3	22,6	23,8	24,9	26,0	27,1	28,0	29,0
27	11,3	13,7	15,7	17,6	19,3	20,8	22,2	23,5	24,8	25,9	27,0	28,1	29,1	30,0
28	12,2	14,6	16,6	18,5	20,2	21,8	23,2	24,5	25,8	26,9	28,0	29,1	30,1	31,0
29	13,1	15,5	17,6	19,4	21,1	22,7	24,1	25,5	26,7	27,9	29,0	30,1	31,1	32,0
30	14,0	16,4	18,5	20,4	22,1	23,7	25,1	26,5	27,7	28,9	30,0	31,1	32,1	33,1

Powstawanie zagrzybienia

Podsumowując należy odnotować, że nie wystarczy, gdy temperatury powierzchni wewnętrznych są wyższe od temperatury punktu rosy w pomieszczeniu: temperatury powierzchniowe muszą być także wyższe od temperatury, w której dochodzi do tworzenia się grzyba! Wartość graniczna dla wilgotności względnej na powierzchni elementu budowlanego wynosi 80 % (PN EN 13788).

W odniesieniu do powietrza o temperaturze równej 20 °C i wilgotności względnej równej 50 % dopuszczalna temperatura z uwagi na ochronę przed zagrzybieniem jest równa 12,6 °C,

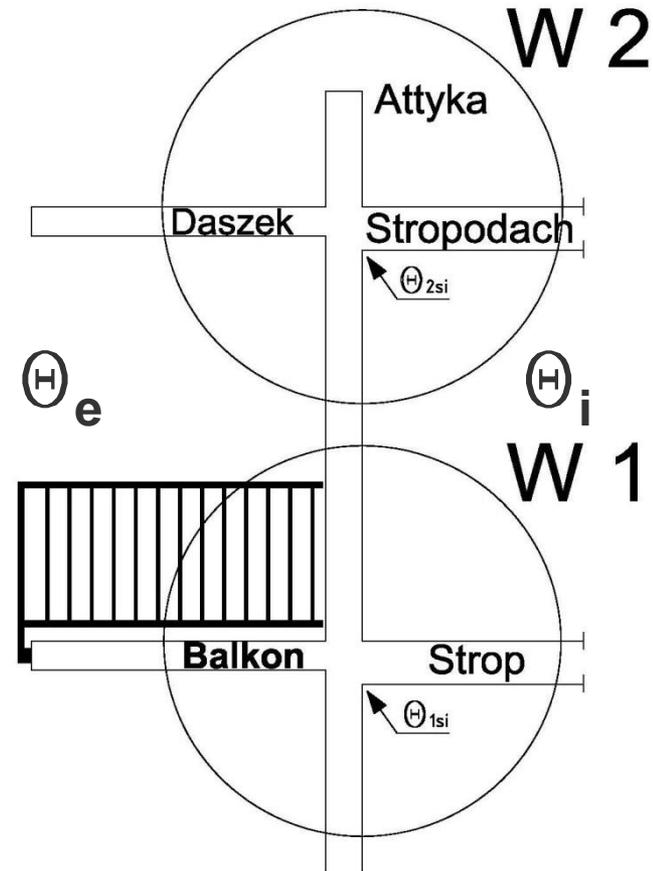
$$\theta_{si,min} \geq 12,6 \text{ °C}$$

Współczynnik temperaturowy f_{Rsi}

$$f_{Rsi} = \frac{\Theta_{si} - \Theta_e}{\Theta_i - \Theta_e}$$

PN-EN ISO 13788:2003 - Ciepłno-wilgotnościowe właściwości komponentów budowlanych i elementów budynku --
Temperatura powierzchni wewnętrznej konieczna do uniknięcia krytycznej wilgotności powierzchni i kondensacja międzywarstwowa - Metody obliczania

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75, poz. 690 z późn. zm.)



Współczynnik temperaturowy f_{Rsi} charakteryzuje jakość złącza.

Im wartość f_{Rsi} jest wyższa, tym mniejsze istnieje ryzyko pojawienia się zjawiska kondensacji powierzchniowej, w dalszej konsekwencji ryzyko powstania grzybów pleśniowych.

Wymagania dotyczące współczynnika f_{Rsi}

Dz. U. Nr 201, poz. 1238 z dn.06.11.2008 Załącznik 2 ; p. 2.2:

Warunki spełnienia wymagań dotyczących powierzchniowej kondensacji pary wodnej:

p.2.2.1 W celu zachowania warunku par 321 ust.1 rozporządzenia w odniesieniu do przegród zewnętrznych budynków mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego , użyteczności publicznej i produkcyjnych, rozwiązania przegród zewnętrznych i ich węzłów konstrukcyjnych powinny charakteryzować się współczynnikiem temperaturowym f_{Rsi} o wartości nie mniejszej niż wymagana wartość krytyczna, obliczona zgodnie z Polską Normą dotycząca metody obliczania temperatury powierzchni wewnętrznej koniecznej do uniknięcia krytycznej wilgotności powierzchni i kondensacji międzywarstwowej.

p. 2.2.2. Wymaganą wartość krytyczną współczynnika temperaturowego f_{Rsi} w pomieszczeniach ogrzewanych do temperatury co najmniej 20°C w budynkach mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej należy określać wg rozdziału 5 Polskiej Normy, o której mowa w p. 2.2.1 , przy założeniu, że średnia miesięczna wartość wilgotności względnej powietrza wewnętrznego jest równa $\varphi = 50\%$, przy czym dopuszcza się przyjmowanie wymaganej wartości tego współczynnika równej 0,72.

Wymagania dotyczące współczynnika f_{Rsi} wg PN EN 13788

Rozdział 5 – Obliczanie temperatury powierzchni koniecznej do uniknięcia krytycznej wilgotności powierzchni

5.1 Uwagi ogólne

...Ryzyko rozwoju pleśni występuje na powierzchni wtedy , gdy jej wilgotność względna przekracza 0,8 przez kilka dni.

5.2 Parametry określające

Poza klimatem zewnętrznym (temperatura powietrza i wilgotnością) trzy parametry są odpowiedzialne za kondensację powierzchniową i rozwój pleśni:

a) „jakość cieplna” każdego elementu obudowy budynku , reprezentowana przez opór cieplny , mostki cieplne , geometrię i opór przejmowania ciepła na powierzchni wewnętrznej. Jakość cieplną można scharakteryzować przez podanie czynnika temperaturowego na wewnętrznej powierzchni f_{Rsi}

b) Wewnętrzny dopływ wilgoci

c) Temperatura powietrza wewnętrznego i system grzewczy.

5.3 Projektowanie pod kątem uniknięcia rozwoju pleśni

Aby uniknąć rozwoju pleśni, wilgotność względna powierzchni nie powinna przekraczać wartości 0,8 przez kilka dni. Główne kroki procedury projektowej to określenie wilgotności powietrza wewnętrznego, a następnie na podstawie wymaganej wilgotności względnej na powierzchni, obliczenie akceptowalnej wilgotności objętościowej w stanie nasycenia ν_{sat} lub ciśnienia pary nasyconej p_{sat} na powierzchni. Na podstawie tej wartości ustalana jest minimalna temperatura powierzchni i stąd wymagana „jakość cieplna” obudowy budynku (określona dla danej temperatury powietrza wewnętrznego i wyrażona za pomocą f_{Rsi}).

Wymagania dotyczące współczynnika f_{Rsi} wg PN EN 13788

Dla każdego miesiąca w roku należy:

- a) Zdefiniować temperaturę powietrza zewnętrznego
- b) Zdefiniować wilgotność zewnętrzną.
- c) Zdefiniować temperaturę wewnętrzną zgodnie z praktyką krajową
- d) Obliczyć wewnętrzną wilgotność względną na podstawie Δv lub Δp lub przyjąć wilgotność względną w pomieszczeniach klimatyzowanych jako stałą, uwzględniając zdefiniowaną poprawkę na margines bezpieczeństwa (1,1)
- e) Przyjmując maksymalną dopuszczalną wilgotność względną na powierzchni $\varphi_{si} = 0,8$ obliczyć minimalną dopuszczalną wilgotność objętościową w stanie nasycenia v_{sat} lub ciśnienia pary nasyconej p_{sat}
- f) na podstawie minimalnej dopuszczalnej wilgotności w stanie nasycenia określić minimalną dopuszczalną temperaturę powierzchni $\Theta_{si,min}$
- g) Na podstawie minimalnej dopuszczalnej temperatury powierzchni, przyjmując temperaturę powietrza wewnętrznego i temperaturę zewnętrzną oblicza się minimalny czynnik temperaturowy f_{Rsi}

Krytycznym miesiącem jest ten, w którym wymagana wartość $f_{Rsi,min}$ jest największa. Czynnik temperaturowy dla tego miesiąca ma wartość $f_{Rsi,max}$, a element budynku należy tak projektować, aby $f_{Rsi,max}$ było zawsze przekraczane, tzn. $f_{Rsi} > f_{Rsi,max}$

Miasto	Miesiąc	Θ_e [°C]	φ_e	p_{sat} [Pa]	p_e [Pa]	Δp [Pa]	p_i [Pa]	$p_s(t_{si})$ [Pa]	Θ_{kr} [°C]	f_{Rsi} (kr)
	1	2	3		4	5	6	7	8	9
Warszawa	styczeń	-3,4	0,85	461	392	1080	1580	1975	17,3	0,885
Łódź	luty	-2,6	0,8	492	394	1080	1582	1977	17,3	0,881
Lublin	marzec	1,4	0,7	677	474	1004	1579	1973	17,3	0,855
	grudzień	-0,8	0,85	572	486	1080	1674	2093	18,3	0,918

Wymagania dotyczące współczynnika f_{Rsi} wg PN EN 13788

Klasy obciążenia wilgotnością wewnętrzną (wg Załącznika A PN EN ISO 13788)

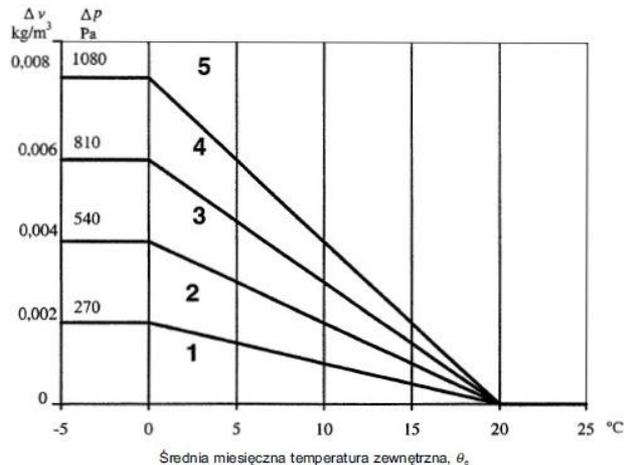
Wilgotność wewnętrzną można opisać stosując pięć klas wilgotności. Na rysunku pokazano graniczne wartości Δv lub Δp dla każdej klasy. Zaleca się przyjmować w obliczeniach górną wartość graniczną w odniesieniu do każdej klasy, jeśli projektant nie wykaże, że warunki są mniej ostre.

Tablica A.1 – Klasy wilgotności wewnętrznej

Klasa wilgotności	Budynek
1	Powierzchnia magazynowa
2	Biura, sklepy
3	Mieszkania mało zagęszczone
4	Mieszkania mało zagęszczone, hale sportowe, kuchnie, stołówki; budynki ogrzewane grzejnikami gazowymi bez przewodów spalinowych
5	Budynki specjalne, np. pralnia, browar, basen kąpielowy

Tabelle A.1 – Raumseitige Luftfeuchtklassen

Luftfeuchtklasse	Gebäude
1	Lager
2	Büros, Geschäfte
3	Wohnhäuser mit geringer Belegung
4	Wohnhäuser mit hoher Belegung, Sporthallen, Küchen, Kantinen, Gebäude mit Gasöfen ohne Schornsteinanschluss
5	Besondere Gebäude, z. B. Wäschereien, Brauereien, Schwimmbäder



Rysunek A.1 – Zmiana klas wilgotności wewnętrznej w zależności od temperatury zewnętrznej

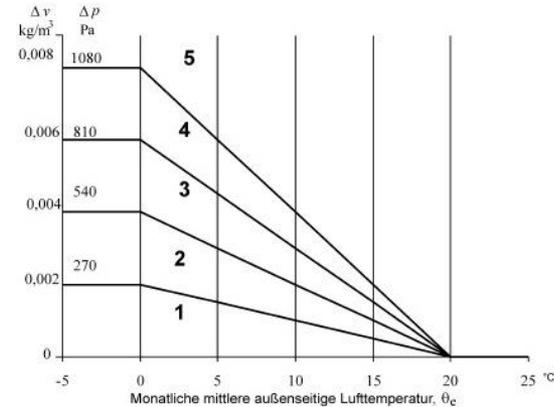


Bild A.1 – Veränderung der raumseitigen Luftfeuchtklassen in Abhängigkeit von der außenseitigen Temperatur

Miasto	Miesiąc	Θ_e [°C]	φ_e	p_{sat} [Pa]	p_e [Pa]	Δp [Pa]	p_i [Pa]	$p_s(t_{si})$ [Pa]	Θ_{kr} [°C]	f_{Rsi} (kr)
	1	2	3		4	5	6	7	8	9
Warszawa	styczeń	-3,4	0,85	461	392	1080	1580	1975	17,3	0,885
Łódź	luty	-2,6	0,8	492	394	1080	1582	1977	17,3	0,881
Lublin	marzec	1,4	0,7	677	474	1004	1579	1973	17,3	0,855
	grudzień	-0,8	0,85	572	486	1080	1674	2093	18,3	0,918

Wymagania dotyczące współczynnika f_{Rsi}

przyjmując wymagania PN EN 13788 dla:

- Budynek wielorodzinny (duża/średnia/mała gęstość zamieszkania) – klasa 4/3
- Strefa klimatyczna 3b
- Wentylacja grawitacyjna w budynku

Miasto	Miesiąc	Θ_e [°C]	φ_e	Δp [Pa]	Θ_{kr} [°C]	f_{Rsi} (kr)
	1	2	3	5	8	9
Katowice	styczeń	-3	0,85	1080	17,4	0,887
Kraków	luty	-1,6	0,8	1080	17,6	0,889
Rzeszów	marzec	2,3	0,7	956	17,1	0,836
	grudzień	-0,5	0,85	1080	18,3	0,917

Miasto	Miesiąc	Θ_e [°C]	φ_e	Δp [Pa]	Θ_{kr} [°C]	f_{Rsi} (kr)
	1	2	3	5	8	9
Katowice	styczeń	-3	0,85	945	15,9	0,822
Kraków	luty	-1,6	0,8	945	16,1	0,819
Rzeszów	marzec	2,3	0,7	836	15,7	0,757
	grudzień	-0,5	0,85	945	16,9	0,849

Miasto	Miesiąc	Θ_e [°C]	φ_e	Δp [Pa]	Θ_{kr} [°C]	f_{Rsi} (kr)
	1	2	3	5	8	9
Katowice	styczeń	-3	0,85	810	14,2	0,748
Kraków	luty	-1,6	0,8	810	14,5	0,745
Rzeszów	marzec	2,3	0,7	717	14,2	0,672
	grudzień	-0,5	0,85	810	15,3	0,771



