

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ, FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

Veveří 95, 662 37 Brno

Tel. +420541147401, Fax +420541240996

Tepelně technické posouzení tubusových světlovodů LIGHTWAY

Zadavatel:

Lightway s.r.o.
pan Radek Soukup
technický ředitel
Ledvinova 1714/12
149 00 Praha 4

Zpracovatel :

Ústav pozemního stavitelství, Fakulta stavební VUT
Veveří 95, 602 00 Brno

Vedoucí ústavu: Doc. Ing. Miloslav Novotný, CSc.

Posudek vypracoval: Doc. Ing. Jitka Mohelníková, PhD

V Brně dne 25. 11. 2010

Počet stran posudku 9 x A4:

Posudek byl předán zadavateli ve 2 vyhotoveních

Účel posudku

Účelem posouzení je zhodnocení součinitele prostupu tepla U [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$] základní sestavy tubusového světlovodu Lightway. Dále bylo provedeno posouzení detailu nového typu světlovodu Lightway s vloženým izolačním sklem.

Zadavatel posudku

Posudek byl vypracován na základě ústní dohody a následné objednávky s panem Radkem Soukupem, technickým ředitelem společnosti Lightway s.r.o., Ledvinova 1714/12, 149 00 Praha 4 ze dne 9. 6. 2010.

Dodané podklady

- Tubusové světlovody Lightway, firemní podklady, technické listy použitých materiálů, detaily zabudování světlovodů do stavebních konstrukcí.

Použité normy a vyhlášky

- ČSN 730540-1:2005 *Tepelná ochrana budov. Část 1 Terminologie*
- ČSN 730540-2:2007 *Tepelná ochrana budov. Část 2 Požadavky*
- ČSN 730540-3:2005 *Tepelná ochrana budov. Část 3 Návrhové hodnoty veličin*
- ČSN 730540-4:2005 *Tepelná ochrana budov. Část 4 Výpočtové metody*
- *Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby*

Požadavky

Dle *Vyhlášky č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, § 16 Úspora energie a tepelná ochrana* platí:

- (1) Budovy musí být navrženy a provedeny tak, aby spotřeba energie na jejich vytápění, větrání, umělé osvětlení, popřípadě klimatizaci byla co nejnižší. Energetickou náročnost je třeba ovlivňovat tvarem budovy, jejím dispozičním řešením, orientací a velikostí výplní otvorů, použitými materiály a výrobky a systémy technického zařízení budov. Při návrhu stavby se musí respektovat klimatické podmínky lokality.
- (2) Budovy s požadovaným stavem vnitřního prostředí musí být navrženy a provedeny tak, aby byly dlouhodobě po dobu jejich užívání zaručeny požadavky na jejich tepelnou ochranu splňující
 - a) tepelnou pohodu uživatelů,
 - b) požadované tepelně technické vlastnosti konstrukcí a budov,
 - c) tepelně vlhkostní podmínky technologií podle různých účelů budov,
 - d) nízkou energetickou náročnost budov.
- (3) Požadavky na tepelně technické vlastnosti konstrukcí a budov jsou dány normovými hodnotami.

Normativní požadavky na součinitel prostupu tepla dle *ČSN 73 0540-2:2007*, odstavce 5.2.1 jsou následující (citováno z *ČSN 730540-2:2007*):

5.2.1 Konstrukce podle 4.8 vytápěných nebo klimatizovaných budov musí mít v prostorech s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_1 \leq 60\%$ součinitel prostupu tepla U , ve $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ takový, aby splňoval podmínku:

$$U \leq U_N \tag{3}$$

kde U_N je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla, ve $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Splnění podmínky vztahu (3) pro doporučenou hodnotu U_N je vhodné pro energeticky úsporné budovy. Požadovaná a doporučená hodnota U_N se stanoví:

- a) pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou $\theta_{im} = 20\text{ °C}$ a pro všechny návrhové venkovní teploty podle tabulky 3;

Převažující návrhová vnitřní teplota θ_{im} , ve $^{\circ}\text{C}$, odpovídá návrhové vnitřní teplotě θ většiny prostorů v budově. Za budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou $\theta_{im} = 20\text{ °C}$, pro které platí tabulka 3, se považují všechny budovy obytné (nevýrobní bytové), občanské (nevýrobní nebytové) s převážně dlouhodobým pobytem lidí (např. školské, administrativní, ubytovací, veřejně správní, stravovací, většina zdravotnických) a jiné budovy, pokud vypočítaná převažující návrhová vnitřní teplota θ_{im} je v intervalu od 18 °C do 22 °C včetně.

