

C

TEPELNĚ-TECHNICKÉ PARAMETRY KAZETOVÝCH STĚN

JEDNOU Z NEJČASTĚJI POUŽÍVANÝCH OBVODOVÝCH STĚNOVÝCH KONSTRUKCÍ PRO ZATEPLENÉ HALOVÉ OBJEKTY SE SKELETOVÝM SYSTÉMEM JE KONSTRUKCE Z C-KAZETOVÝCH PROFILŮ, TZV. „KAZETOVÁ STĚNA“. DEKMETAL (JAKO DODAVATEL TOHOTO SYSTÉMU) SI JE VĚDOM SLOŽITOSTI POSOUZENÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ FUNKCE KAZETOVÝCH STĚN. JEDNÁ SE O LEHKOU STĚNOVOU KONSTRUKCI A S NÍ SPOJENÉ VLIVY INFILTRACE, TEPELNÝCH MOSTŮ, APOD. PROTO JSME SPOLEČNĚ S ODBORNÍKY Z ATELIERU STAVEBNÍCH IZOLACÍ PODROBNĚ ROZEBRALI TEPELNĚ TECHNICKÉ PARAMETRY POUŽÍVANÝCH VARIANT SKLADEB TĚTO STĚNOVÉ KONSTRUKCE A PROVEDLI JEJICH ZHODNOCENÍ DLE ČESKÝCH NOREM.



POŽADAVKY NOREM VZTAHUJÍCÍ SE K POSOUZENÍ OBVODOVÝCH STĚN Z C-KAZET

POVRCHOVÁ TEPLOTA KONSTRUKCÍ – t_{pi} [°C]

Návrhová vnitřní teplota t_i [°C]	5	10	15	20
Návrhová relativní vlhkost vzduchu v interiéru ϕ_i [%]				
50	-0,35	4,20	8,92	13,63
60	1,97	6,80	11,63	16,44
70	4,12	9,05	13,96	18,87
80	6,02	11,02	16,02	21,01

za předpokladů: tlumené vytápění s poklesem teploty o 7K, teplota v exteriéru -15°C, lehká konstrukce

SOUČINITELEL PROSTUPU TEPLA – U [W.m⁻².K⁻¹]

Návrhová vnitřní teplota t_i [°C]	5	10	15	20
Návrhová relativní vlhkost vzduchu v interiéru ϕ_i [%]				
50	2,13	0,85	0,47	0,30
60	2,13	0,85	0,47	0,30
70	0,99	0,85	0,47	0,30
80	0,62	0,57	0,47	0,30

za předpokladů: lehká konstrukce, teplota v exteriéru -15°C

OKRAJOVÉ PODMÍNKY, VÝPOČETNÍ MODELY A ZPŮSOBY HODNOCENÍ

PARAMETRY EXTERIÉRU:

návrhová venkovní teplota

$t_e = -15$ °C

návrhová relativní vlhkost vnějšího vzduchu

$\phi_e = 84$ %

PARAMETRY INTERIÉRU:

návrhová vnitřní teplota

$t_i = 5, 10, 15, 20$ °C

návrhová relativní vlhkost vzduchu v interiéru

$\phi_i = 50, 60, 70, 80$ %

TEPELNÉ ODPORY PŘI PŘESTUPU TEPLA:

(podle ČSN EN ISO 6946 a ČSN EN ISO 10211-1)

vnější povrch

$R_{se} = 0,04$ m².K.W⁻¹

vnitřní povrch

– pro součinitel prostupu tepla

$R_{si} = 0,13$ m².K.W⁻¹

– pro povrchové teploty

$R_{si} = 0,25$ m².K.W⁻¹

Součinitele prostupu tepla U i nejnižší vnitřní povrchové teploty t_{pi} byly vypočteny řešením dvourozměrného stacionárního pole teplot ve výseku konstrukce šířky cca 0,6 m (≈ šířka jedné C-kazety) pomocí programu AREA 2004. Výsledky výpočtů pro varianty **IV – V** byly dosaženy pomocí 3D modelu vytvořeném v programu CUBE3D.

Vnější trapézový plech byl v tepelně technických modelech zanedbán.

Tepelné technické parametry jednotlivých skladeb (U, t_{pi}) jsou zobrazeny na grafech. V grafech jsou uvedeny vždy požadavky normy na daný parametr a hodnoty parametrů konkrétní skladby v závislosti na podmínkách interiéru.

