

ing. Roman Šubrt

Energy Consulting

Tepelné mosty v pasivních domech

e-mail: roman@e-c.cz

web: www.e-c.cz

tel.: 777 196 154

Sdružení Energy Consulting

- **KATALOG TEPELNÝCH MOSTŮ, 1 – Běžné detaily**
- **Podklady pro dotace**
- **Bezplatné energetické poradenství (tepelné izolace, biomasa, solár, vodní energie, vítr, pasivní domy....)**
- **Energetické audity, projekty zateplování**
- **Průkazy energetické náročnosti budovy dle vyhl. 148/2007**
- **Infrakamera**
- **Výpočty dvourozměrných a třírozměrných fyzikálních polí**
- **Program LOUISA – jednoduché hodnocení budov**
- **Stavba pasivní školy v Tibetu – v indické části (Malý Tibet) V roce 2008 budeme pořádat exkurzi na stavbu této školy.**

e-mail: roman@e-c.cz

tel.: 777 196 154

Web: www.e-c.cz

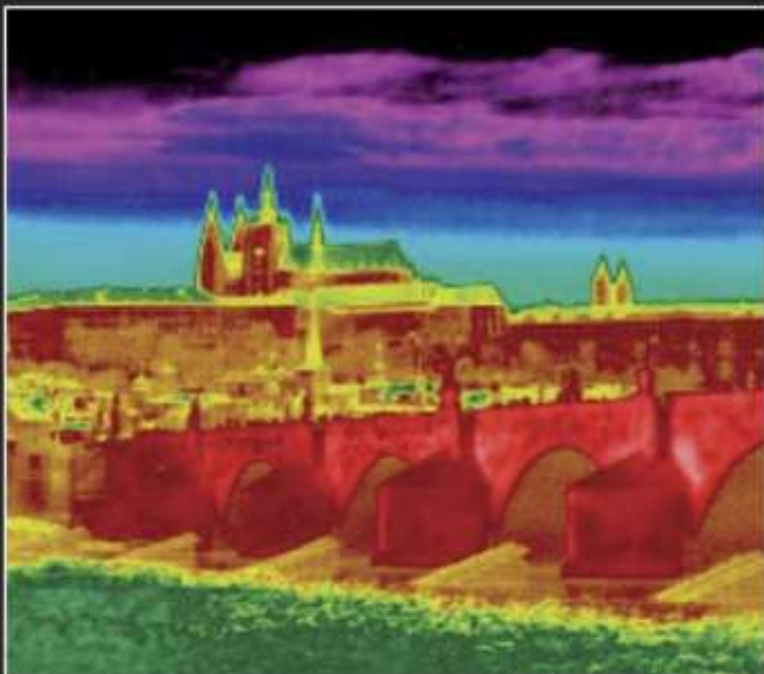


Roman Šubrt, Pavlína Zvánovcová, Martin Škopek

KATALOG TEPELNÝCH MOSTŮ

1 – Běžné detaily

Publikace doporučovaná
Českou komorou
autorizovaných techniků a
inženýrů činných ve
stavebnictví (ČKAIT) jako
studijní materiál pro
projektanty zabývající se
dotací Zelená úsporám