- b) pro ostatní budovy ze vztahu:

$$U_N = U_{N,20} \cdot e_1 \cdot \frac{35}{\Delta\theta_{ie}} \quad (4)$$

kde $U_{N,20}$ je součinitel prostupu tepla z tabulky 3, ve $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$;
 e_1 součinitel typu budovy; stanoví se ze vztahu:

$$e_1 = \frac{20}{\theta_{im}} \quad (5)$$

$\Delta\theta_{ie}$ základní rozdíl teplot vnitřního a venkovního vzduchu, ve $^{\circ}\text{C}$, který se stanoví ze vztahu:

$$\Delta\theta_{ie} = \theta_{im} - \theta_{ae} \quad (6)$$

θ_{ae} návrhová teplota venkovního vzduchu podle ČSN 73 0540-3, ve $^{\circ}\text{C}$.

Požadované a doporučené hodnoty U_N ze vztahu (4) se do $0,4\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ zaokrouhlují na setiny, od $0,4\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ včetně do $2,0\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ na pět setin a nad $2,0\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ včetně na desetiny.

Dle Tabulky uvedené v ČSN 730540-2:2007 (Tabulka 3) pro výplně otvorů platí

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla $U_{N,20}$ [$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$]	
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty
Okno, dveře a jiná výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu) Jejich kovové rámy přitom musí mít $U_f \leq 2,0\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, ostatní rámy těchto výplní otvorů musí mít $U_f \leq 1,7\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.	1,7	1,2
Okno, dveře a jiná výplň otvoru ve stěně a strmé střeše, z vytápěného do částečně vytápěného prostoru nebo z částečně vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	3,5	2,3
Šikmé střešní okno, světlík a jiná šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° , z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu) Jejich kovové rámy přitom musí mít $U_f \leq 2,0\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, ostatní rámy těchto výplní otvorů musí mít $U_f \leq 1,7\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.	1,5	1,1
Šikmé střešní okno, světlík a jiná šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° , z vytápěného do částečně vytápěného prostoru nebo z částečně vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	2,6	1,7

Při návrhu nízkoenergetických domů a při cíleném využití sluneční energie, rekuperace tepla nebo elektrické energie na vytápění je vhodné dosahovat 2/3 hodnot doporučených. Pro pasivní domy se doporučují konstrukce s ještě nižšími U -hodnotami.

POSOUZENÍ SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA ZÁKLADNÍ SESTAVY TUBUSOVÉHO SVĚTLOVODU LIGHTWAY

Posouzení součinitele prostupu tepla U [W/m^2K] základní sestavy tubusového světlovodu ve skladbě: skleněná nástřešní kopule, světlovodný tubus a stropní transparentní kryt.

Podle druhu použitého stropního transparentního krytu je možné rozlišovat následující skladby sestav tubusových světlovodů Lightway:

Skladba I:

- skleněná nástřešní kopule (tl. 4 mm),
- světlovodný tubus (délka 0,6 m),
- stropní transparentní kryt - jednoduché sklo (tl. 4 mm).

-

Skladba II:

- skleněná nástřešní kopule (tl. 4 mm),
- světlovodný tubus (délka 0,6 m),
- dvouvrstvý stropní transparentní kryt ve skladbě:
 - polykarbonát PET G, tl. 0,7 mm,
 - vzduchová mezera 15 mm,
 - polykarbonát PET G, tl. 3 mm.

Typ hodnocené konstrukce: tubusový střešní světlovod - tepelný tok zdola nahoru

Posouzení bylo provedeno pomocí počítačového programu Teplo 2009.