Strefa IIIb		
Miesiąc	Temp.	Wilg, w z gl.
	[°C]	[%]
styczeń	-3.00	85
luty	-1.60	80
marzec	2.30	70
kwiecień	8.00	60
maj	13.00	65
czerwiec	16.70	65
lipiec	18.00	70
sierpień	17.40	65
wrzesień	13.40	70
październik	8.50	75
listopad	3.70	80
grudzień	-0.50	85

Straty ciepła przez przenikanie przez elementy budynku – Liniowe i punktowe mostki cieplne

$$H_D = \sum U \cdot A + \sum \psi \cdot l + \sum \chi \quad [W / K]$$

↓

$$\chi = 0$$

↓

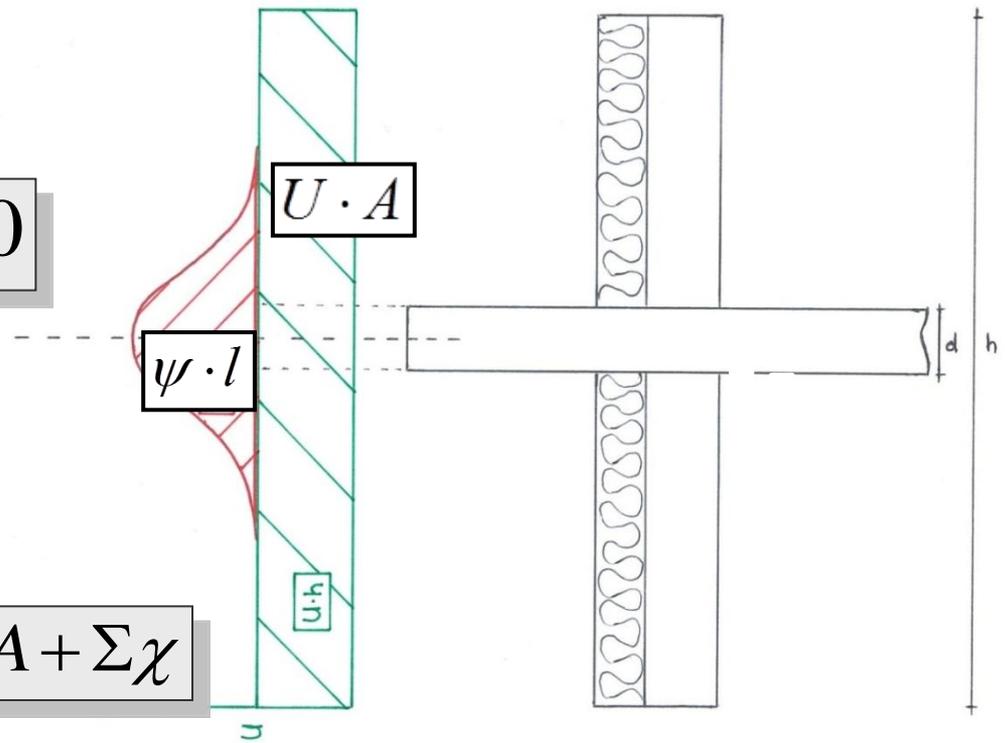
$$H_D = \sum U \cdot A + \sum \psi \cdot l$$

↓

$$\psi = 0$$

↓

$$H_D = \sum U \cdot A + \sum \chi$$



Należy dążyć do rozwiązań minimalizujących wpływ liniowych i punktowych mostków cieplnych, czyli minimalizowania współczynników ψ i χ .

Klasyfikacja wpływu mostków cieplnych

Klasyfikacja wg ITB mostków cieplnych za względu na wartość współczynnika ψ (wg Poradnik ITB Nr 402/2004 :Ciepłno-wilgotnościowa ocena mostków cieplnych – PeterWouters, Jacques Schietecata, Piet Standert, dr inż. Krzysztof Kasperkiewicz:

Zostały wyróżnione 4 klasy wpływu mostków cieplnych:

Klasa C1 $\psi < 0,10$ - wpływ pomijalny

C1

Klasa C2 $0,10 \leq \psi < 0,25$ - mały wpływ

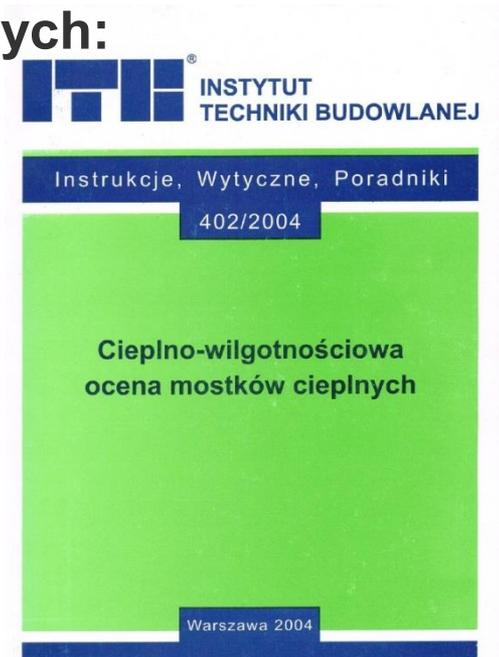
C2

Klasa C3 $0,25 \leq \psi < 0,5$ - duży wpływ

C3

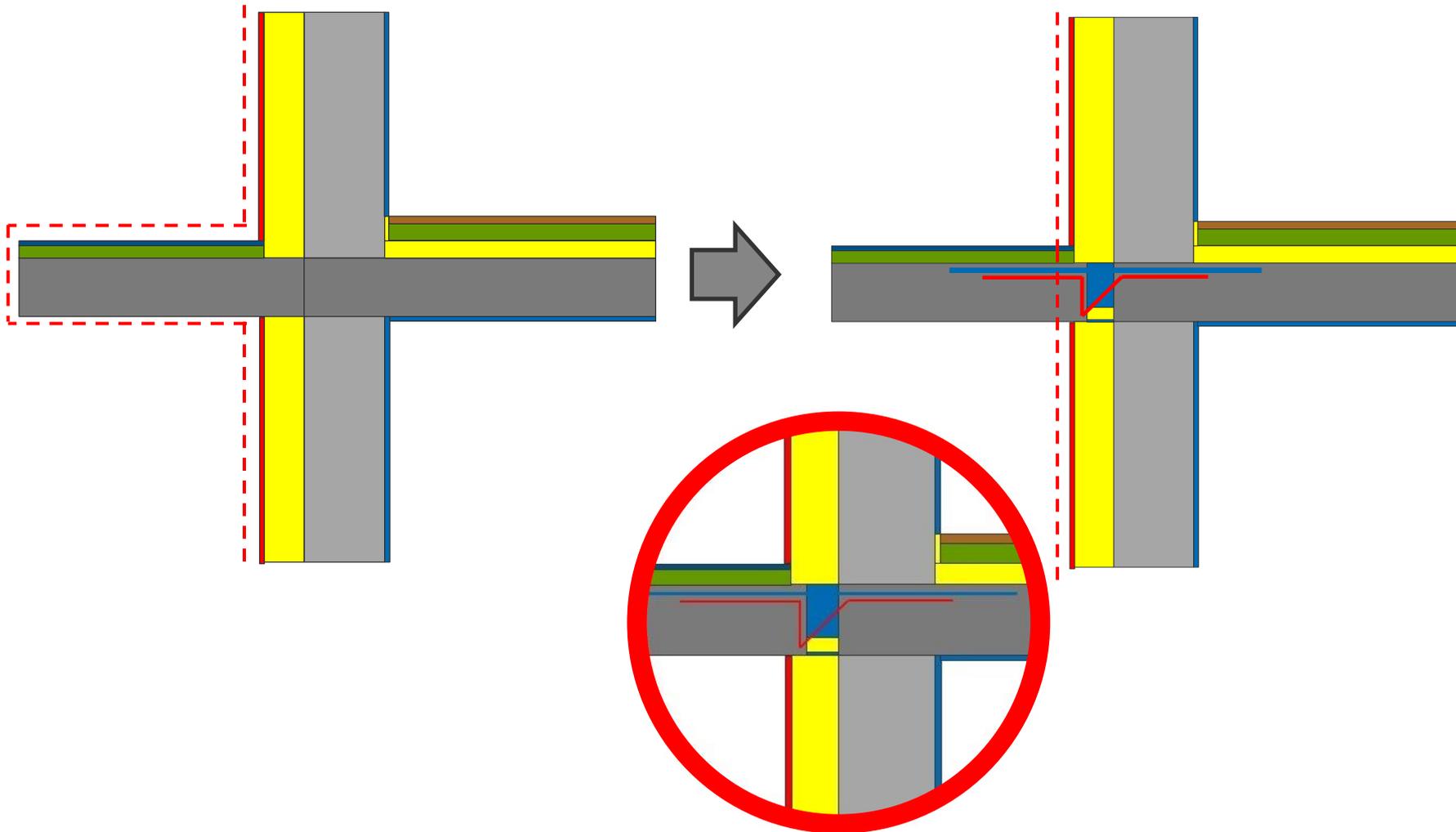
Klasa C4 $\psi \geq 0,5$ - bardzo duży wpływ

C4



Straty ciepła przez przenikanie przez elementy budynku

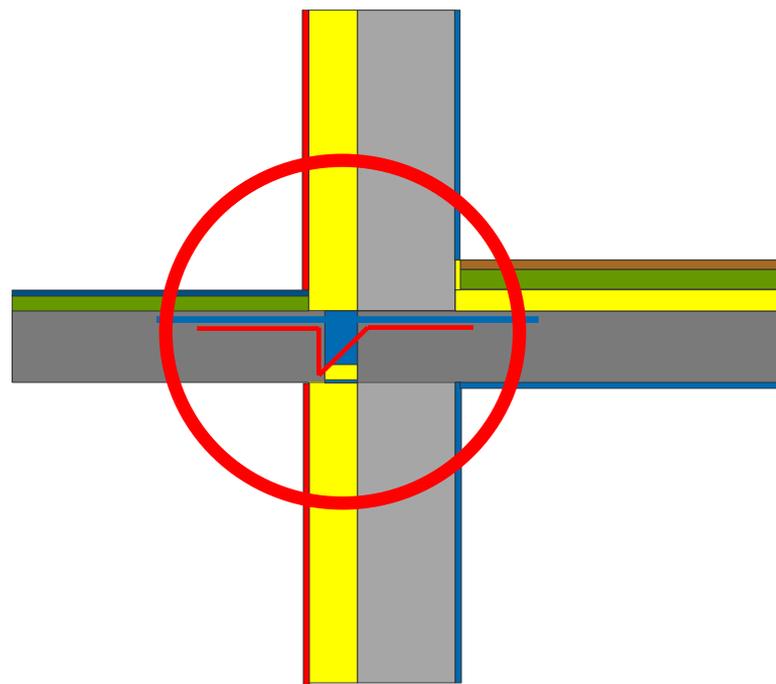
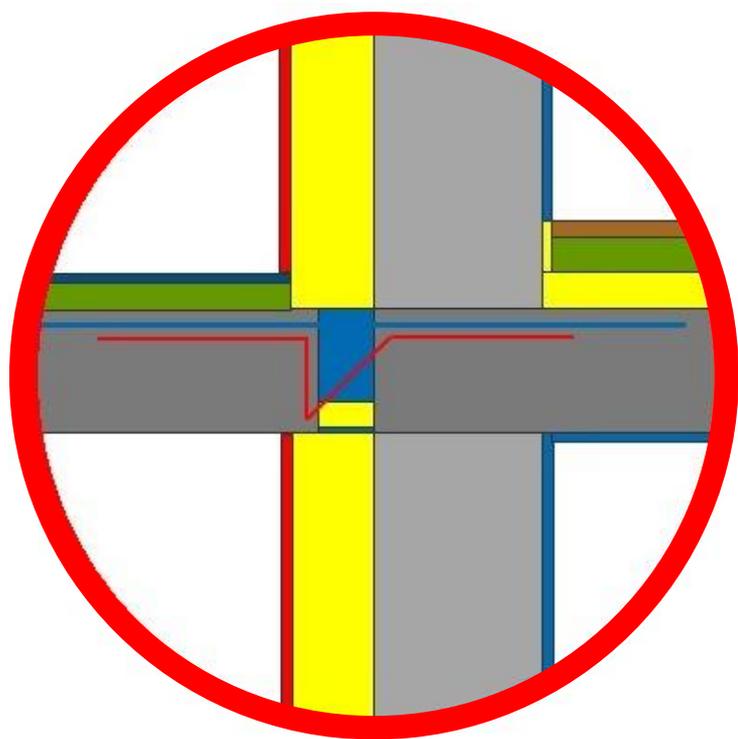
Idea rozwiązania to wyeliminowanie geometrycznego mostka cieplnego w balkonie



Straty ciepła przez przenikanie przez elementy budynku

Element izolujący powinien się charakteryzować:

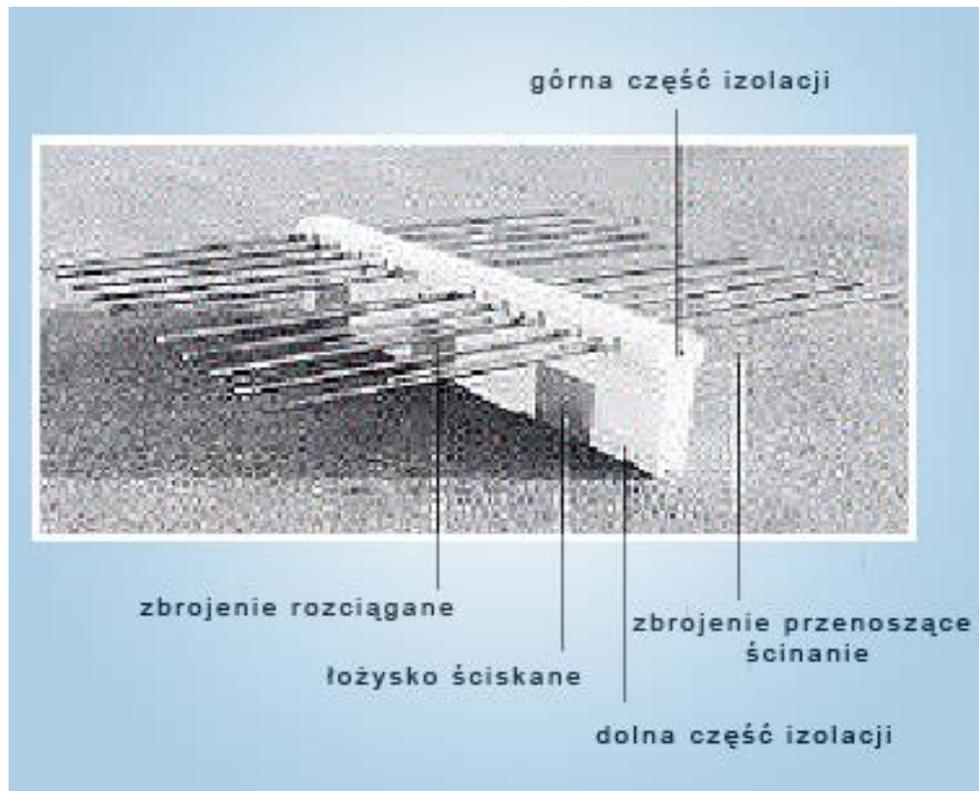
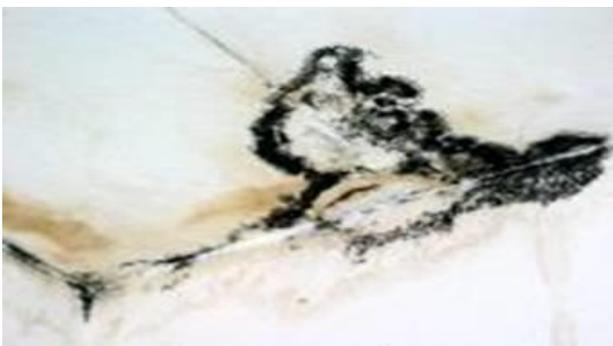
- nośnością pozwalającą przenieść obciążenia z płyty balkonu (M [kNm] i V [kN] lub V [kN])
- b. dobrą izolacyjnością tzn. obliczeniową przewodnością cieplną materiału λ_{eq} [W/m*K] – a w konsekwencji uzyskanie możliwie niskiego współczynnika ψ_e (np. poniżej wartości 0,20 W/m*K)