Roman Subrt, Pavlína Zvánovcová, Martin Skopek

KATALOG TEPELNÝCH MOSTŮ

2- Detaily pro nízkoenergetické a pasivní domy

Bude vydáno v létě 2010

Tepelné mosty

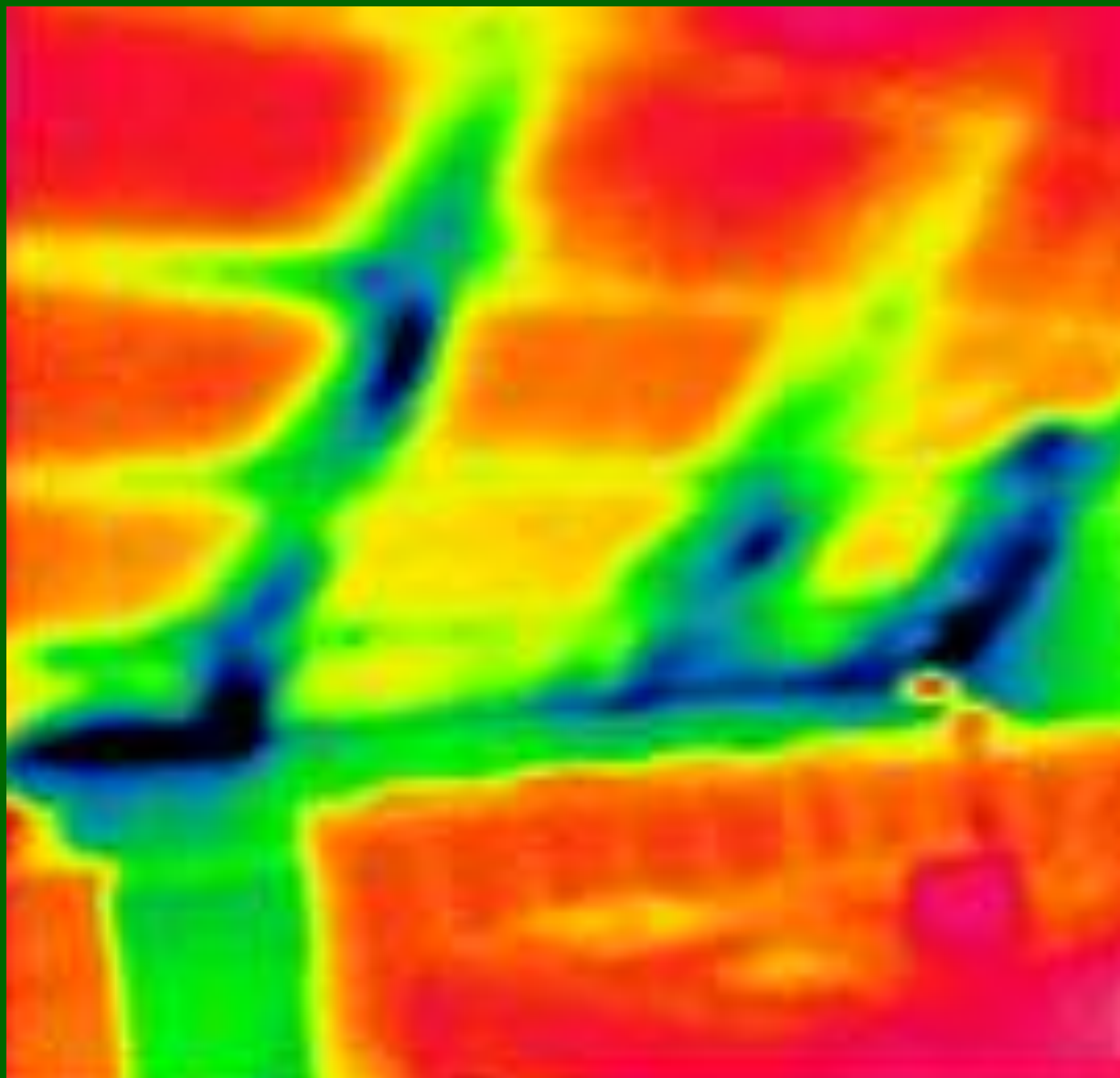
Tepelný most je místo s vícesměrným či jinak nerovnoměrným tepelným tokem.