V grafech pro součinitele tepelné vodivosti vyhoví vypočtené hodnoty, pokud leží pod křivkami normových hodnot. V grafech povrchových teplot vyhoví vypočtené hodnoty, pokud leží nad křivkami normových hodnot.

INFILTRACE – PRŮVZDUŠNOST

(článek 7.1 dle ČSN 73 0540-2)

Součinitel spárové průvzdušnosti spár a netěsností v konstrukcích a mezi konstrukcemi navzájem, kromě funkčních spár výplní otvorů, musí být v celém průběhu užívání budovy téměř nulový, tj. musí být nižší než nejistota zkušební metody pro jeho stanovení.

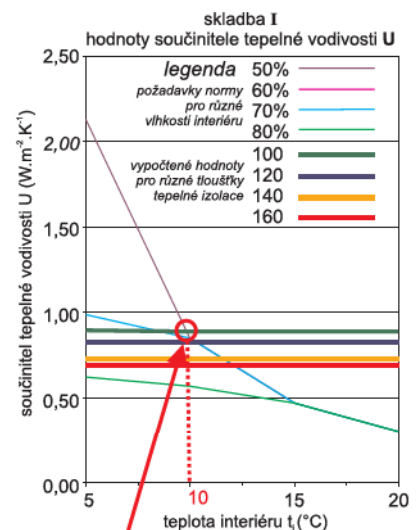
Tepelně izolační vrstva konstrukce musí být na vnější straně účinně chráněna proti působení náporu větru.

VLIV OCHLAZOVÁNÍ POVRCHU

Předpokládáme, že pronikání vzduchu z exteriéru do tepelné izolace brání kontaktní pojistná hydroizolace se slepenými přesahy. Teplá strana izolace tedy není ochlazována proudícím vzduchem.

Pokud spoje PHI nejsou slepené, je třeba vliv ochlazování teplé strany izolace započíst např. dle ČSN EN ISO 6946 příloha D. Vypočtené hodnoty U [W.m⁻².K⁻¹] budou v takovém případě cca o 10 – 15 % větší (nepříznivější) než hodnoty uvedené v tabulkách.

PŘÍKLAD GRAFICKÉHO VYHODNOCENÍ:



Bod, ve kterém se křivka vypočtené hodnoty dostává nad křivku požadavku normy = vypočtené hodnoty již nevyhoví požadavku normy (tedy v tomto případě skladba I s tloušťkou tepelné izolace 100 a při vlhkosti interiéru 50% vyhoví jen do teploty 10°C požadavku normy na součinitel prostupu tepla).

SKLADBY S C-KAZETAMI A VYHODNOCENÍ JEJICH TEPELNĚ TECHNICKÝCH PARAMETRŮ

VRSTVY A PRVKY SKLADEB Z C-KAZET

V článku jsou uvažovány následující prvky skladeb a jejich parametry:

■ **C-kazety - nosná a vnitřní pohledová vrstva kotvená na sloupy skeletového systému:** šířka 600 mm (≈ kolmá vzdálenost podélných zámků), tloušťka 100, 120, 140, 160 mm (v závislosti na tloušťce tepelně izolačních desek), tloušťka plechu 0,75 mm, šířka zámků 40 mm, součinitel tepelné vodivosti uvažovaný ve výpočtech $50 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

■ **Trapézový plech – vnější obkladový prvek stěny:** v rámci výpočtu tepelně technických parametrů není započítáván.

■ **Tepelná izolace z desek z minerálních vláken** (např. ORSIL UNI), tl. 100, 120, 140, 160 mm + 60 mm (vnější „přídavná“ vrstva ve

variantách IV – V), součinitel tepelné vodivosti uvažovaný ve výpočtech $0,036 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

■ **Páska z pěnového polyetylénu – přerušení tepelných mostů skladby:** tloušťky 3 mm a šířky 15 mm ve skladbě II, resp. 50 mm ve skladbě III, součinitel tepelné vodivosti uvažovaný ve výpočtech $0,05 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

■ **Difúzně otevřená fólie - protivětrová a pojistně hydroizolační vrstva:** tl. 0,1 mm, součinitel tepelné vodivosti uvažovaný ve výpočtech $0,35 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