Historia Isokorb'u

Odkrycie problemu

Prowadzi do rewolucyjnego rozwiązania



14 luty 1980

Schöck opatentowuje wynalazek Isokorb®

SCHÖCK ISOKORB – NOŚNY ELEMENT TERMOIZOLACYJNY



SCHÖCK ISOKORB – NOŚNY ELEMENT TERMOIZOLACYJNY

KXT50-CV35-H200

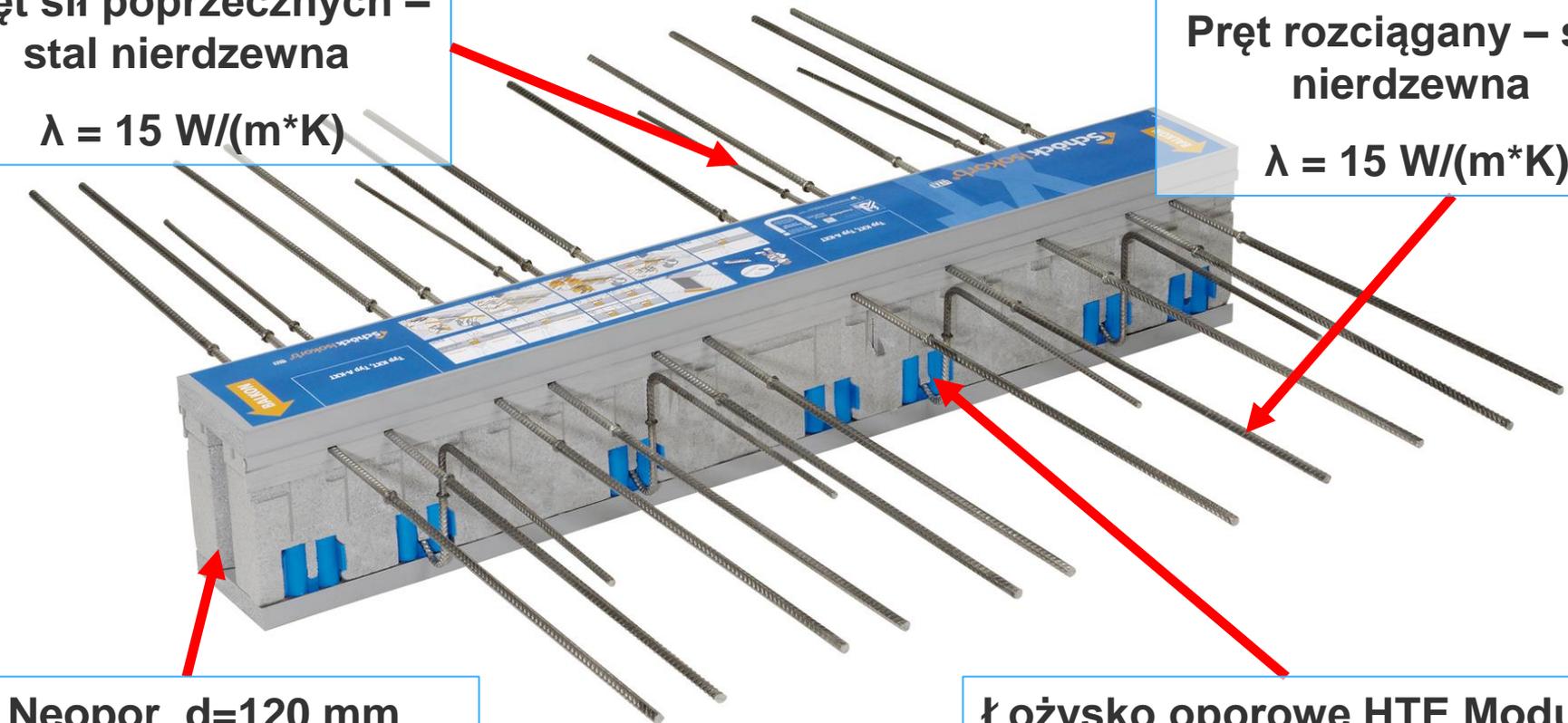
$\lambda_{eq} = 0,119 \text{ [W/m}^2\text{K]}$

Pręt sił poprzecznych –
stal nierdzewna

$\lambda = 15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Pręt rozciągający – stal
nierdzewna

$\lambda = 15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



Neopor d=120 mm

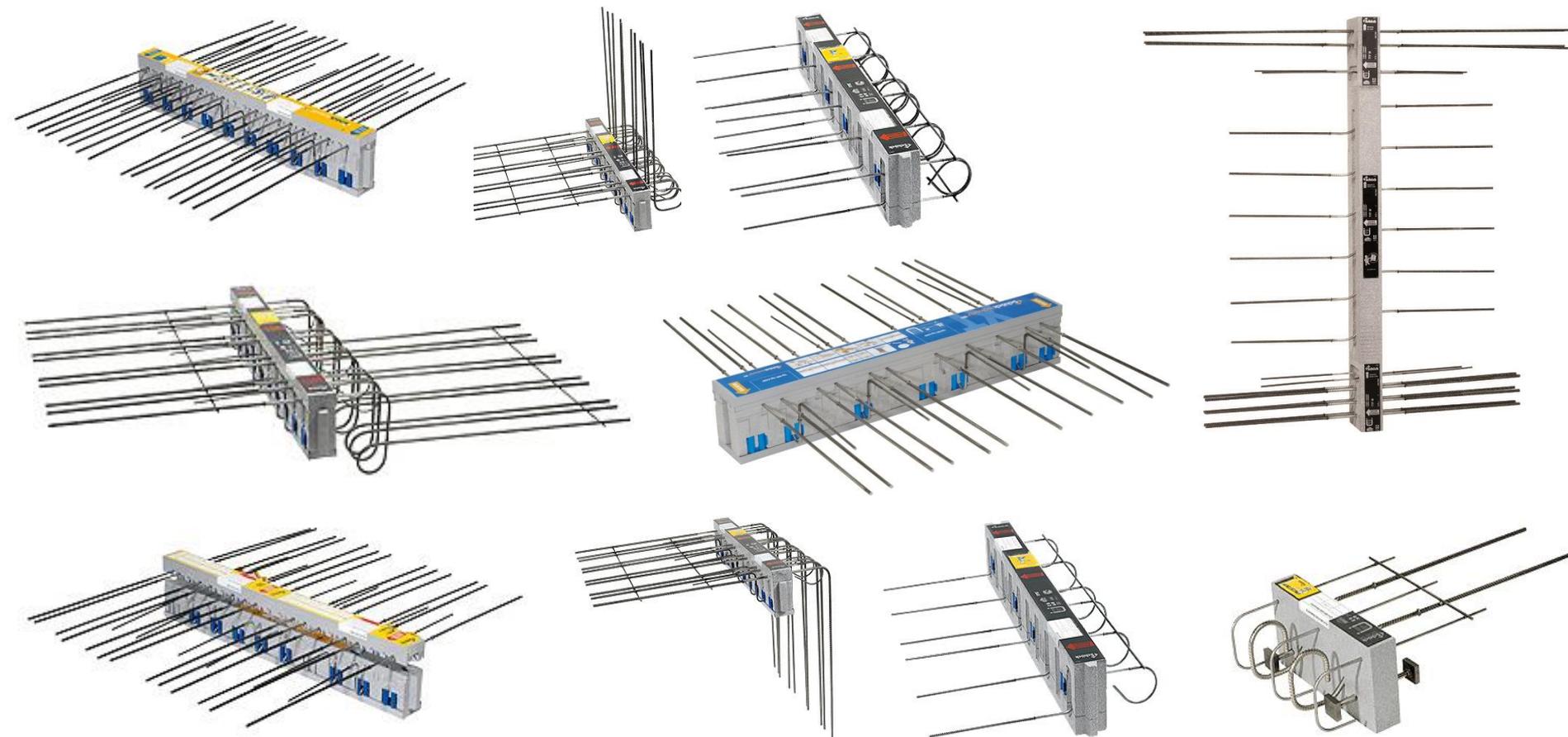
$\lambda = 0,031 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Łożysko oporowe HTE Modul

$\lambda = 0,80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

NAJWAŻNIEJSZY PARAMETR DLA ŁĄCZNIKA - $\lambda_{eq} \text{ [W/m}^2\text{K]}$

SCHÖCK ISOKORB – Różne możliwości połączeń



Straty ciepła przez przenikanie przez elementy budynku

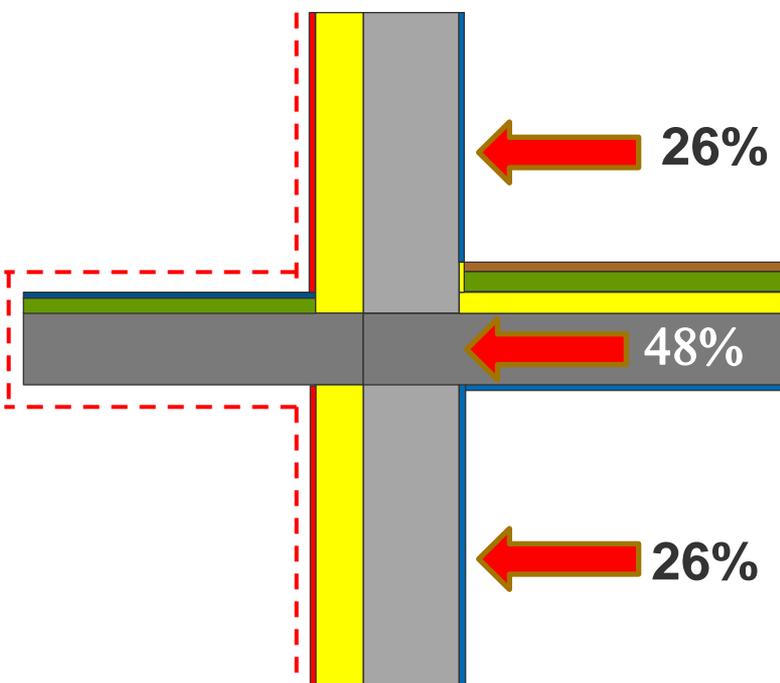
Płyta balkonowa nieizolowana

$$H_D = \Sigma U \cdot A + \Sigma \psi \cdot l$$

$$H_D = 1,87 \text{ W/K}$$

$$\Sigma U \cdot A = 0,302 \cdot 3,2 = 0,966 \text{ W/K (52\%)}$$

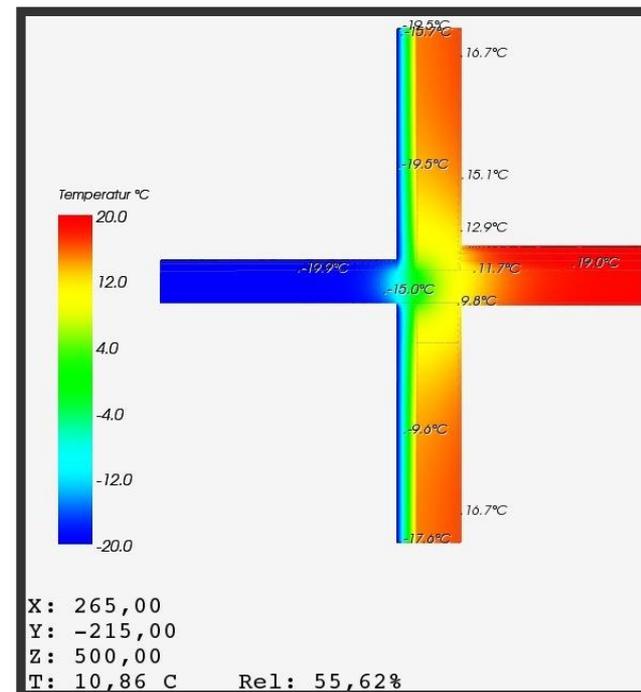
$$\psi_e \cdot l = 0,902 \text{ W/K (48\%)}$$



$$\psi_e = 0,902 \text{ W/m} \cdot \text{K}$$

$$\Theta_i = 10,9^\circ\text{C}$$

$$f_{Rsi} = 0,77$$



Straty ciepła przez przenikanie przez elementy budynku

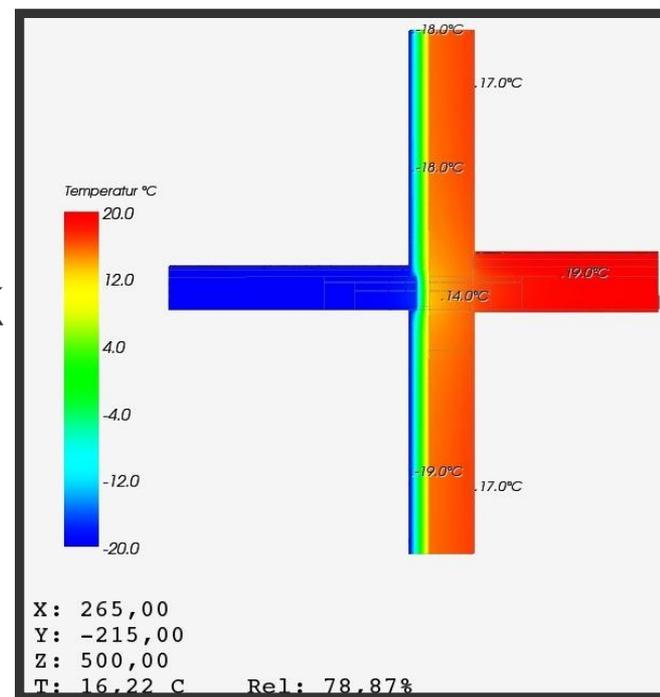
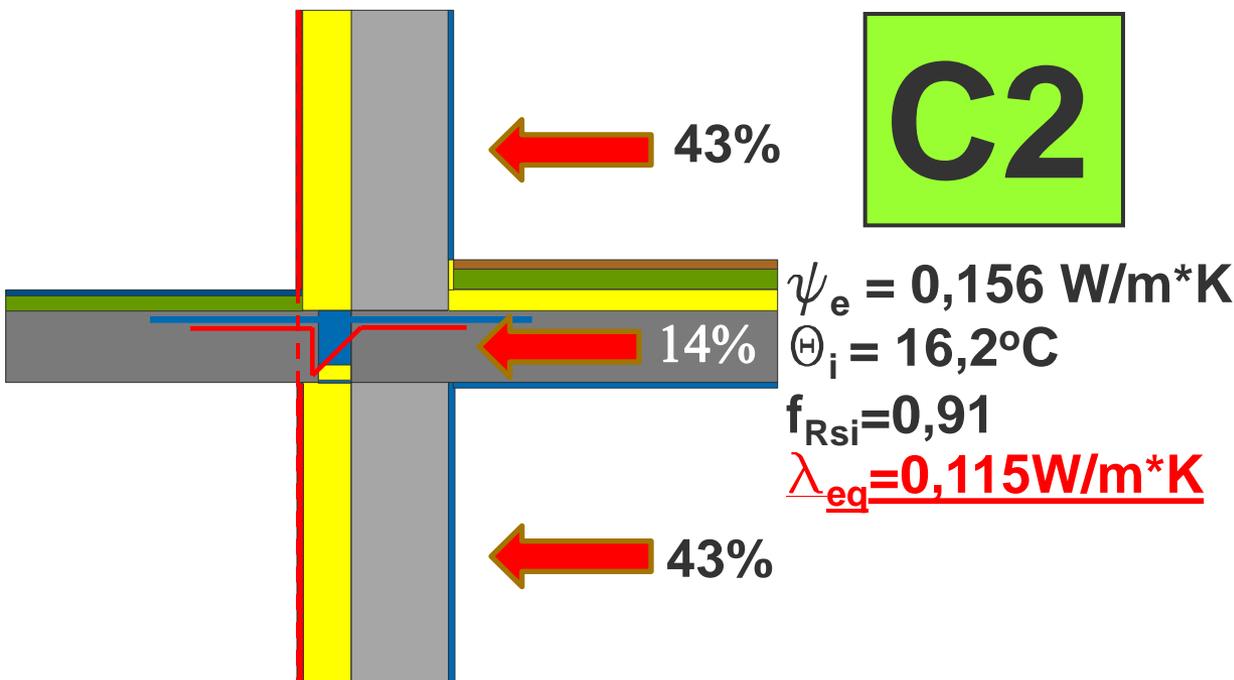
Płyta balkonowa - łącznik K50-cv30-h200 (gr. 8 cm)