- tepelný most v konstrukci
- tepelná vazba

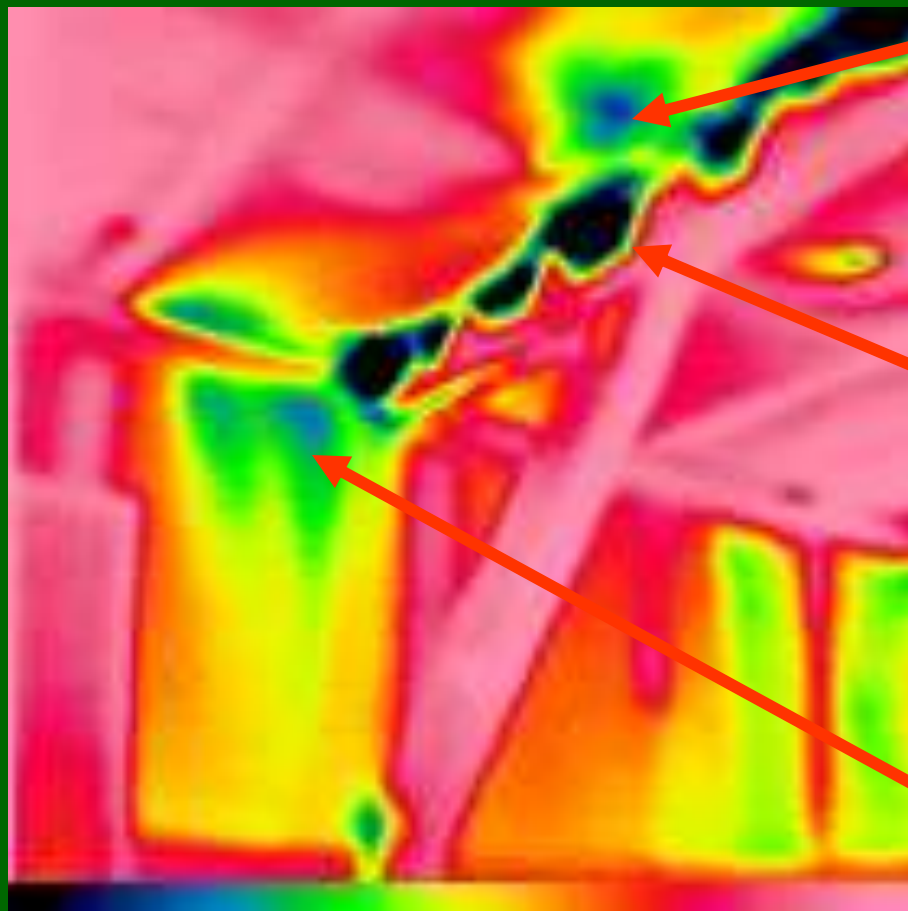
3 způsoby šíření tepla

1. vedení
2. proudění
3. sálání

1. vedení



2. proudění



Infiltrace vytrubkováním elektroinstalace pro lustr