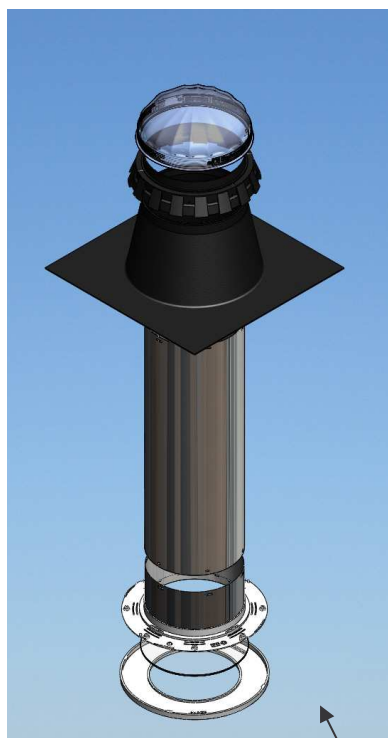
Vstupní hodnoty:

Návrhová vnitřní teplota	θ_i :	20.0 C
-Návrhová venkovní teplota	θ_{ae} :	-15.0 C
-Teplota na vnější straně	θ_e :	-15.0 C
-Návrhová teplota vnitřního vzduchu	θ_{ai} :	21.0 C
-Relativní vlhkost v interiéru	φ_i :	50.0 % (+5.0%)

Poznámka:

ve výpočtech byla uvažována skladba jednotlivých vrstev nástřešních stropních transparentních krytů světlovodu bez zahrnutí vlivu okolních konstrukcí a tepelně izolačních vrstev. - korekce součinitele prostupu dU : 0.150 W/m^2K .

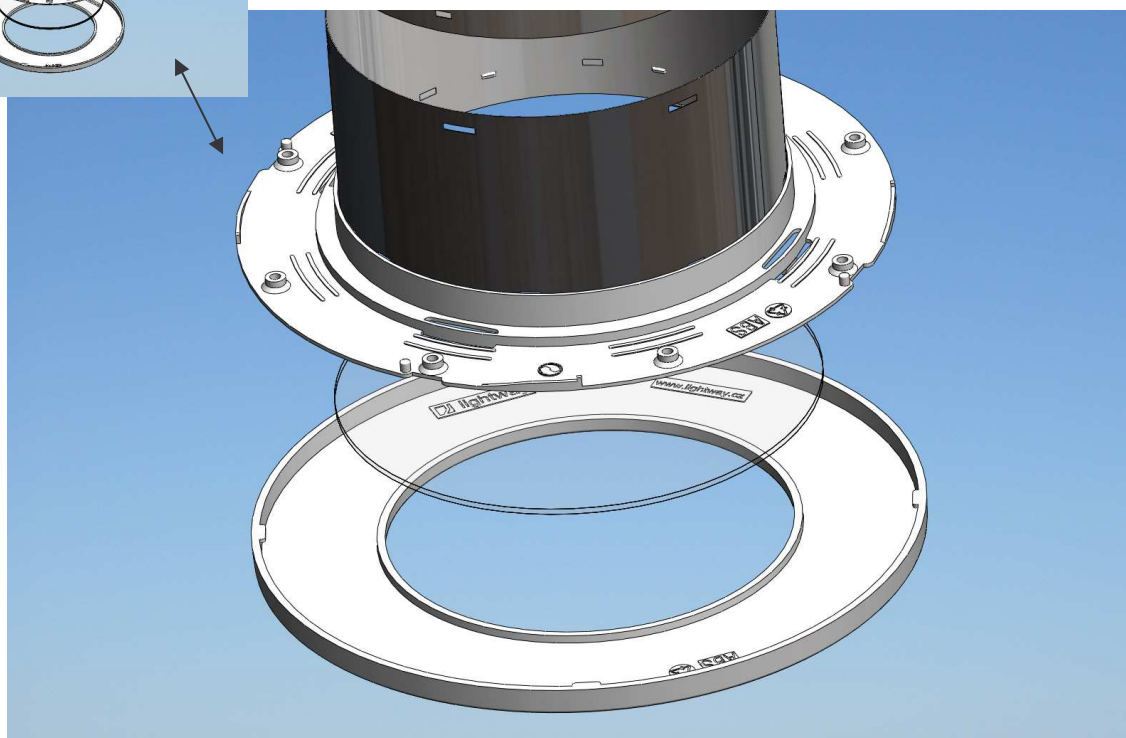
Tubusový světlovod – skladba I



skleněná nástřešní kopule (tl. 4 mm)