$$H_D = \sum U \cdot A + \sum \psi \cdot l$$

$$H_D = 1,12 \text{ W/K}$$

$$\sum U \cdot A = 0,302 \cdot 3,2 = 0,966 \text{ W/K (86\%)}$$

$$\psi_e \cdot l = 0,156 \text{ W/K (14\%)}$$



Straty ciepła przez przenikanie przez elementy budynku

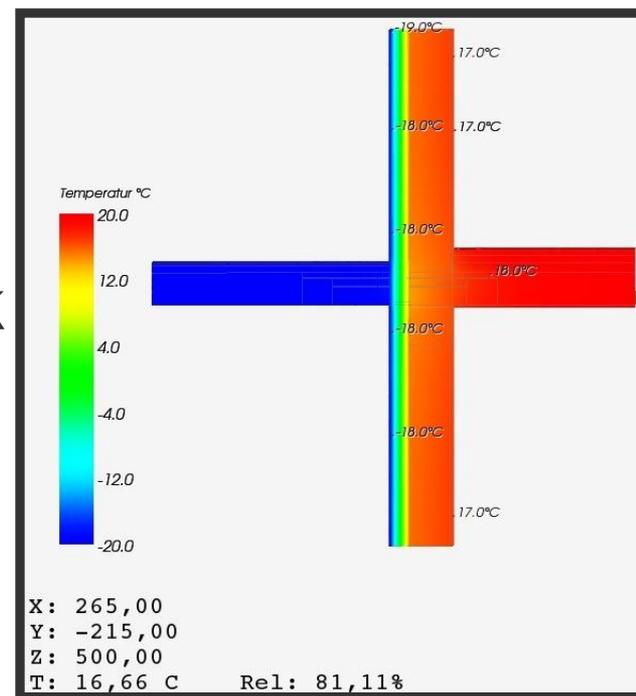
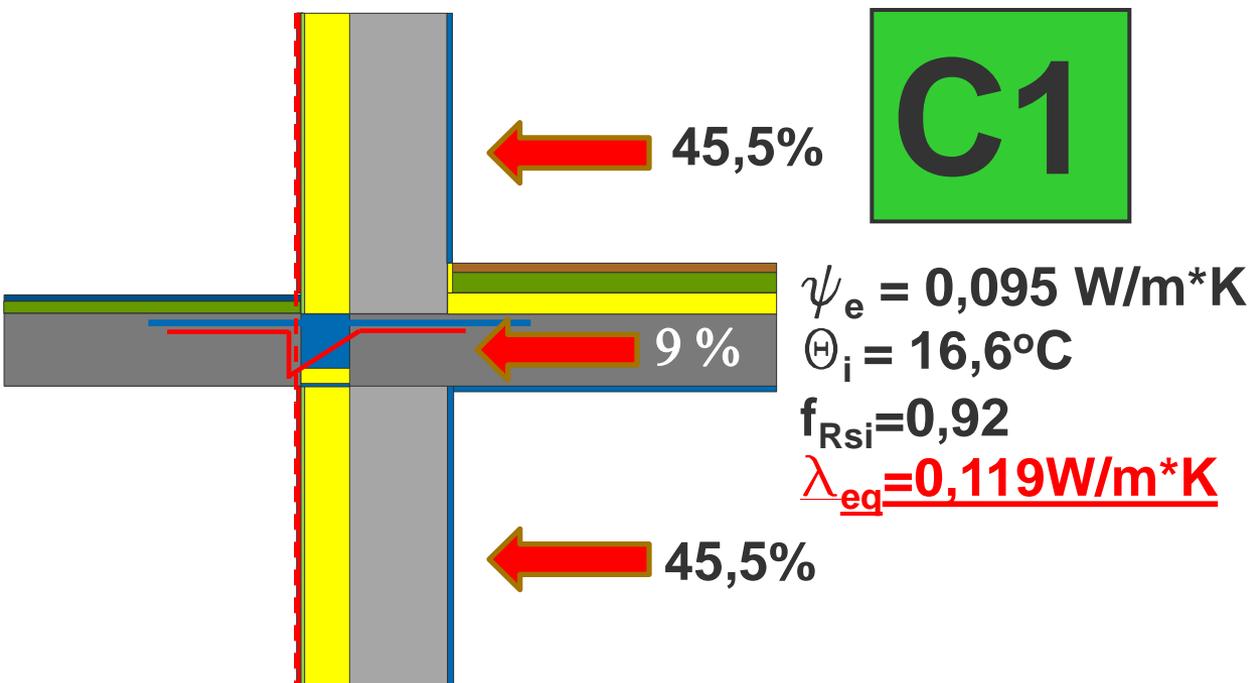
Płyta balkonowa - łącznik KXT50-cv30-h200 (gr. 12 cm)

$$H_D = \sum U \cdot A + \sum \psi \cdot l$$

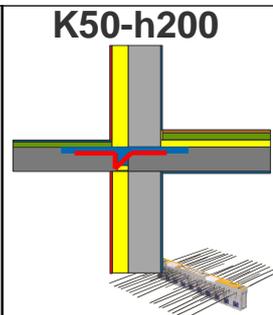
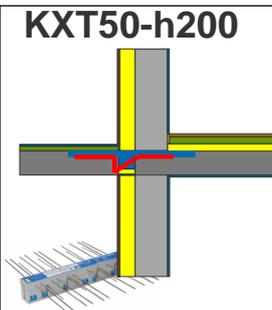
$$H_D = 1,06 \text{ W/K}$$

$$\sum U \cdot A = 0,302 \cdot 3,2 = 0,966 \text{ W/K (91\%)}$$

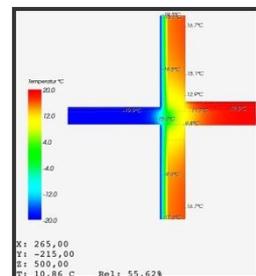
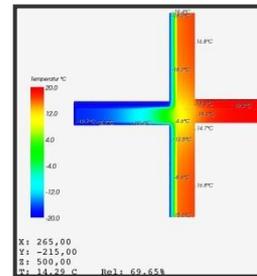
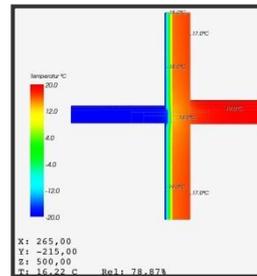
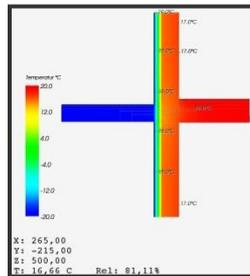
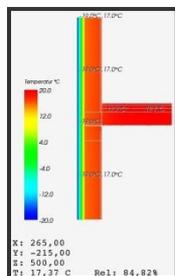
$$\psi_e \cdot l = 0,095 \text{ W/K (9\%)}$$



Schemat



Rozkład temperatur



$$H_D = \sum U \cdot A + \sum \psi \cdot I \text{ [W/K]}$$

0,966

1,061

1,122

1,384

1,868

$$\text{Ściana } \sum U \cdot A \text{ [W/K]}$$

0,966

0,966

0,966

0,966

0,966

$$\text{Balkon } \sum \psi \cdot I \text{ [W/K]}$$

0,00

0,095

0,156

0,418

0,902

$$\psi_e \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

0,00 *

0,095

0,156

0,418

0,902

$$\text{Ściana b. balkonu} = 100\%$$

100%

110%

116%

143%

194%

$$\text{temperatura } \theta_{si} \text{ [}^\circ\text{C]}$$

17,4

16,6

16,2

14,3

10,9

$$\text{czynnik temp. } f_{Rsi}$$

0,93

0,92

0,91

0,86

0,77

Klasa mostka

C1

C2

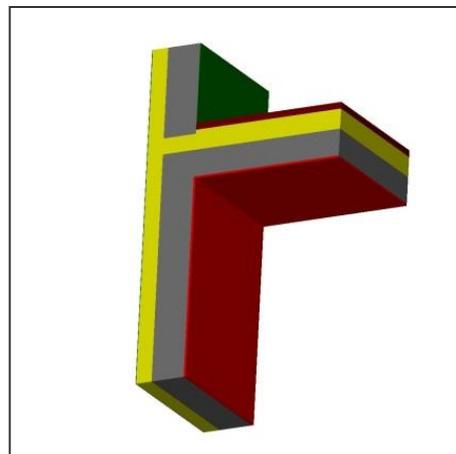
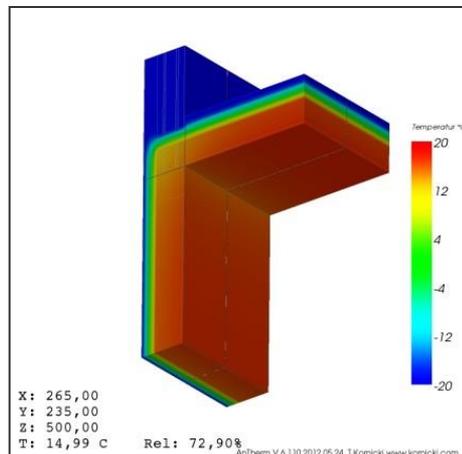
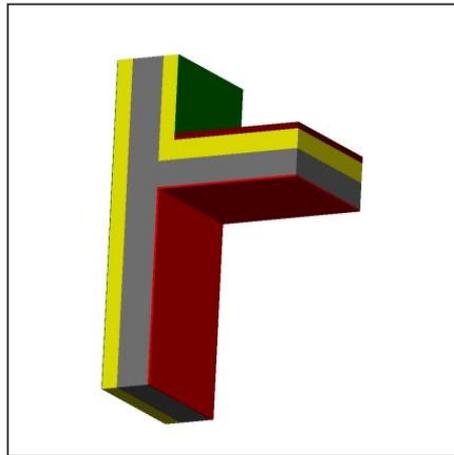
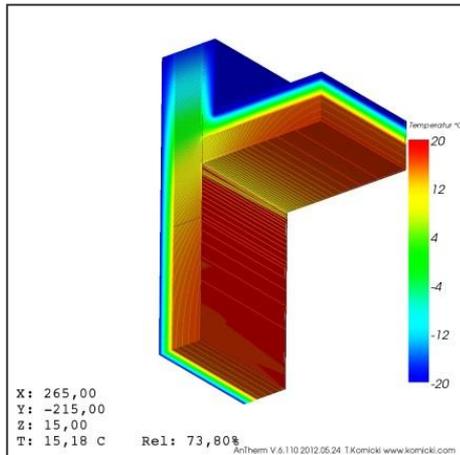
C3

C4

Dane wg Raportu ITB 1808/11/Z00NF z 11.2011

Mostki cieplne w budynkach – Ścianki attykowe

Porównanie rozwiązań



Straty ciepła przez przenikanie przez elementy budynku

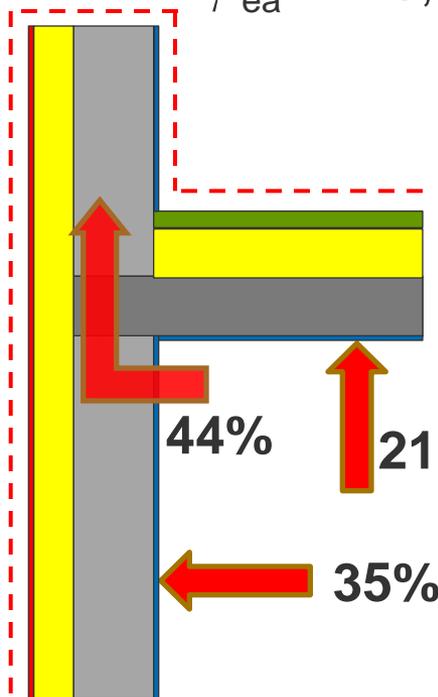
Narożnik z attyką nieizolowaną

$$H_D = \sum U \cdot A + \sum \psi \cdot l$$

$$H_D = 1,537 \text{ W/K}$$

$$\sum U \cdot A - \psi_{en} \cdot l = 0,947 - 0,091 = 0,855 \text{ W/K (56\%)}$$