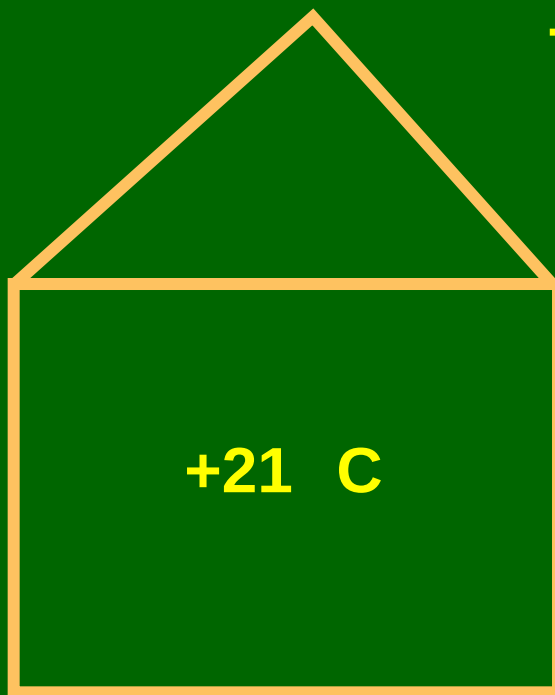
Infiltrace netěsnostmi v konstrukci

„profukuje“ mezi sádrokartonem a tepelnou izolací

3. sálání

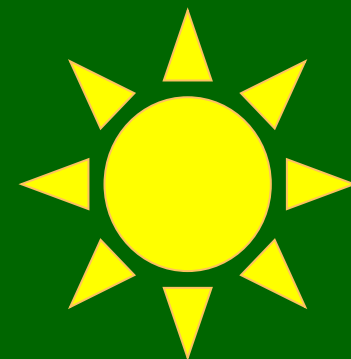


-271 C



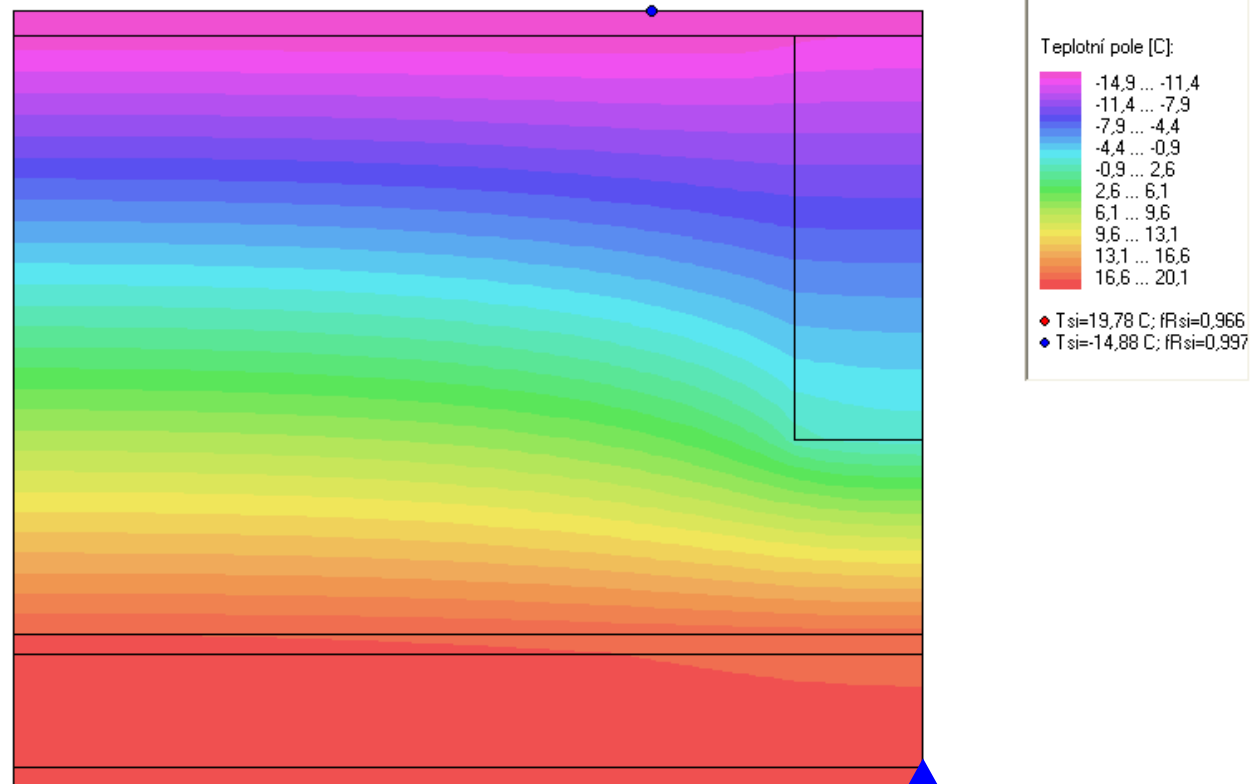