světlovodný tubus
(uzavřená vzduchová dutina, tl. 0,6 m)

stropní transparentní kryt – sklo, tl. 4 mm



Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : $0.32 \text{ m}^2\text{K/W}$

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **$2.189 \text{ W/m}^2\text{K}$**

Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : $2.21 / 2.24 / 2.29 / 2.39 \text{ W/m}^2\text{K}$

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tepelných mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

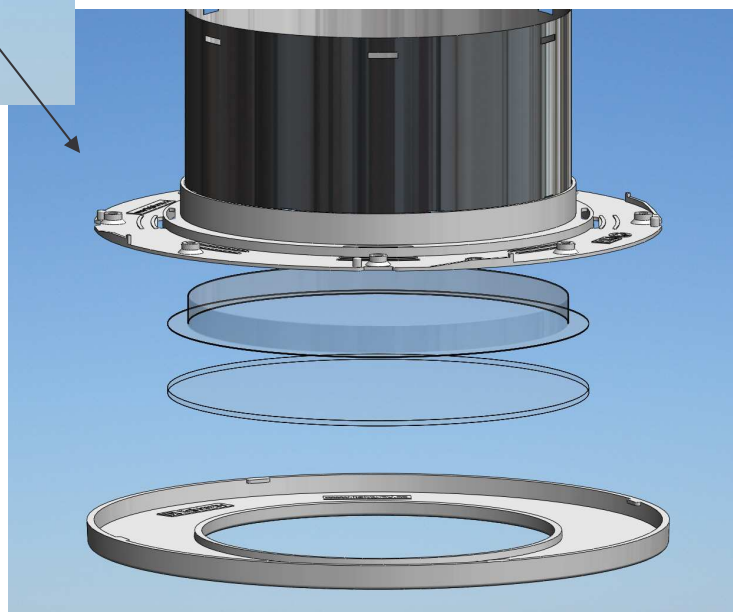
Tubusový světlovod – skladba II



skleněná nástřešní kopule (tl. 4 mm)

světlovodný tubus
(uzavřená vzduchová dutina, tl. 0,6 m)

dvouvrstvý stropní transparentní kryt :
- polykarbonát PET G, tl. 0.7 mm
- uzavřená vzduchová mezera 15 mm
- polykarbonát PET G, tl. 3 mm



Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

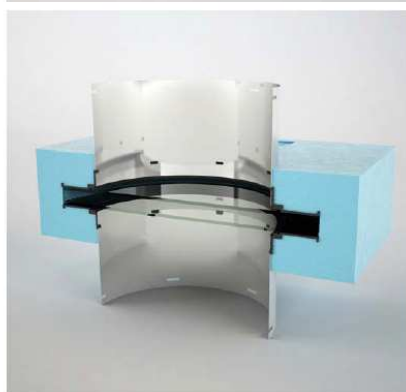
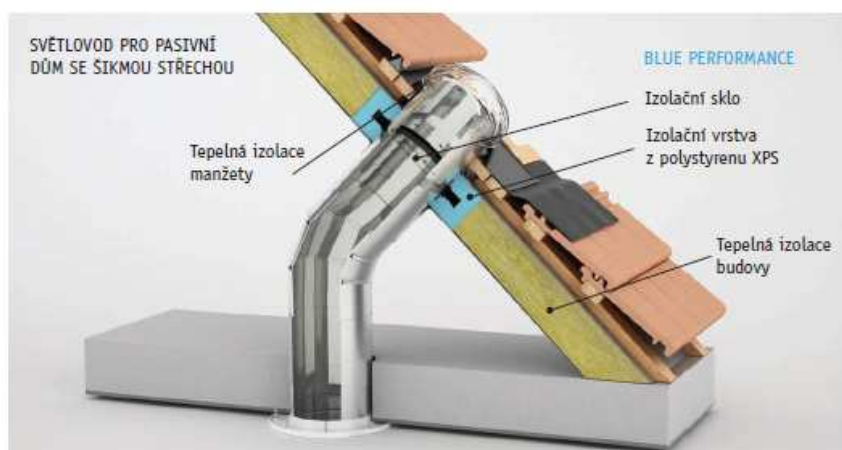
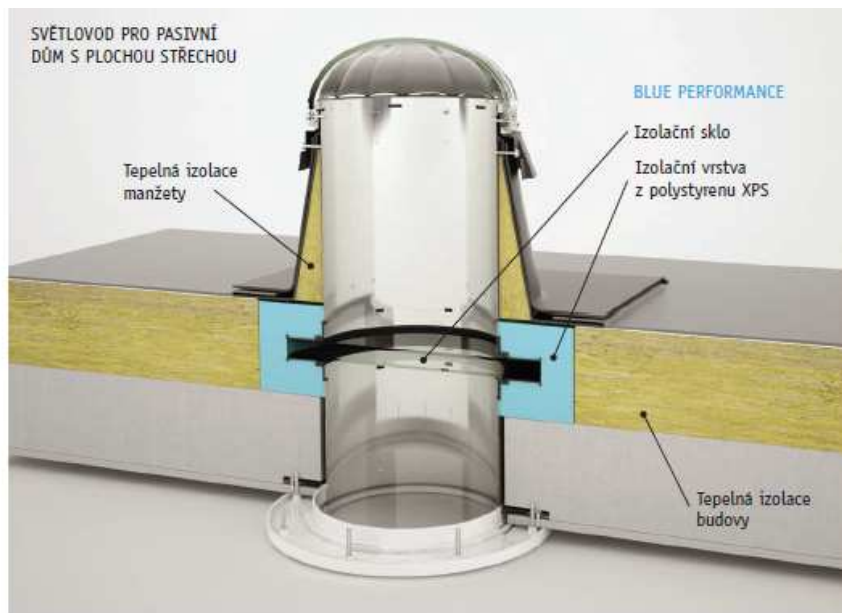
Tepelný odpor konstrukce R : $0.46 \text{ m}^2\text{K/W}$

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **$1.658 \text{ W/m}^2\text{K}$**

Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : $1.68 / 1.71 / 1.76 / 1.86 \text{ W/m}^2\text{K}$

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tepelných mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

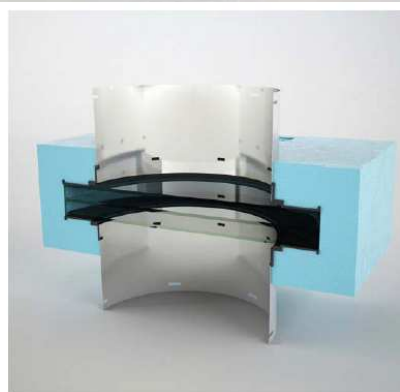
POSOUZENÍ DETAILU TUBUSOVÉHO SVĚTLOVODU LIGHTWAY S VLOŽENÝM IZOLAČNÍM PRVKEM BLUE PERFORMANCE



Typ LW BP 1.0

Technické informace :
 $U = 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
 Izolační sklo: dvojsklo 4 - 16 - 4 (výplň Argon)
 Izolace: Polystyren XPS
 Tloušťka tepelné izolace: 120 mm

Rozměry:
 LW 300 - 470x470 mm
 LW 400 - 570x570 mm
 LW 600 - 885x885 mm
 LW 800 - 1120x1120 mm
 Výška: 120 mm