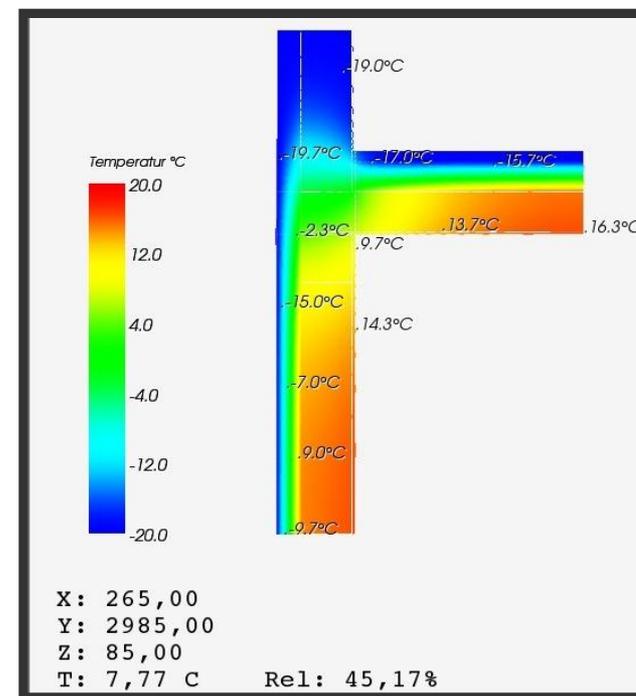
$$\psi_{ea} \cdot l = 0,682 \text{ W/K (44\%)}$$



$$\psi_{ea} = 0,682 \text{ W/m} \cdot \text{K}$$

$$\Theta_i = 7,8^\circ\text{C}$$

$$f_{Rsi} = 0,69 < 0,72$$



Straty ciepła przez przenikanie przez elementy budynku

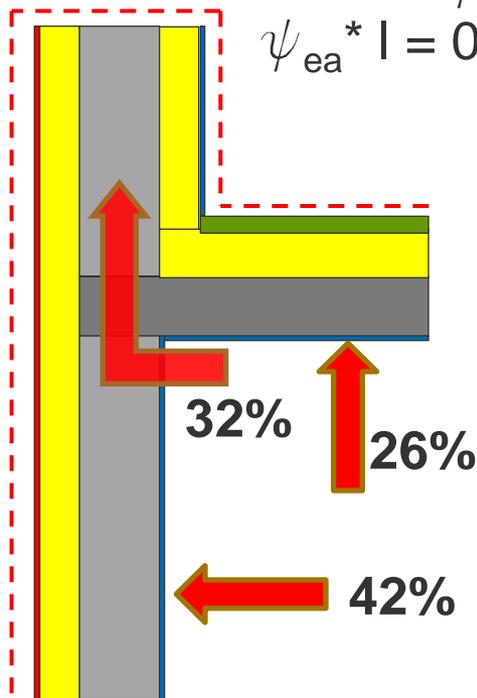
Narożnik z attyką izolowaną 12/0/12

$$H_D = \sum U \cdot A + \sum \psi \cdot l$$

$$H_D = 1,249 \text{ W/K}$$

$$\sum U \cdot A - \psi_{en} \cdot l = 0,947 - 0,091 = 0,855 \text{ W/K (68\%)}$$

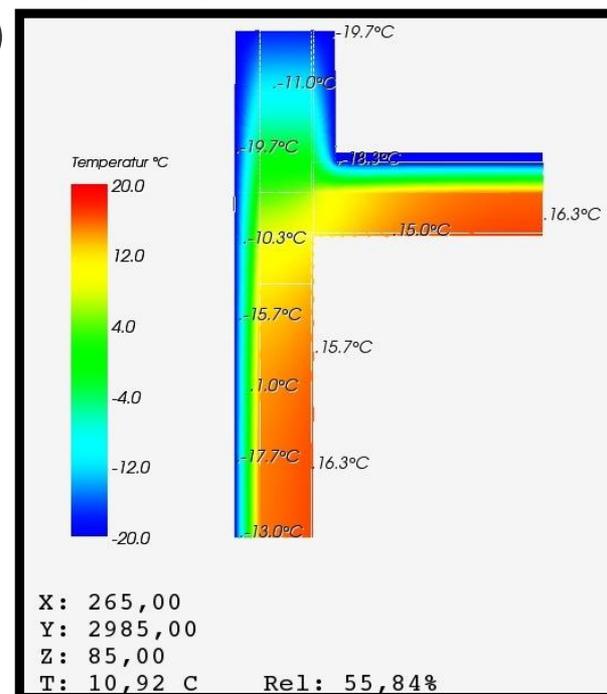
$$\psi_{ea} \cdot l = 0,394 \cdot 1,0 = 0,394 \text{ W/K (32\%)}$$



$$\psi_{ea} = 0,394 \text{ W/m} \cdot \text{K}$$

$$\Theta_i = 10,9^\circ\text{C}$$

$$f_{Rsi} = 0,77$$



Mostek cieplny tylko częściowo zredukowany! – mamy dalej mostek geometryczny

Straty ciepła przez przenikanie przez elementy budynku

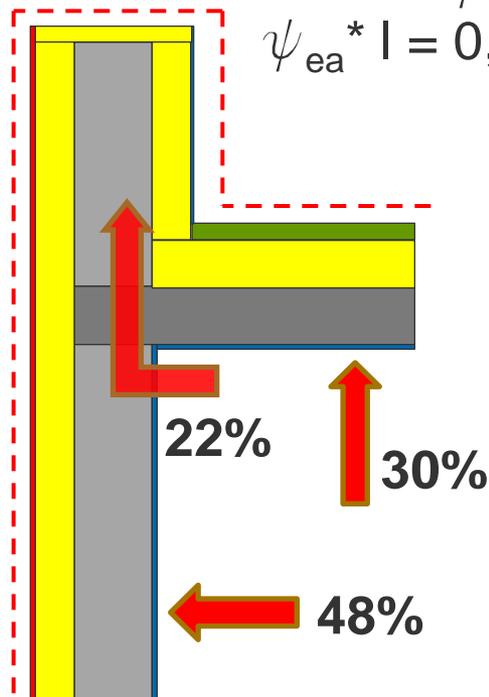
Narożnik z attyką izolowaną 12/5/12

$$H_D = \sum U \cdot A + \sum \psi \cdot l$$

$$H_D = 1,100 \text{ W/K}$$

$$\sum U \cdot A - \psi_{\text{en}} \cdot l = 0,947 - 0,091 = 0,855 \text{ W/K (78\%)}$$

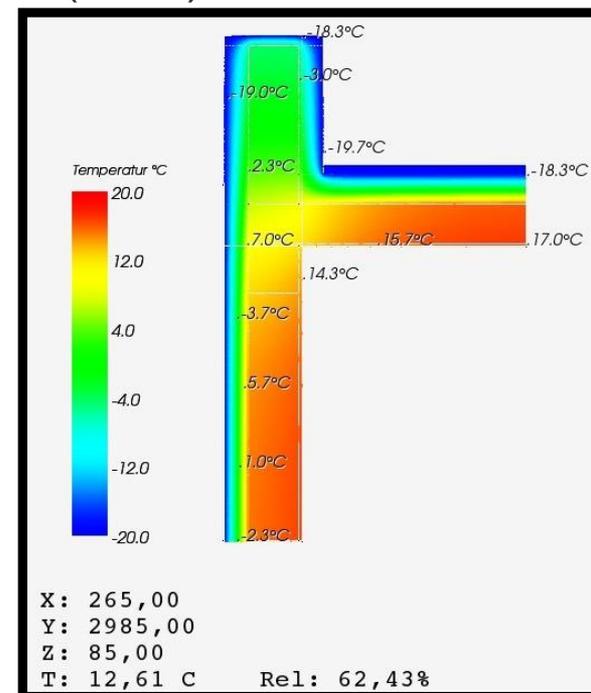
$$\psi_{\text{ea}} \cdot l = 0,244 \cdot 1,0 = 0,244 \text{ W/K (32\%)}$$



$$\psi_{\text{ea}} = 0,244 \text{ W/m} \cdot \text{K}$$

$$\Theta_i = 12,6^\circ\text{C}$$

$$f_{\text{Rsi}} = 0,82$$



Mostek cieplny tylko częściowo zredukowany! – mamy dalej mostek geometryczny

Straty ciepła przez przenikanie przez elementy budynku

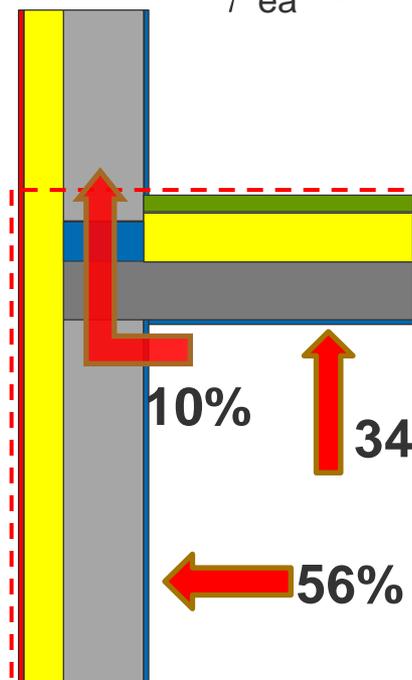
Narożnik z attyką izolowaną – Isokorb Typ AXT

$$H_D = \sum U \cdot A + \sum \psi \cdot l$$

$$H_D = 0,952 \text{ W/K}$$

$$\sum U \cdot A - \psi_{en} \cdot l = 0,947 - 0,091 = 0,855 \text{ W/K (90\%)}$$

$$\psi_{ea} \cdot l = 0,096 \cdot 1,0 = 0,096 \text{ W/K (10\%)}$$

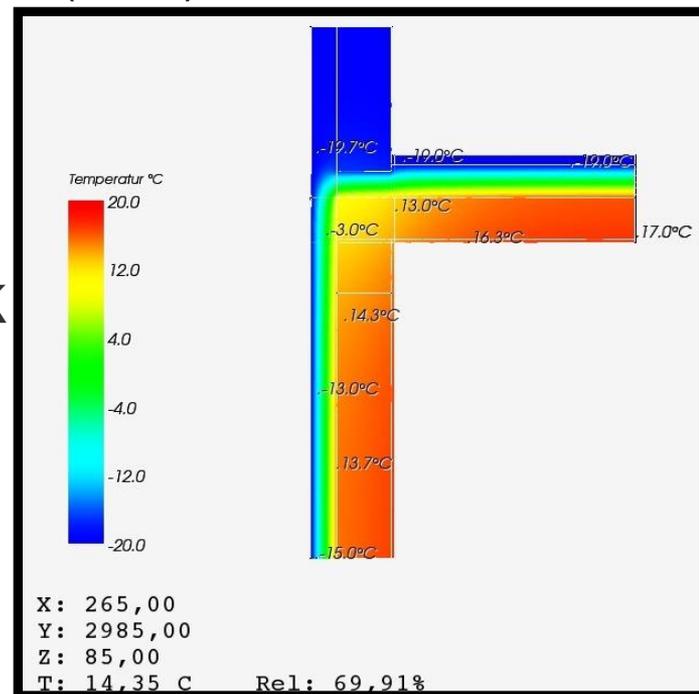


$$\psi_{ea} = 0,096 \text{ W/m} \cdot \text{K}$$

$$\Theta_i = 14,4^\circ\text{C}$$

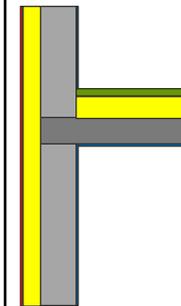
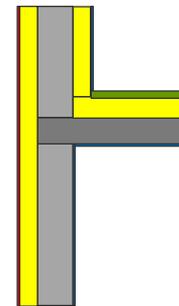
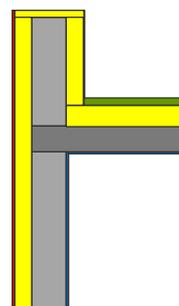
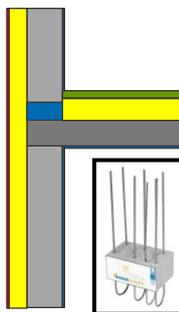
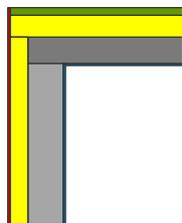
$$f_{Rsi} = 0,86$$

$$\lambda_{eq} = 0,105 \text{ W/m} \cdot \text{K}$$

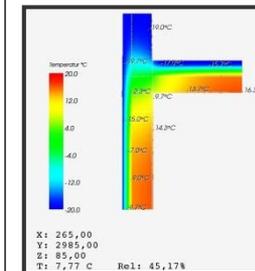
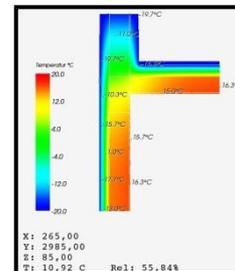
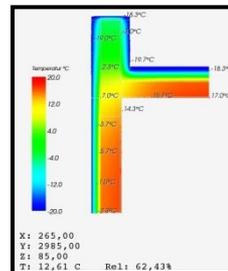
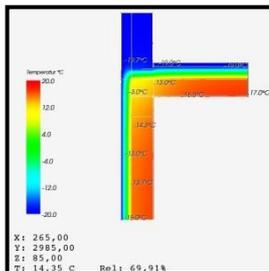
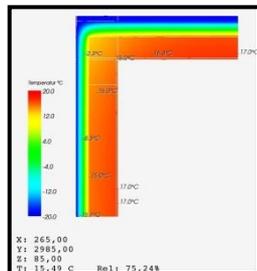


Mostek cieplny zredukowany !