+21 C

+5500 C

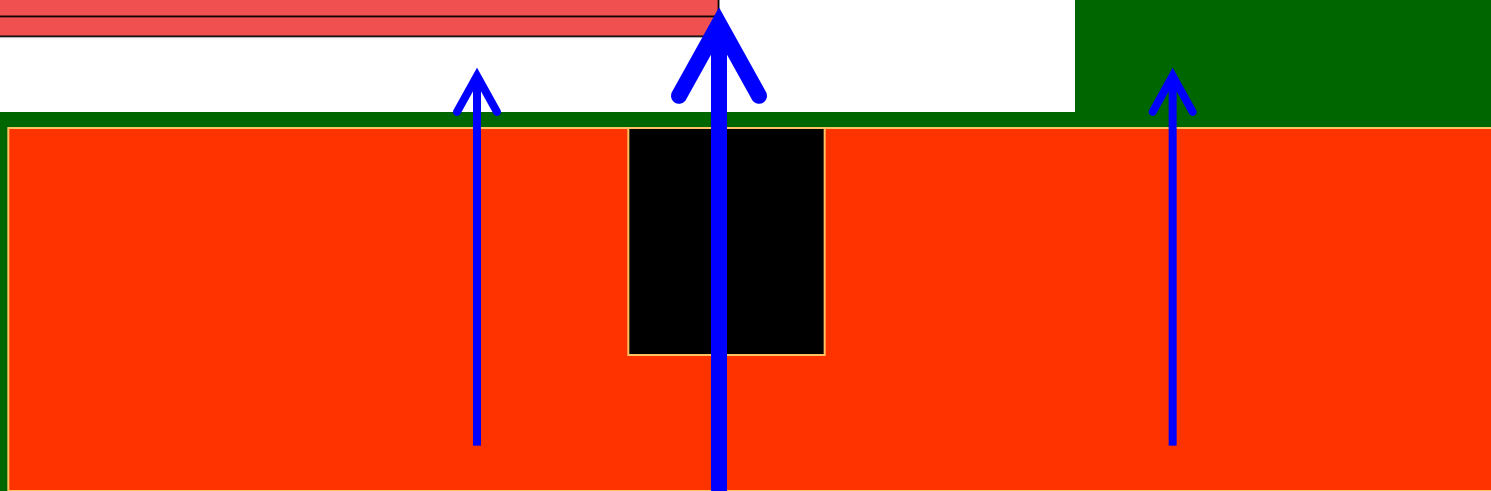


teplota povrchu až o 5 C nižší, než teplota vzduchu

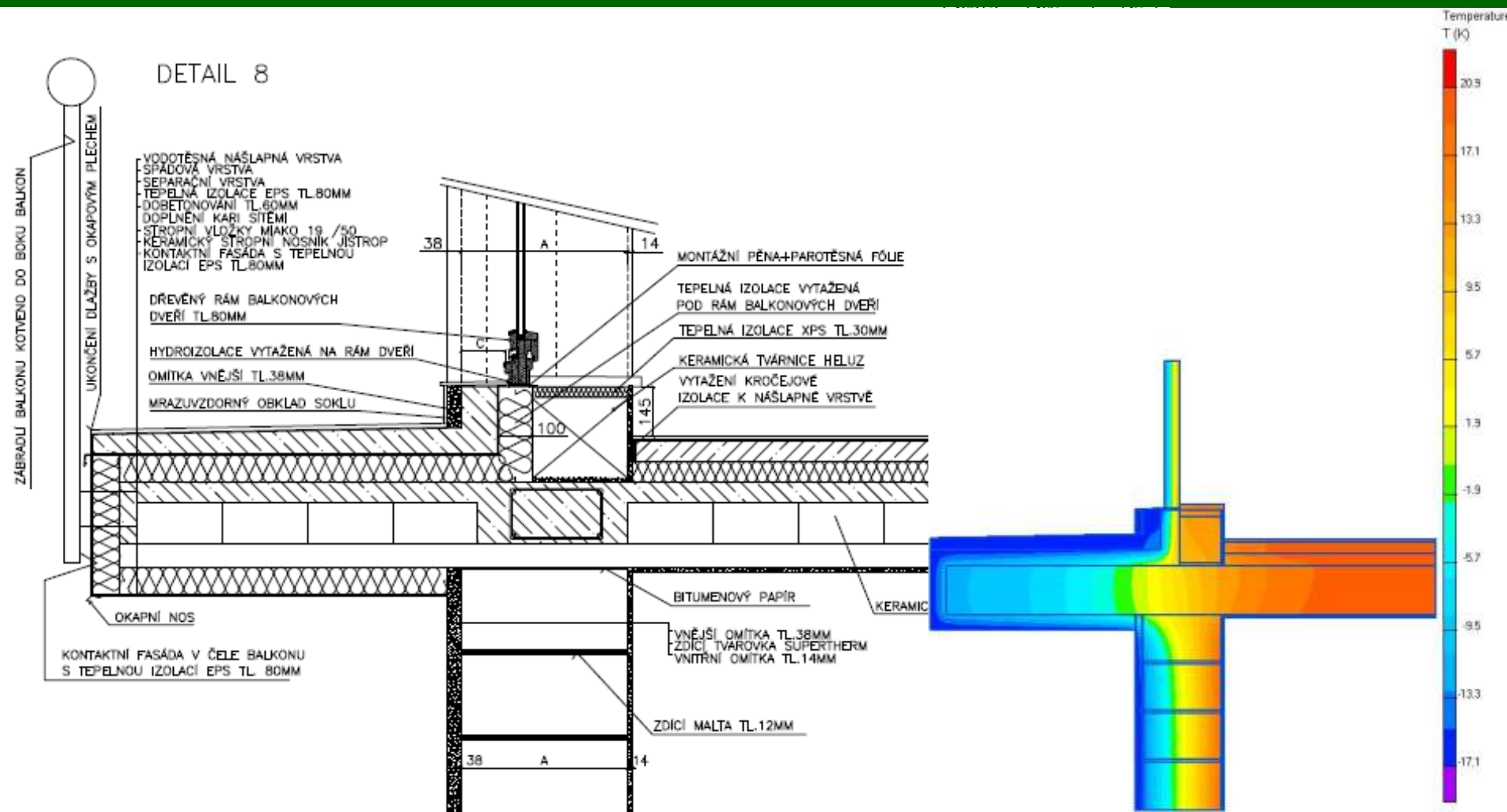
teplota povrchu až o 70 C vyšší, než teplota vzduchu