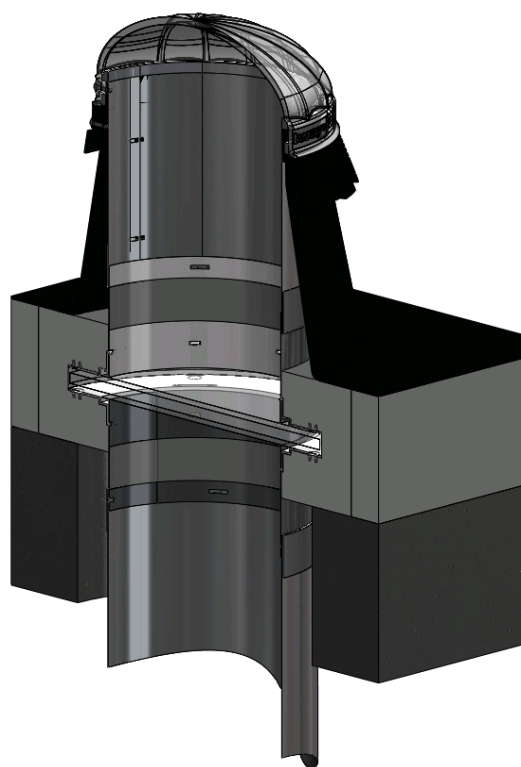


TYP LW BP 0.6

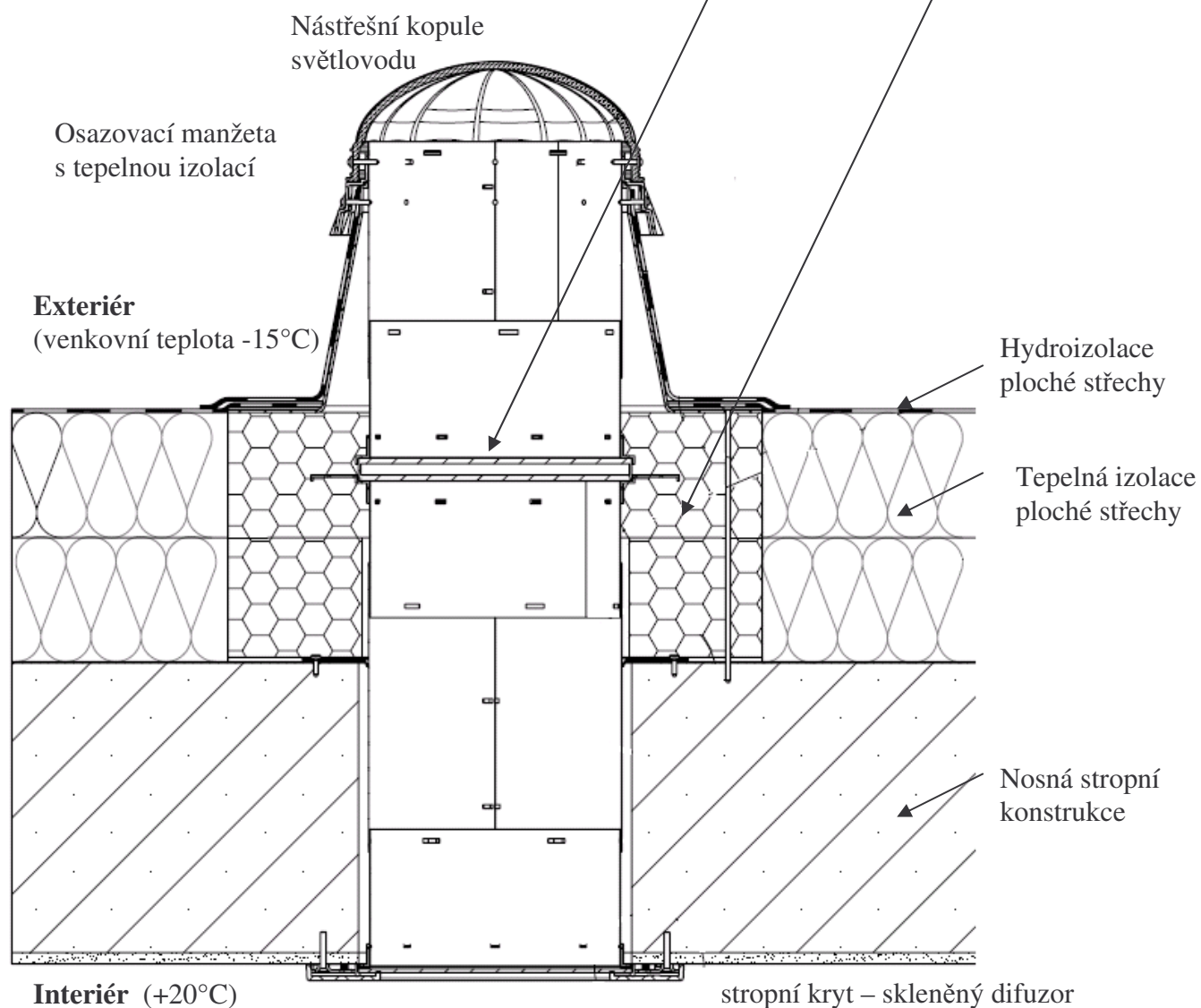
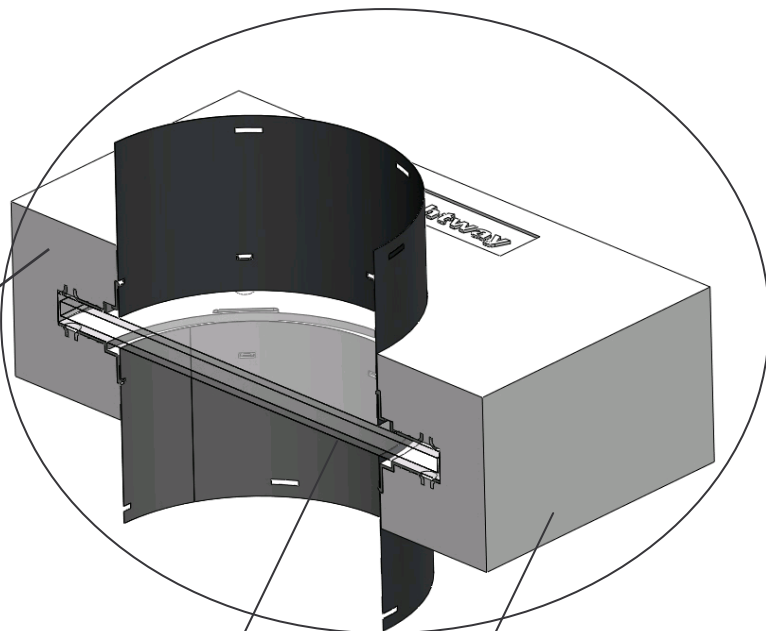
Technické informace :
 $U = 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
 Izolační sklo: trojsklo 4 - 16 - 4 - 16 - 4 (výplň Argon)
 Izolace: Polystyren XPS
 Tloušťka tepelné izolace: 140 mm