Schemat

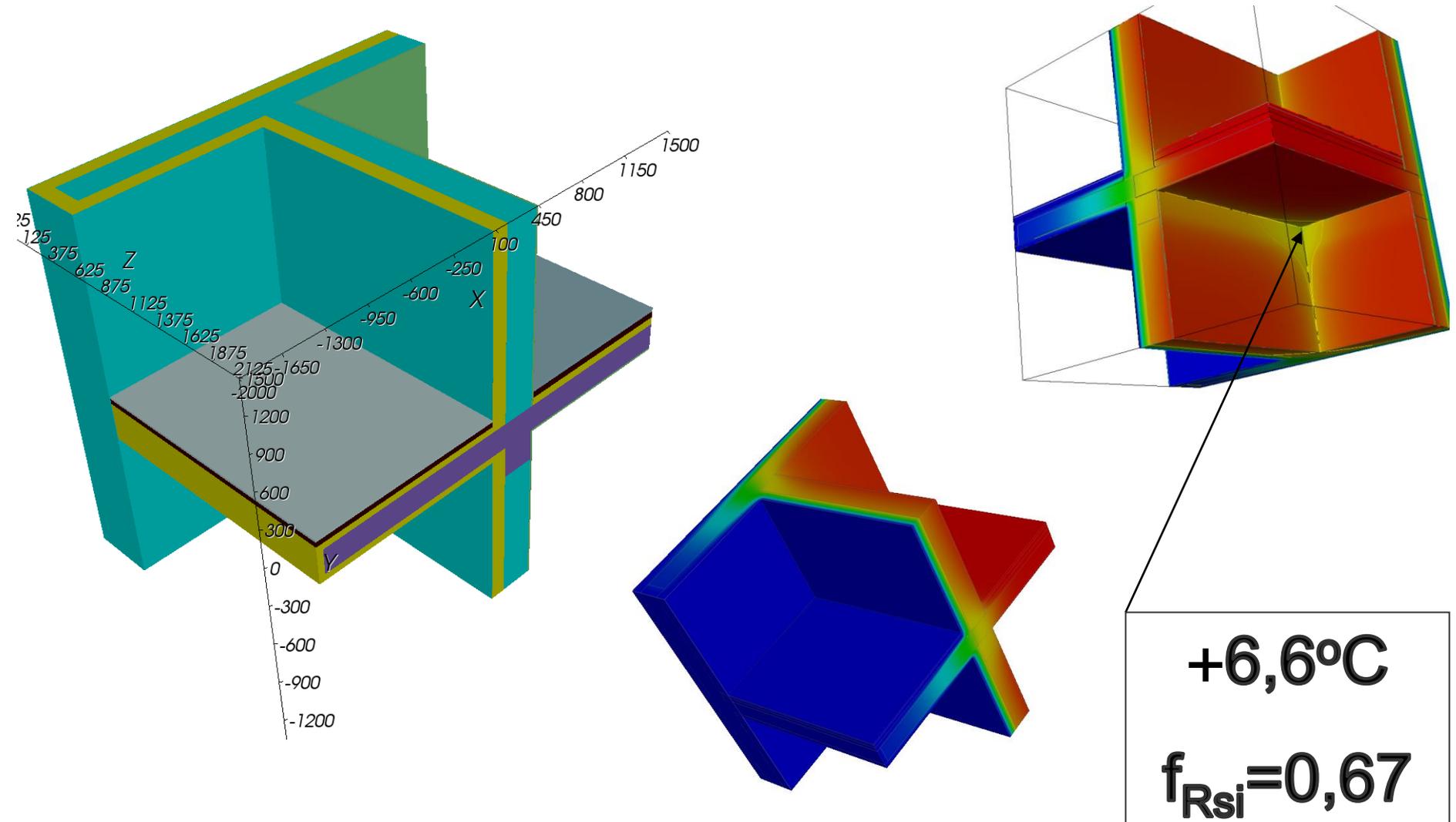


Rozkład temperatur

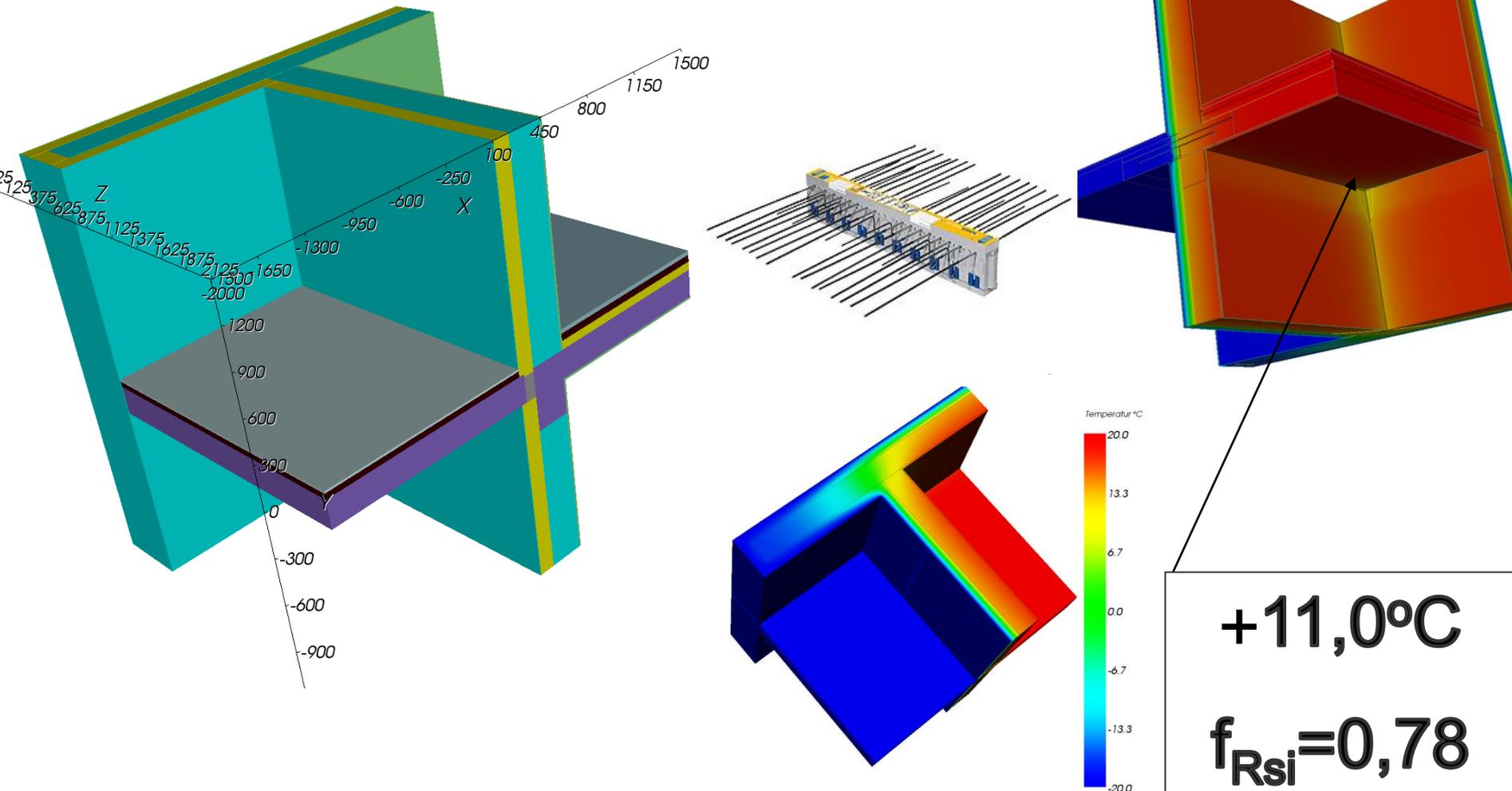


$H_D = \sum U \cdot A + \sum \psi \cdot I$ [W/K]	0,856	0,952	1,100	1,249	1,537
Ściana $\sum U \cdot A$ [W/K]	0,528	0,528	0,528	0,528	0,528
Stropodach $\sum U \cdot A$ [W/K]	0,327	0,327	0,327	0,327	0,327
Attyka $\sum \psi \cdot I$ [W/K]	0,0	0,096	0,244	0,394	0,682
ψ Attyka [W/m*K]		0,096	0,244	0,394	0,682
Naroże b. attyki = 100%	100,0%	111,3%	128,5%	146,0%	179,6%
temperatura θ_{si} [°C]	15,5	14,4	12,6	10,9	7,8
czynnik temp. f_{Rsi}	0,89	0,86	0,82	0,77	0,69
Klasa mostka		C1	C2	C3	C4

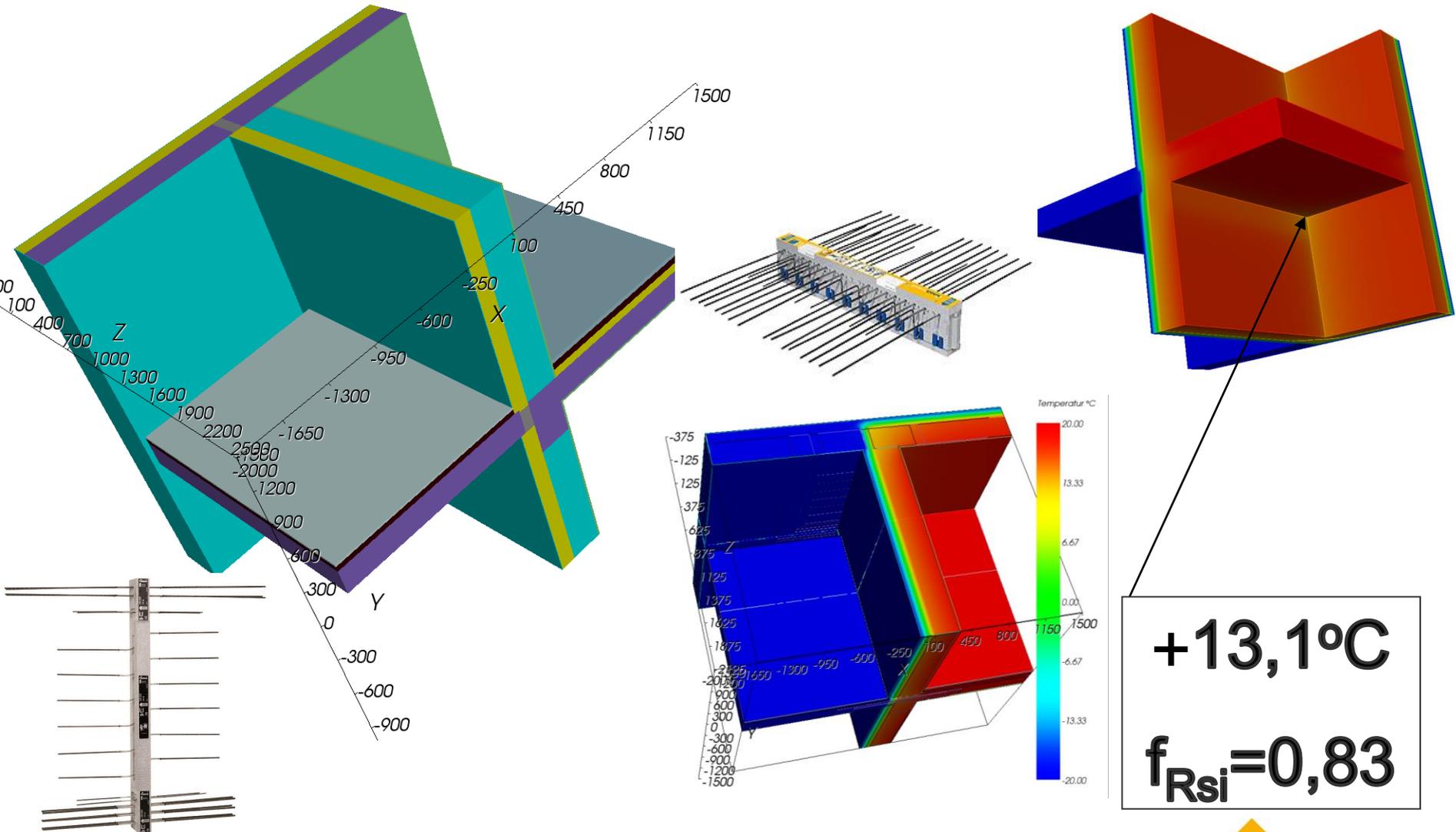
Loggia w narożniku budynku



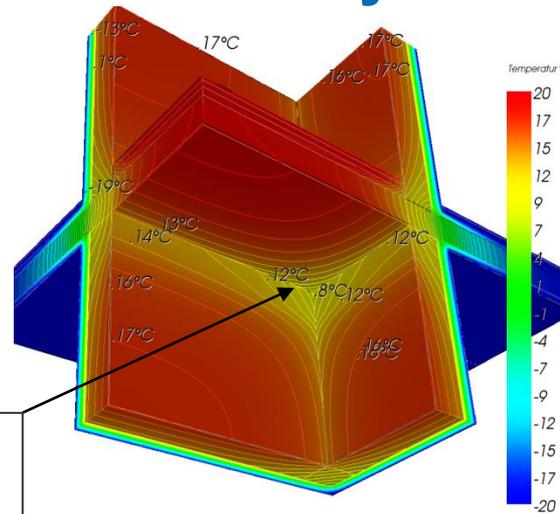
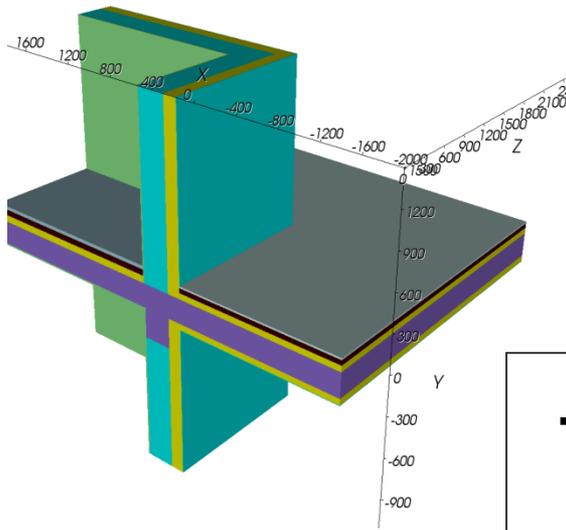
Loggia w narożniku budynku



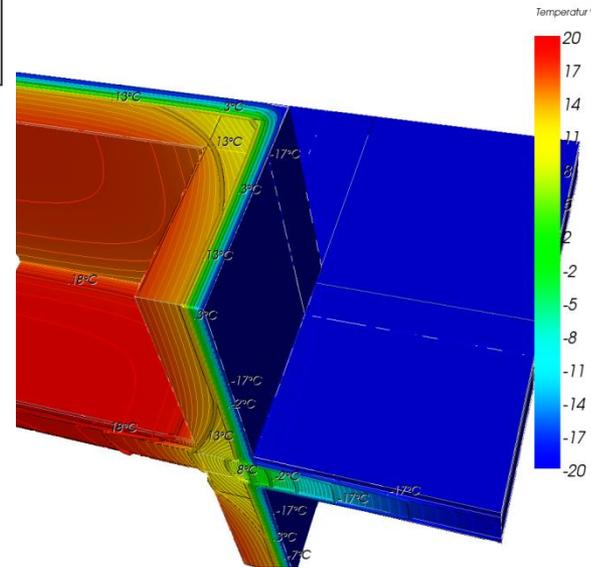
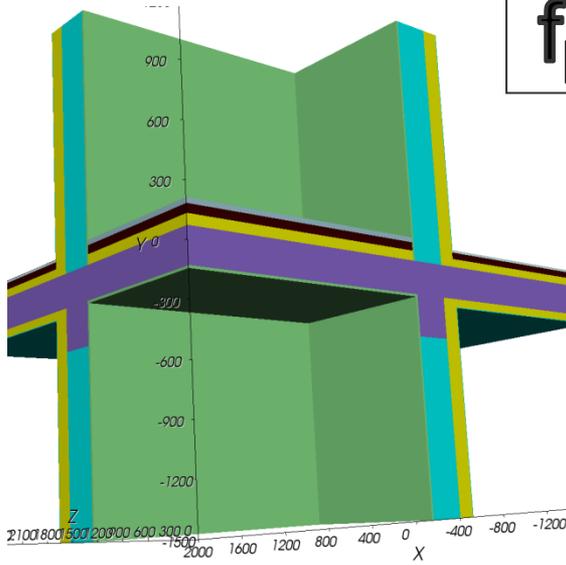
Loggia w narożniku budynku