**Tepelný
most v
konstrukci**



Tepelná vazba



Detail prahu balkónových dveří na balkón

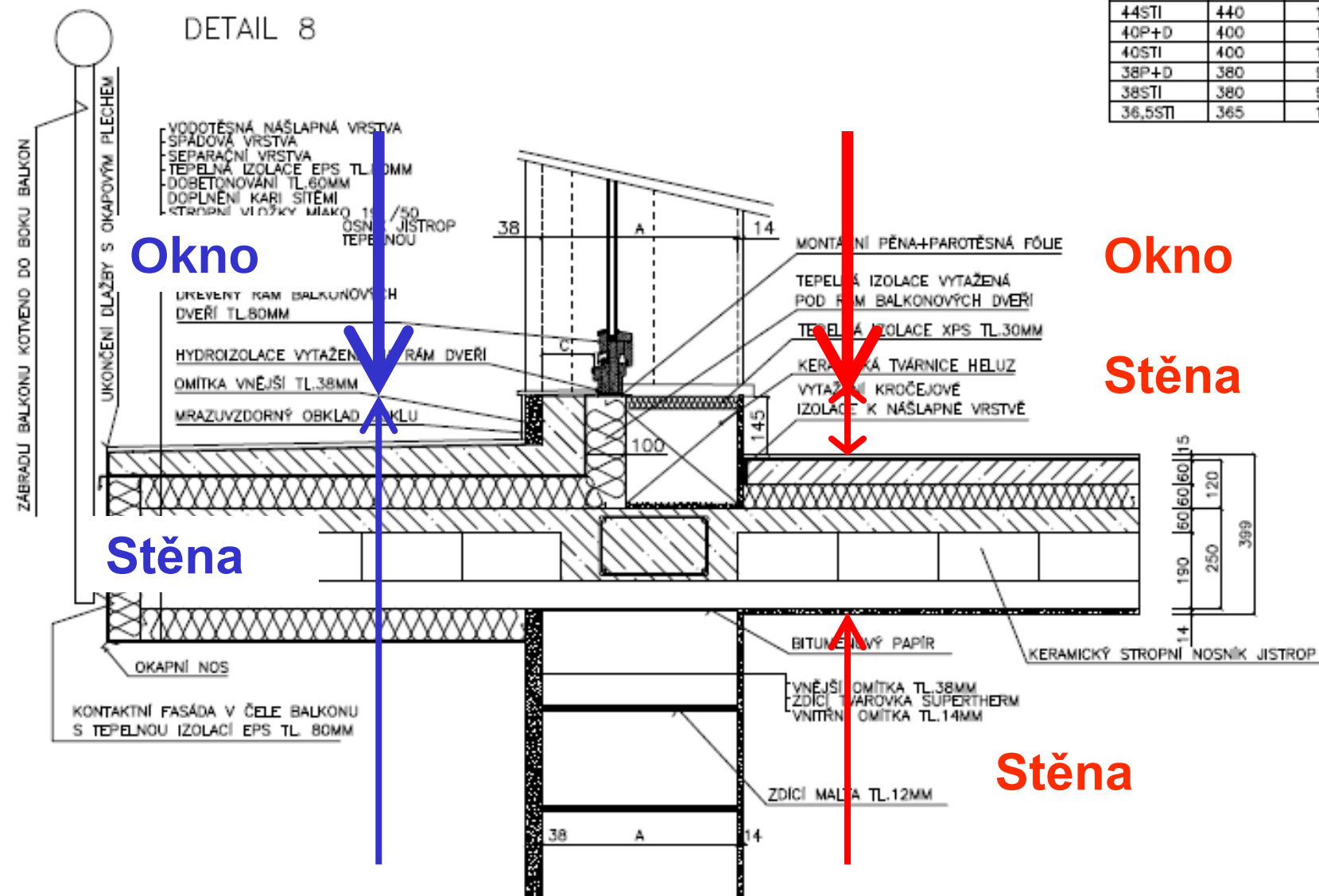
Parametr		Druh zdiva								
		38 P+D	40 P+D	44 P+D	49 P+D	36,5 STI	38 STI	40 STI	44 STI	49 STI
teplota měřena v místě styku rámu okna se zdivem v interiéru	Vnitřní minimální povrchová teplota [°C]	14,10	14,12	14,12	14,03	14,21	14,11	14,13	14,13	14,04
	Teplotní faktor f_{Rsi} [-]	0,8184	0,8189	0,8191	0,8166	0,8213	0,8187	0,8192	0,8192	0,8168
teplota je nejnižší v rohu u stropu	Vnitřní minimální povrchová teplota [°C]	14,98	15,04	15,16	15,57	14,68	15,09	15,15	15,25	15,67
	Teplotní faktor f_{Rsi} [-]	0,8417	0,8432	0,8462	0,8572	0,8337	0,8444	0,8459	0,8487	0,8597
Lineární činitel prostupu tepla z exteriéru ψ_e [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]		0,438	0,443	0,450	0,456	0,474	0,475	0,478	0,482	0,485
Lineární činitel prostupu tepla z interiéru pro horní místnost (část detailu) ψ_{iH} [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]		0,321	0,320	0,322	0,337	0,311	0,329	0,329	0,330	0,344
Lineární činitel prostupu tepla z interiéru pro dolní místnost (část detailu) ψ_{iD} [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]		0,239	0,237	0,235	0,215	0,264	0,243	0,241	0,238	0,218