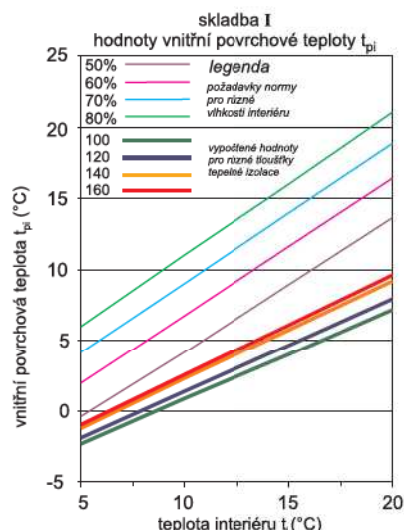
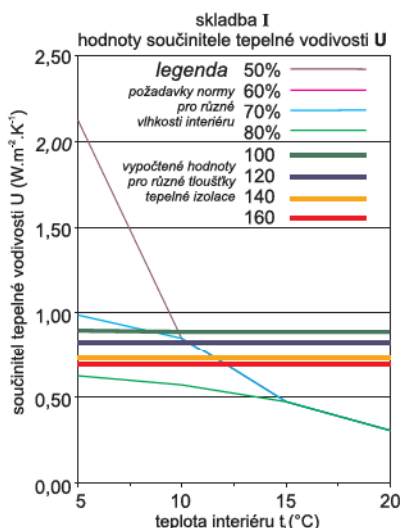
■ **Z-profilů – nosná a distanční vrstva přídavné tepelné izolace:** 40 x 60 x 40 mm, tloušťka plechu 1,25 mm, kolmá vzdálenost profilů 600 mm, úhel sklonu 45° , součinitel tepelné vodivosti uvažovaný ve výpočtech $50 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

■ **Speciální kotevní prvky obkladových plechů – nosná a distanční vrstva přídavné tepelné izolace:** šroub s dvěma závity, průměr 6 mm, počet 6 ks.m², součinitel tepelné vodivosti uvažovaný ve výpočtech $50 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ (resp. $17 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ve variantě z nerezavějící oceli).

VARIANTY SKLADEB S C-KAZETAMI

Ve skladbě I je vnější obkladový trapézový plech připevněn k C-kazetám přímo a je podložen difúzně propustnou fólií, která omezuje pronikání studeného vzduchu do tepelné izolace. Ve skladbě II je připojení trapézového plechu k C-kazetám realizováno přes izolační pásku z pěnového PE, šířky cca 15 mm. Ve skladbě III je šířka těsnicí pásky zvětšena na cca 50 mm, tj. páska zcela kryje čelo C-kazety. Do skladby IV je navíc vložena další „přídavná“ vrstva tepelné izolace, desky z minerálních vláken jsou v tomto případě vkládány mezi Z-profilů. V poslední skladbě V je trapézový plech připojen k nosné konstrukci přes vrstvu tepelné izolace pomocí speciálních kotvicích prvků.

JEDNOTLIVÉ VARIANTY SKLADEB A JEJICH VYHODNOCENÍ

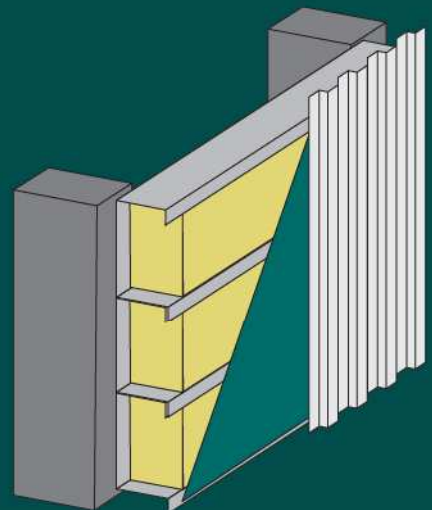


VYHODNOCENÍ SKLADBY I

Z vypočtených hodnot vyplývá, že skladba vyhoví požadavkům normy z hlediska součinitele prostupu tepla jen při nižších teplotách interiéru a nižších hodnotách vlhkosti. Výpočet prokazuje, že na vnitřním povrchu skladby dochází pro všechny varianty podmínek interiéru k povrchové kondenzaci. Tuto kondenzaci pro vlhkost interiéru do 60% české normy nepřipouští.