Balkon w narożniku budynku



+7,5 °C
 $f_{Rsi}=0,69$



SCHÖCK ISOKORB – NOŚNY ELEMENT TERMOIZOLACYJNY

Punktowe mostki cieplne - Połączenia stal - żelbet



Punktowe mostki cieplne

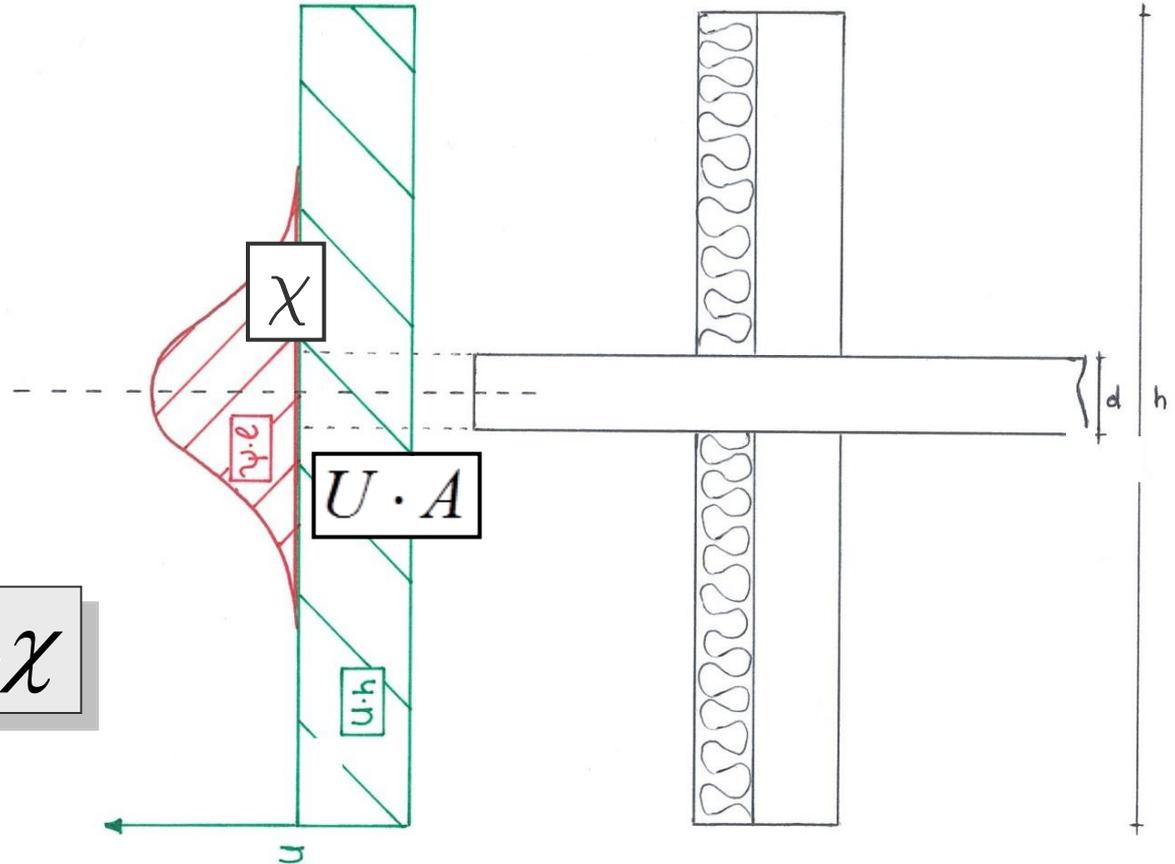


Straty ciepła przez przenikanie przez elementy budynku – Punktowe mostki cieplne

$$H_D = \sum U \cdot A + \sum \psi \cdot l + \sum \chi$$

$$\psi \cdot l = 0$$

$$H_D = \sum U \cdot A + \sum \chi$$



Straty ciepła przez przenikanie przez elementy budynku

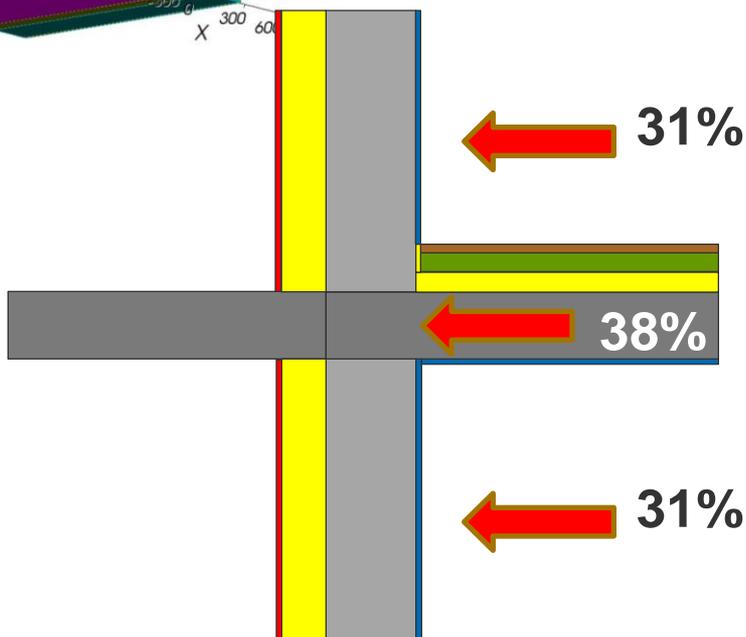
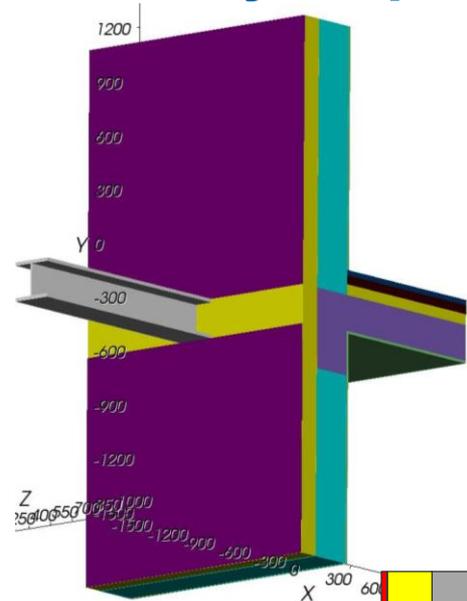
Belka stalowa nieizolowana

$$H_D = \sum U \cdot A + \sum \chi$$

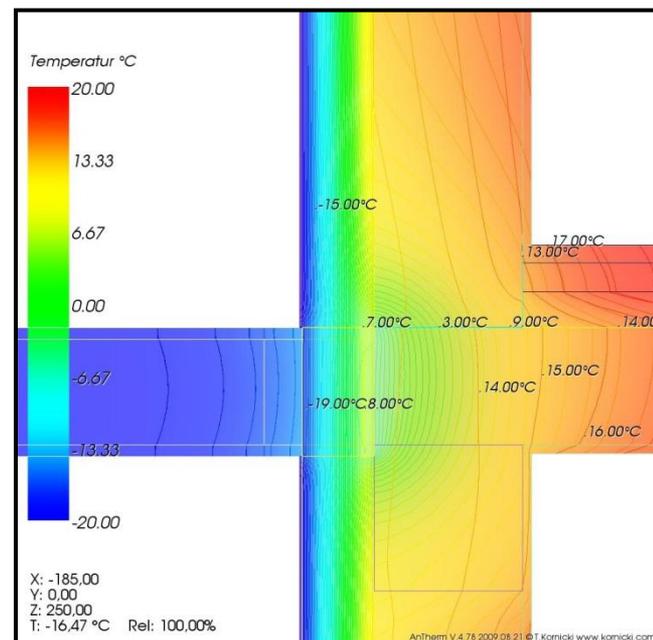
$$H_D = 1,55 \text{ W/K}$$

$$U \cdot A = 0,30 \cdot 3,2 = 0,97 \text{ W/K (62\%)}$$

$$\chi = 0,582 \text{ W/K (38\%)}$$



$$\chi = 0,582 \text{ W/K}$$
$$\Theta_i = 11,3^\circ\text{C}$$
$$f_{Rsi} = 0,783$$



Straty ciepła przez przenikanie przez elementy budynku

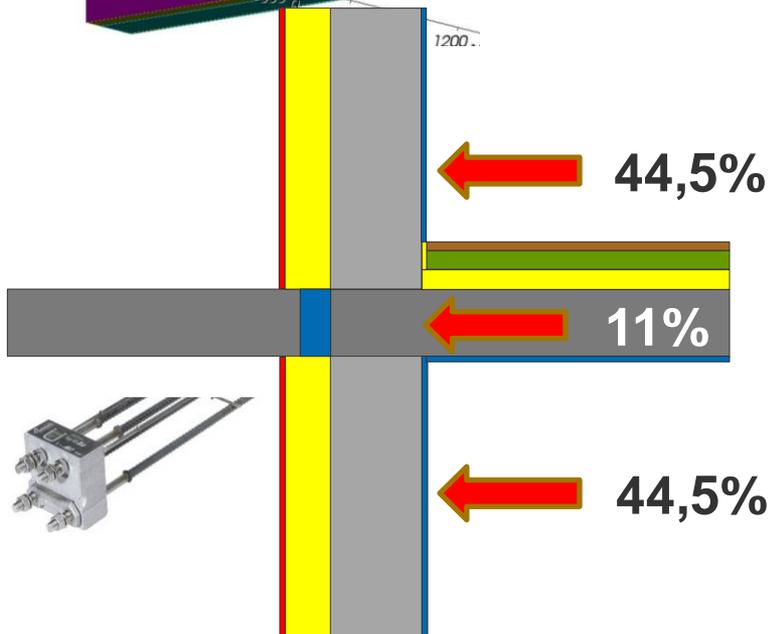
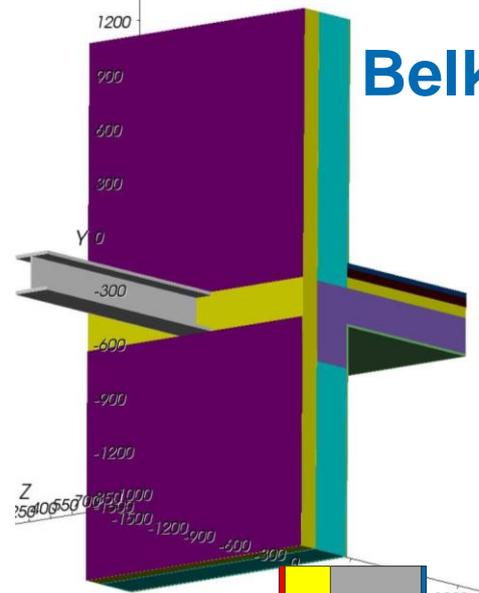
Belka stalowa odizolowana – łącznik KS20