Exteriér

DETAIL 8

Interiér

ROZMĚRY V MM		
TVAROVKA	A	C
49P+D	490	130
49STI	490	130
44P+D	440	150
44STI	440	150
40P+D	400	110
40STI	400	110
38P+D	380	90
38STI	380	90
36,5STI	365	145



Detail prahu balkónových dveří na balkón

Parametr		Druh zdiva								
		38 P+D	40 P+D	44 P+D	49 P+D	36,5 STI	38 STI	40 STI	44 STI	49 STI
teplota měřena v místě styku rámu okna se zdivem v interiéru	Vnitřní minimální povrchová teplota pro -17 C [C]	14,10	14,12	14,12	14,03	14,21	14,11	14,13	14,13	14,04
	Teplotní faktor f_{Rsi} [-]	0,8184	0,8189	0,8191	0,8166	0,8213	0,8187	0,8192	0,8192	0,8168
teplota je nejnižší v rohu u stropu	Vnitřní minimální povrchová teplota pro -17 C [C]	14,98	15,04	15,16	15,57	14,68	15,09	15,15	15,25	15,67
	Teplotní faktor f_{Rsi} [-]	0,8417	0,8432	0,8462	0,8572	0,8337	0,8444	0,8459	0,8487	0,8597
Lineární činitel prostupu tepla z exteriéru ψ_e [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]		0,438	0,443	0,450	0,456	0,474	0,475	0,478	0,482	0,485
Lineární činitel prostupu tepla z interiéru pro horní místnost (část detailu) ψ_{iH} [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]		0,321	0,320	0,322	0,337	0,311	0,329	0,329	0,330	0,344
Lineární činitel prostupu tepla z interiéru pro dolní místnost (část detailu) ψ_{iD} [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]		0,239	0,237	0,235	0,215	0,264	0,243	0,241	0,238	0,218

Detail prahu balkónových dveří na balkón

Parametr	Druh zdiva								
	38 P+D	40 P+D	44 P+D	49 P+D	36,5 STI	38 STI	40 STI	44 STI	49 STI
Lineární činitel prostupu tepla z exteriéru ψ_e [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	0,438	0,443	0,450	0,456	0,474	0,475	0,478	0,482	0,485

Lineární činitel

- nezávisí na vlastnostech konstrukcí, ale především na geometrii
- vliv tepelných mostů je extrémní (např.

Teplotní faktor:

Bezrozměrné číslo udávající povrchovou teplotu v závislosti na teplotě v interiéru a v exteriéru.

Pokud teplotním faktorem vynásobíme rozdíl interiérové a exteriérové teploty zjistíme o kolik °C je povrch konstrukce teplejší než teplota v exteriéru.

Příklad: rozdíl teplot je 36 °C (interiér 21 °C, exteriér = -15 °C), teplotní faktor 0,8. Pak násobek je $0,8 \cdot 36 = 28,8$ °C. Teplota povrchu v interiéru je $28,8 - 15 = 13,8$ °C.

Doplněk k teplotnímu faktoru se nazývá poměrný teplotní rozdíl vnitřního povrchu.