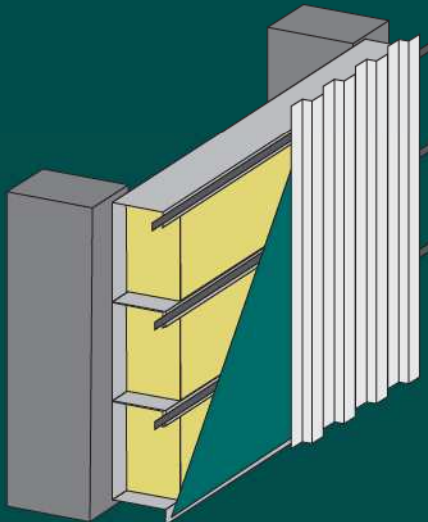
SKLADBA I

C-kazeta s vloženou tepelnou izolací
Difúzně otevřená fólie DEKTEN
Trapézový plech na čela C-kazet



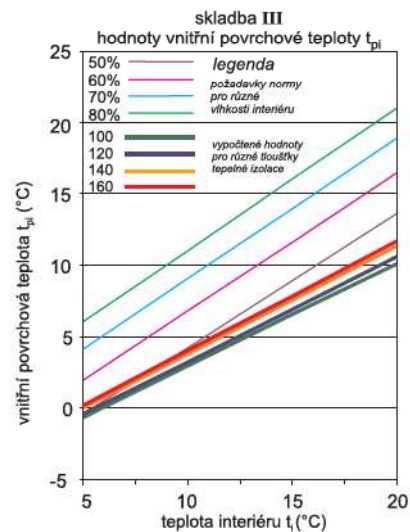
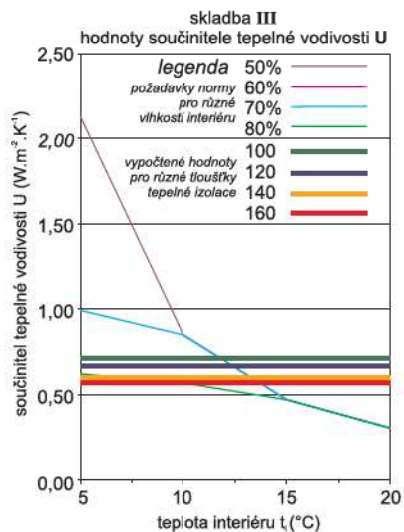
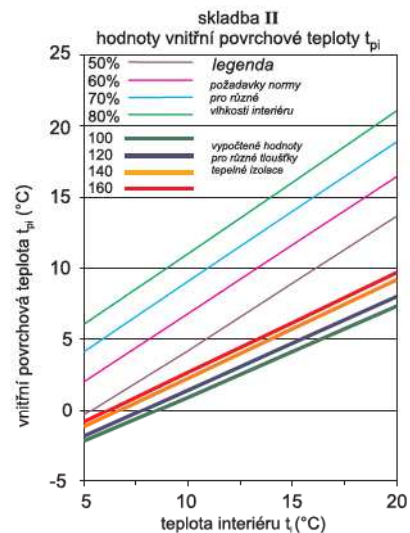
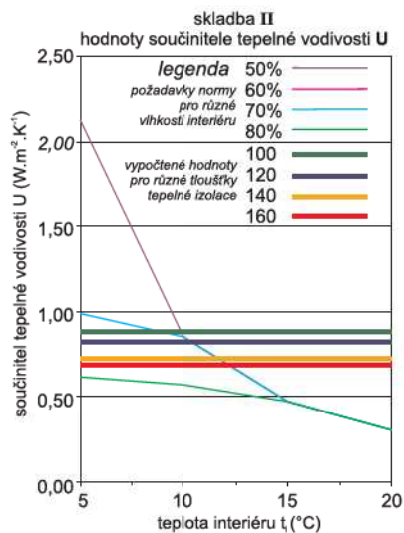
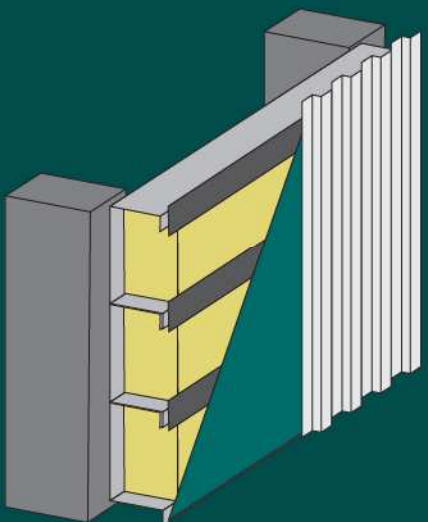
SKLADBA II

C-kazeta s vloženou tepelnou izolací
Polyetylenové pásky na čela C-kazet
– šíře 15 mm
Difúzně otevřená fólie DEKTEN
Trapézový plech na čela C-kazet