Rozměry:
 LW 300 - 470x470 mm
 LW 400 - 570x570 mm
 LW 600 - 885x885 mm
 LW 800 - 1120x1120 mm
 Výška: 140 mm

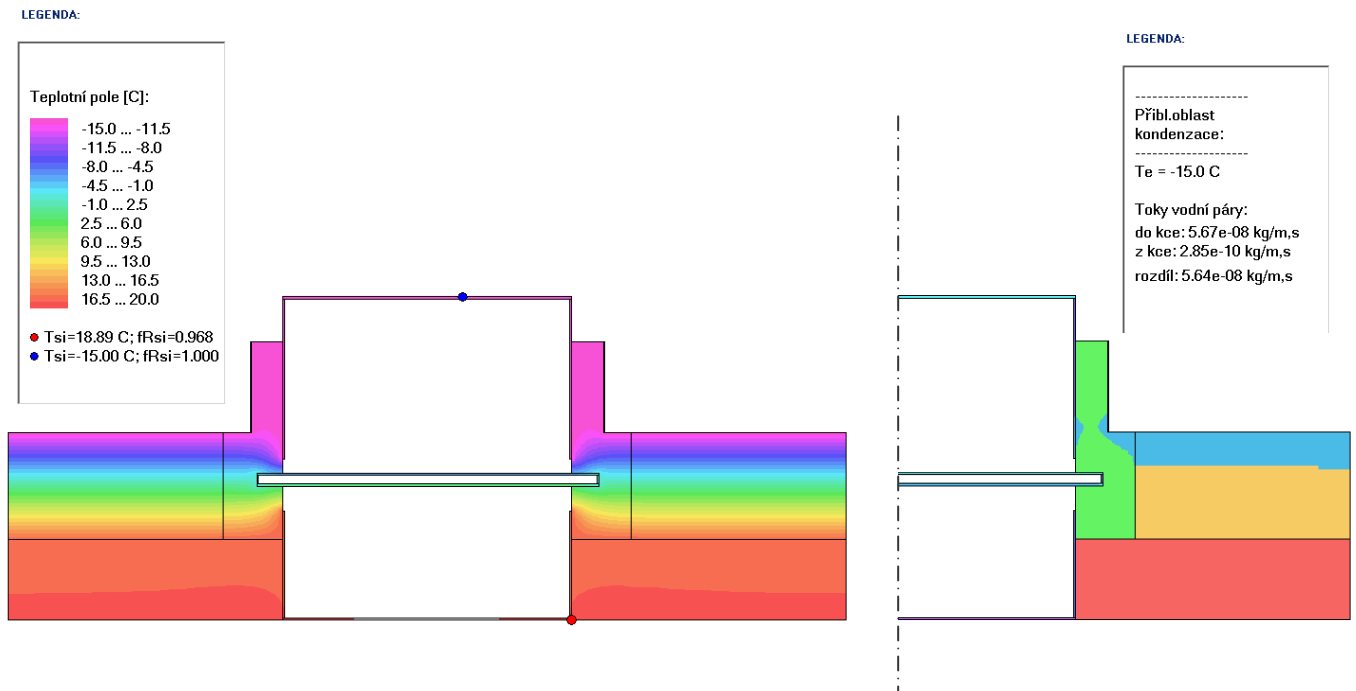
Detail osazení tubusového světlovodu LIGHTWAY s izolačním prvkem Blue Performance do ploché střechy



Prvek Blue Performance s izolačním sklem a jeho umístění ve světlovodu



Vyhodnocení teplotního pole a oblasti kondenzace detailu tubusového světlovodu s izolačním dvojsklem zabudovaného v ploché střeše bylo provedeno pomocí počítačového programu Area 2009.



Stanovení tepelné ztráty transparentními prvky světlovodu LIGHTWAY s izolačním sklem

Tepelná ztráta vedením transparentními prvky světlovodu:

$$Q_v = U \times A \times (\theta_i - \theta_e) \text{ [W]}$$

kde

U [Wm⁻²K⁻¹] součinitel prostupu tepla

A [m²] průřezová plocha

θ_i [°C] teplota vnitřního vzduchu

θ_e [°C] teplota venkovního vzduchu

Příklad:

θ_i [°C] návrhová teplota vnitřního vzduchu +20°

θ_e [°C] návrhová teplota venkovního vzduchu -15°C

Průměr světlovodu	Tepelná ztráta vedením izolačním sklem zabudovaným v tubusovém světlovodu (bez nástřešní kopule a plastového stropního difuzoru)	
	dvojsklem U = 1,0 Wm ⁻² K ⁻¹	trojsklem U = 0,6 Wm ⁻² K ⁻¹
220 mm	1,3 W	0,8 W
320 mm	2,8 W	1,7 W
520 mm	7,4 W	4,5 W
760 mm	15,9 W	9,5 W

Průměr světlovodu	Tepelná ztráta vedením nástřešní skleněnou kopulí + izolačním sklem + plastovým stropním difuzorem	
	celá sestava U=0,6 Wm ⁻² K ⁻¹ (s dvojsklem U = 1.0 Wm ⁻² K ⁻¹)	celá sestava U=0,45 Wm ⁻² K ⁻¹ (s trojsklem U = 0.6 Wm ⁻² K ⁻¹)
220 mm	0,8 W	0,6 W
320 mm	1,7 W	1,3 W
520 mm	4,5 W	3,3 W
760 mm	9,5 W	7,2 W