$$H_D = \Sigma U \cdot A + \Sigma \chi$$

$$H_D = 1,09 \text{ W/K}$$

$$U \cdot A = 0,30 \cdot 3,2 = 0,97 \text{ W/K (62\%)}$$

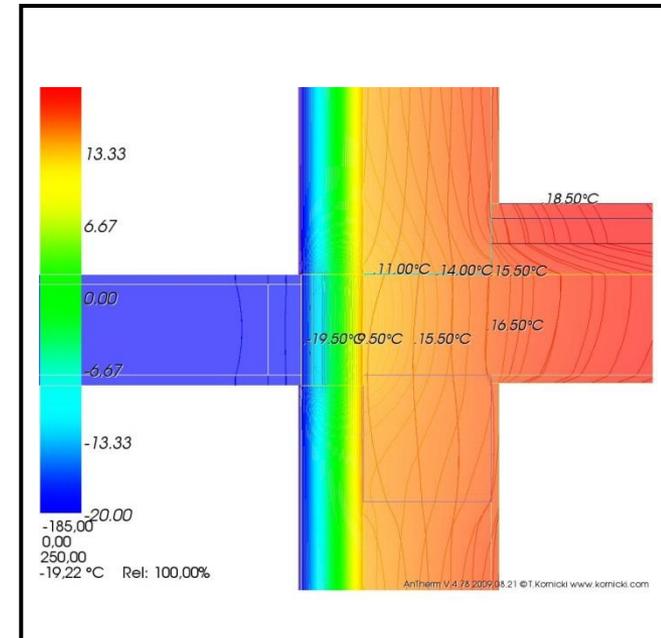
$$\chi = 0,124 \text{ W/K (38\%)}$$



$$\chi = 0,124 \text{ W/K}$$

$$\Theta_i = 15,8^\circ\text{C}$$

$$f_{Rsi} = 0,895$$



SCHÖCK ISOKORB – NOŚNY ELEMENT TERMOIZOLACYJNY

Połączenia stal - żelbet



KS 20 – h180÷220

KS 14 – h180÷220

SCHÖCK ISOKORB – NOŚNY ELEMENT TERMOIZOLACYJNY

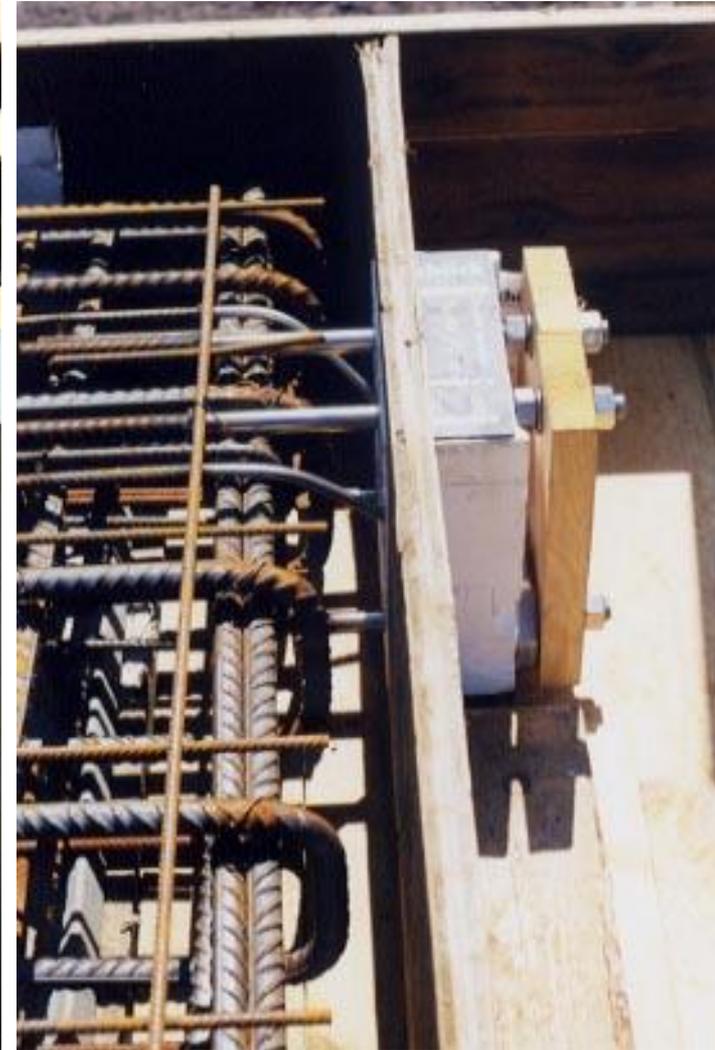
Połączenia stal - żelbet



QS 10 – h180÷220
QS 12 – h180÷220

SCHÖCK ISOKORB – NOŚNY ELEMENT TERMOIZOLACYJNY

Połączenia stal - żelbet



SCHÖCK ISOKORB – NOŚNY ELEMENT TERMOIZOLACYJNY Połączenia drewno - żelbet



SCHÖCK ISOKORB – NOŚNY ELEMENT TERMOIZOLACYJNY Połączenia drewno - żelbet

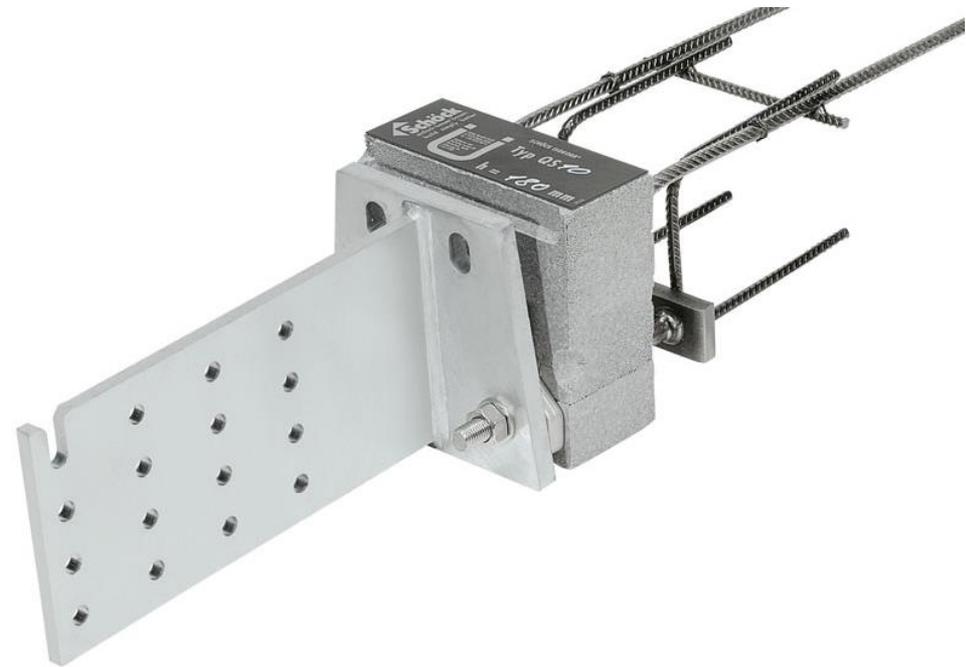


SCHÖCK ISOKORB – NOŚNY ELEMENT TERMOIZOLACYJNY

Połączenia drewno - żelbet



KSH – h180÷220



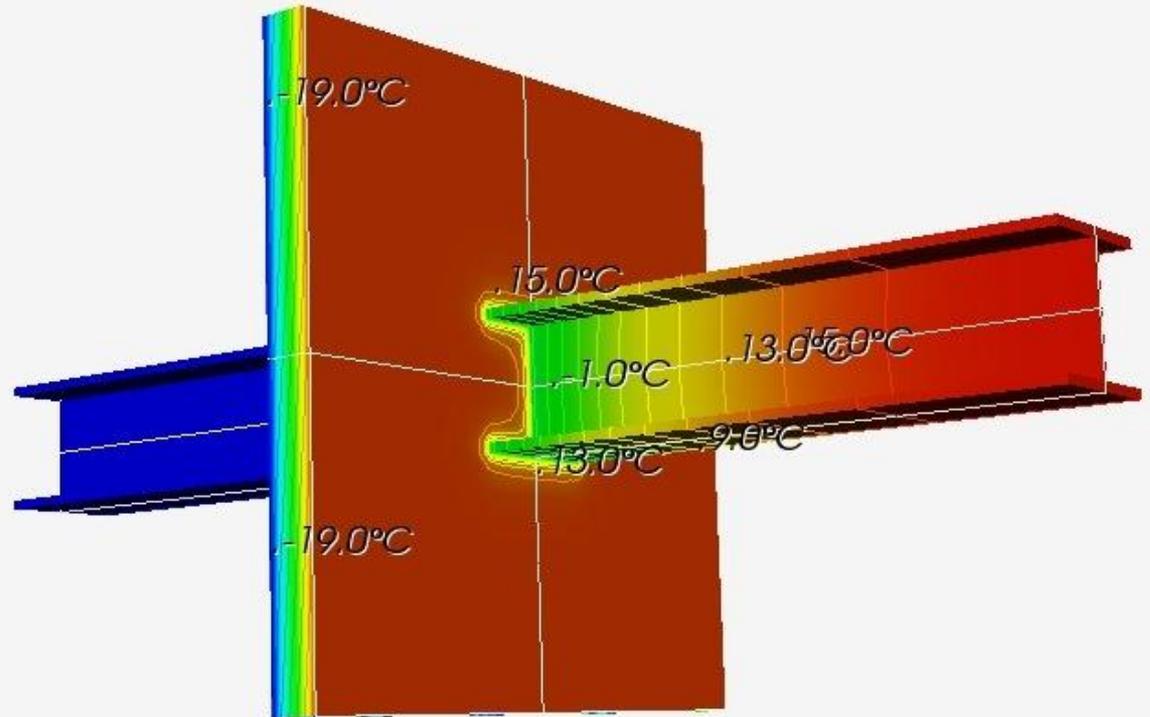
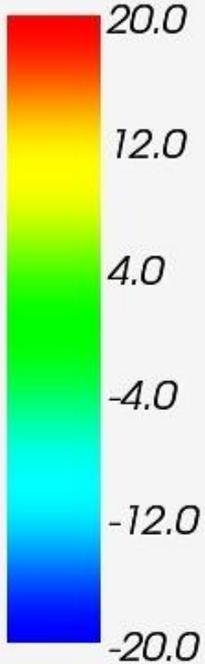
QSH – h180÷220

Straty ciepła przez przenikanie przez elementy budynku – Punktowe mostki cieplne



Straty ciepła przez przenikanie przez elementy budynku – Punktowe mostki cieplne

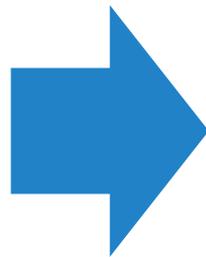
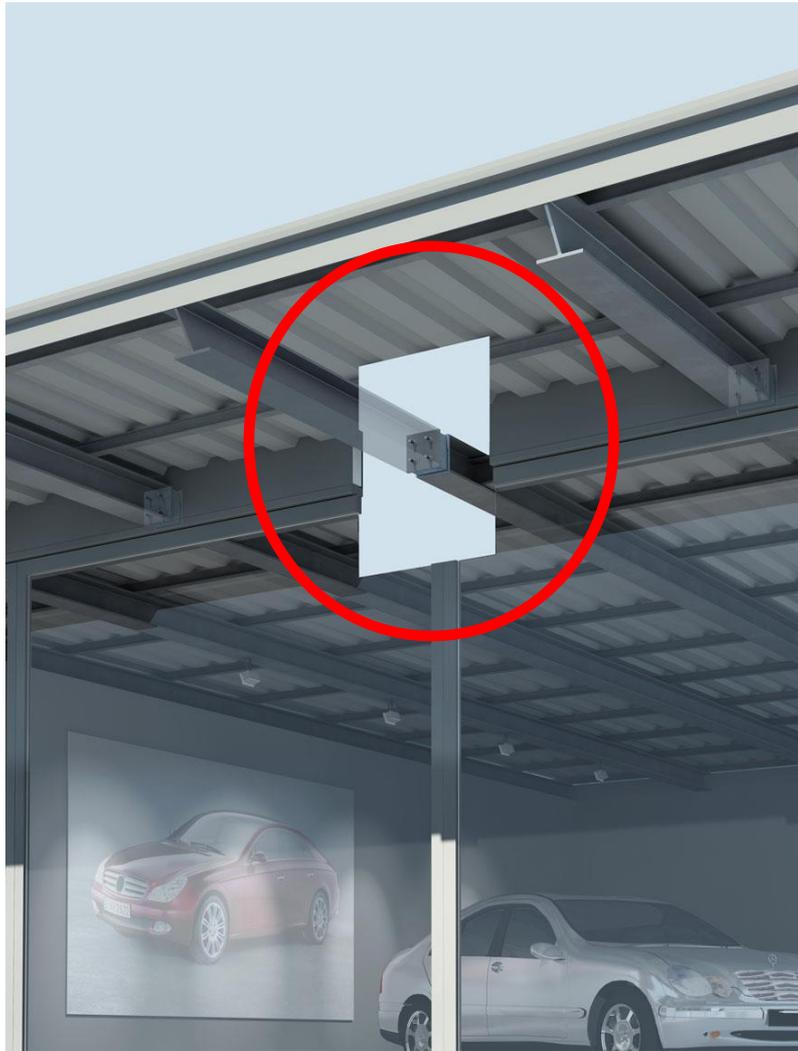
Temperatur °C



X: 80,00
Y: 90,00
Z: 90,00
T: -3,48 C

SCHÖCK ISOKORB – NOŚNY ELEMENT TERMOIZOLACYJNY

Połączenia stal - stal

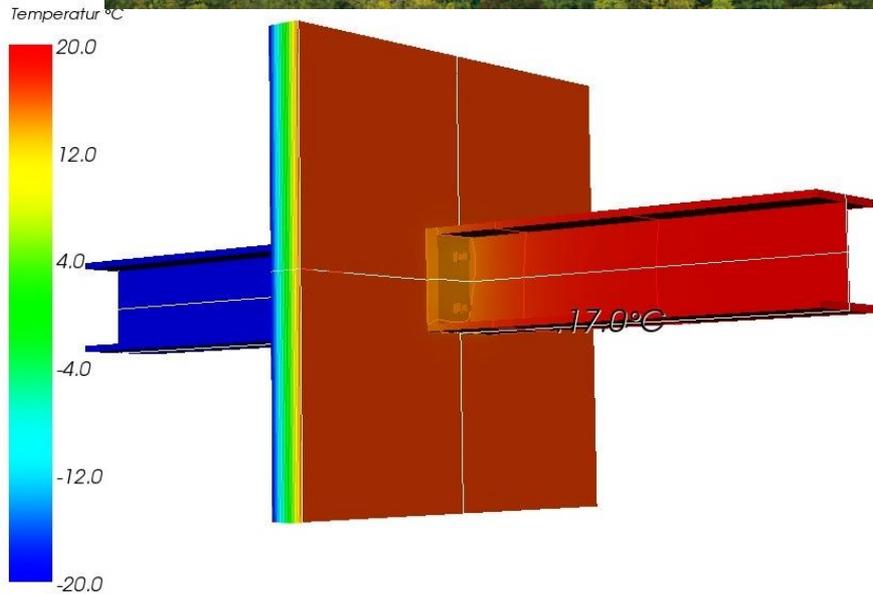


SCHÖCK ISOKORB – NOŚNY ELEMENT TERMOIZOLACYJNY Połączenia stal - stal



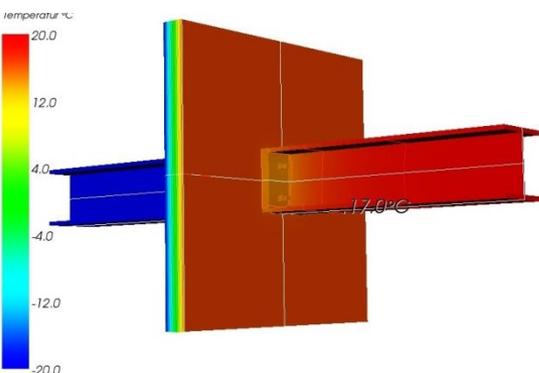
SCHÖCK ISOKORB – NOŚNY ELEMENT TERMOIZOLACYJNY

Połączenia stal - stal

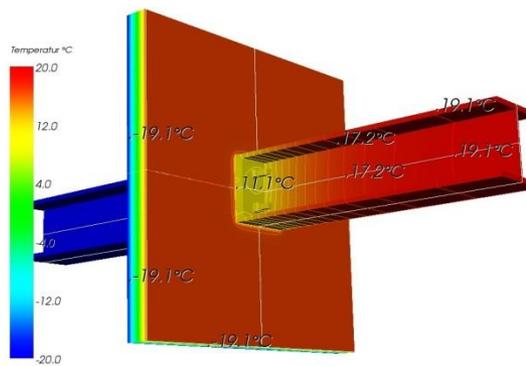


Porównanie parametrów - Połączenia stal – stal

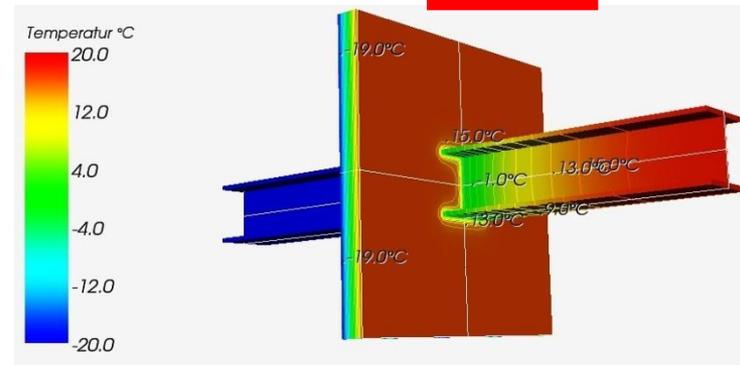
	ZST16 + QST16	ZST22 + QST22	Mostek HEB220
L_D [W/K]	0,510	0,682	1,305
U [W/(m ² *K)]	0,294	0,294	0,294
A_e [m ²]	1,00	1,00	1,00
$\Sigma A*U$ [W/K]	0,294	0,294	0,294
χ [W/K]	0,22	0,39	1,011
Temp. min. Θ_{si}	14,6	11,2	-2,6
f_{Rsi}	0,87	0,78	0,43



KST 16



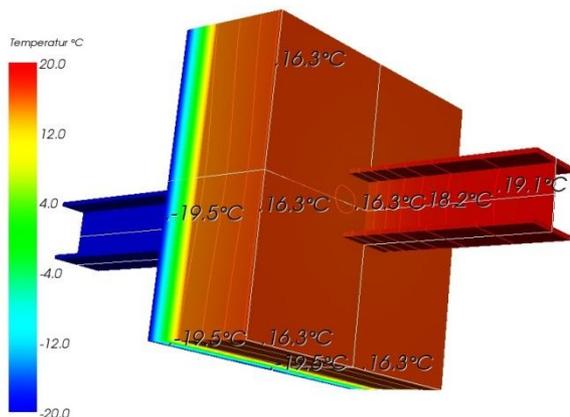
KST 22



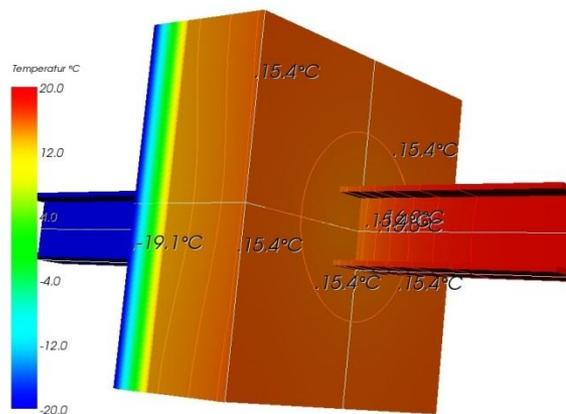
Mostek

Porównanie parametrów - Połączenia stal – stal

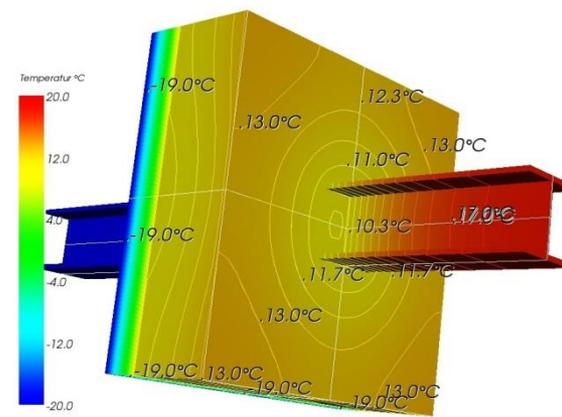
	ZST16 + QST16	ZST22 + QST22	Mostek HEB220
L_D [W/K]	0,500	0,649	1,207
U [W/(m ² *K)]	0,302	0,302	0,302
A_e [m ²]	1,00	1,00	1,00
$\Sigma A*U$ [W/K]	0,302	0,302	0,302
χ [W/K]	0,20	0,35	0,905
Temp. min. Θ_{si}	16,4	15,0	10,2
f_{Rsi}	0,91	0,88	0,76



KST 16



KST 22



Mostek

Montaż KST - Połączenia stal – stal





DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