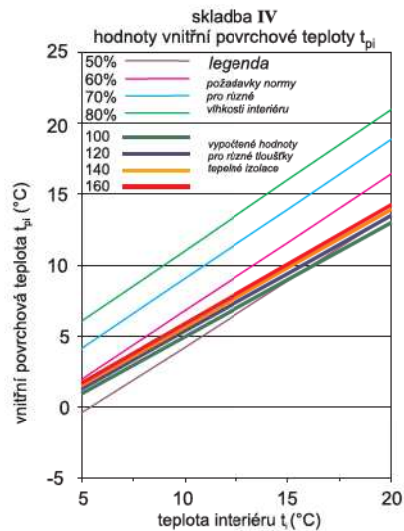
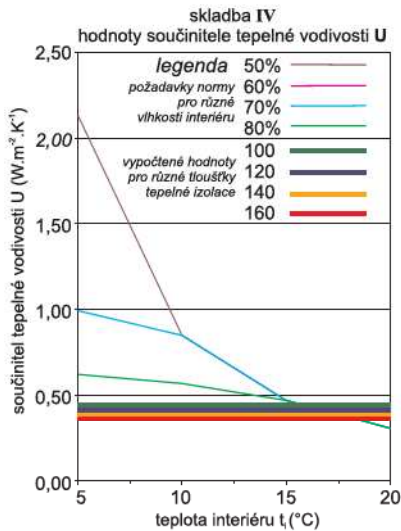
SKLADBA III

C-kazeta s vloženou tepelnou izolací
Polyetylenové pásky na čela C-kazet
– šíře 50 mm
Difúzně otevřená fólie DEKTEN
Trapézový plech na čela C-kazet



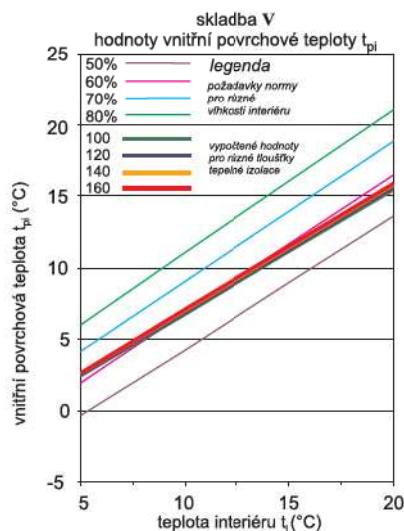
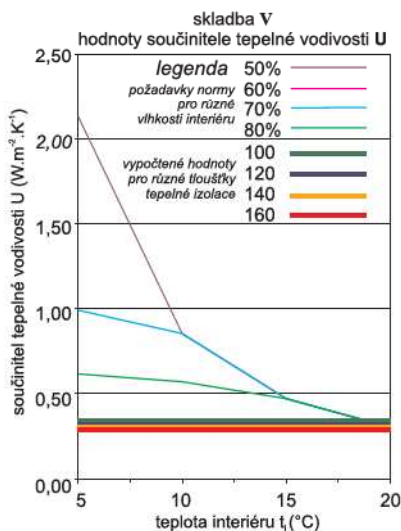
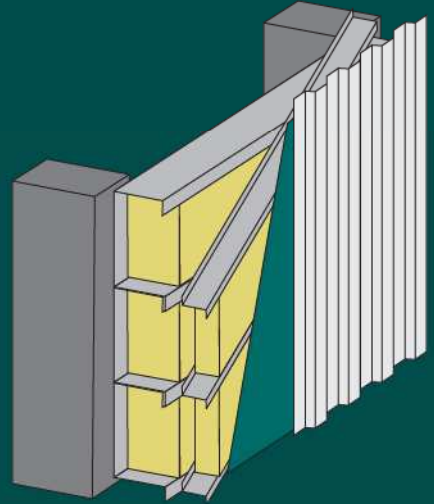
VYHODNOCENÍ SKLADEB II – III

Z vypočtených hodnot vyplývá, že skladby II – III vyhoví požadavkům normy z hlediska součinitele prostupu tepla jen při nižších teplotách interiéru. Při použití vrstev tepelné izolace od 140 mm a širšího typu separační pásky vyhoví tyto skladby z hlediska součinitele prostupu tepla i pro vyšší vlhkosti interiéru. Výpočet prokazuje, že **při použití širšího typu separační pásky dojde k odstranění povrchové kondenzace pro interiéry s nižší teplotou a vlhkostí.**



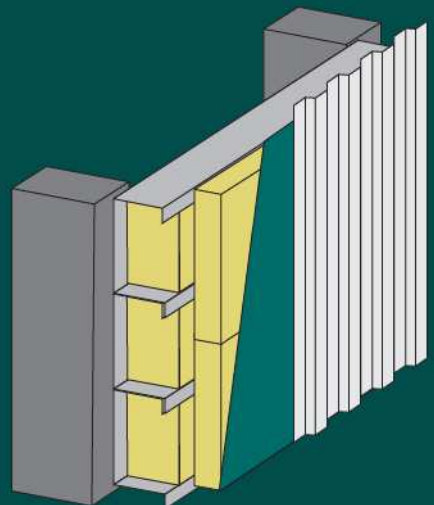
SKLADBA IV

C-kazeta s vloženou tepelnou izolací
Z profily pod úhlem 45°
Tepelná izolace vložená mezi
Z-profily
Difúzně otevřená fólie DEKTEN
Trapézový plech na čela C-kazet



SKLADBA V

C-kazeta s vloženou tepelnou izolací
Tepelná izolace kotvená pomocí
speciálních kotevních šroubů
obkladových prvků
Difúzně otevřená fólie DEKTEN
Trapézový plech na čela C-kazet



VYHODNOCENÍ SKLADEB IV – V

Z vypočtených hodnot vyplývá, že uvedené skladby vyhoví požadavkům normy z hlediska součinitele prostupu tepla i při vyšších teplotách a vlhkostech interiéru. **Výpočet prokazuje, že tento princip skladeb umožní odstranit povrchovou kondenzaci pro prostory s vlhkostí do 60% (požadavek normy).**

Pozn.: Výpočet je proveden pro tloušťku „přídavné“ tepelné izolace 60 mm. Při vyšších tloušťkách skladba bezpečně vyhoví pro všechny uvažované parametry interiéru.



ZÁVĚR

Výsledky výpočtů ukazují, že stěnové konstrukce a skladby s použitím C-kazet v provedení bez „přídavné“ tepelné izolace jsou v principu použitelné jen pro prostory s nízkými vlhkostmi a teplotami (např. temperované sklady). Skladby je třeba vždy doplnit separační páskou, která překryje čela C-kazet (50 mm).

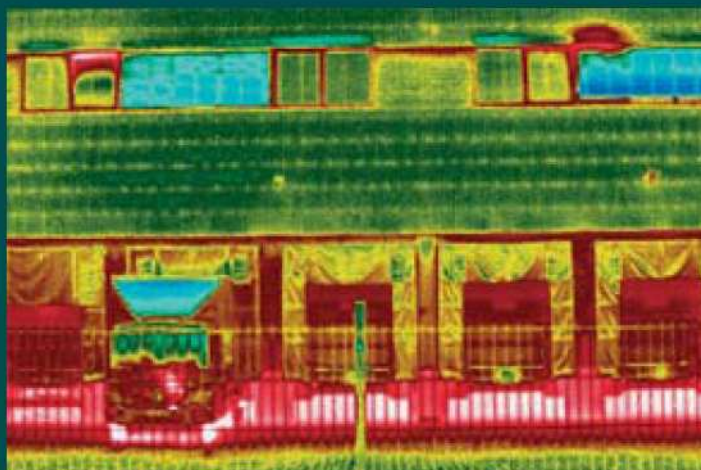
Pro náročnější prostory je třeba používat skladby doplněné přídavnou tepelnou izolací. Z výsledků je patrné, že o tepelně technických parametrech skladby příliš nerozhoduje tloušťka tepelné izolace vkládané do C-kazet.

Všechna hodnocení byla provedena na základě vypočtených hodnot. Výpočetní modely složitých konstrukcí se pohybují spíše na

straně bezpečnosti a proto je možné, že reálné hodnoty tepelně technických parametrů budou lepší než vypočtené. Obecně ale platí, že při použití konstrukcí a skladeb s C-kazetami je potřeba správně chápat logiku a trendy chování tepelně technických parametrů a správně zvolit vhodnou skladbu pro požadované využití budovy.

< RADIM MAŘÍK >

01 | na termovizním snímku C-kazetové stěny bez přídavné tepelné izolace jsou patrné vodorovné liniové tepelné mosty – čela C-kazet



02 | na termovizním snímku C-kazetové stěny s přídavnou tepelnou izolací se liniové tepelné mosty neprojeví