Činitel prostupu tepla (lineární, bodový):

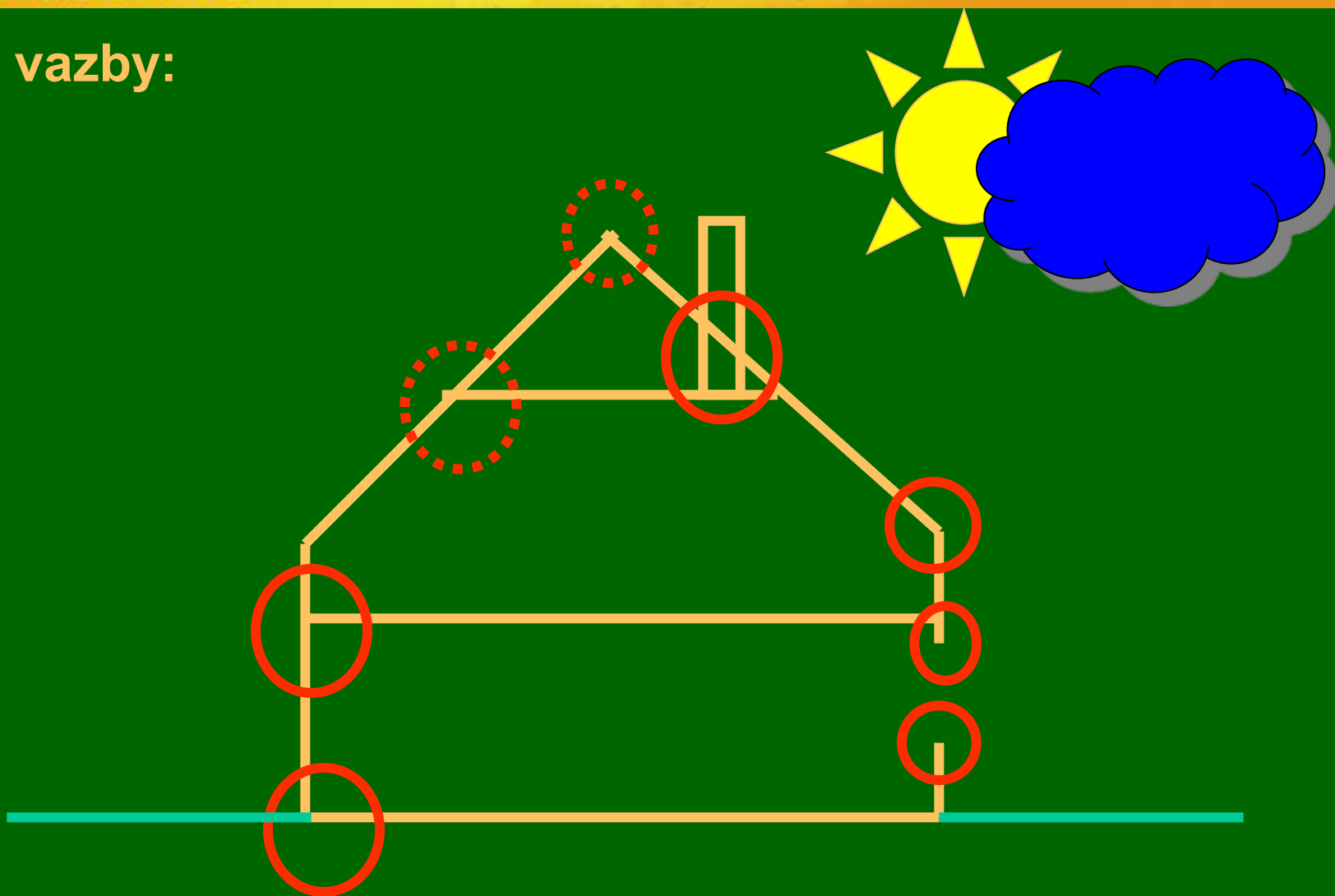
Fyzikálně neexistující veličina. Udává rozdíl mezi skutečným součinitelem prostupu tepla a součinitelem prostupu tepla spočteného při zjednodušení na jednorozměrné vedení tepla. Prakticky se s ním pracuje jako se součinitelem prostupu tepla U , pouze při výpočtu tepelných ztrát se nenásobí plochou ale délkou (u lineárního činitele prostupu tepla) a nebo počtem (u bodového činitele prostupu tepla). Tomu také odpovídají rozměry

$$U: \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$\psi: \text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

$$\chi: \text{W}/\text{K}$$

Tepelné vazby:



Tepelný most v konstrukci:

Souč. prostupu tepla U konstrukcí

$$U = 0,102 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

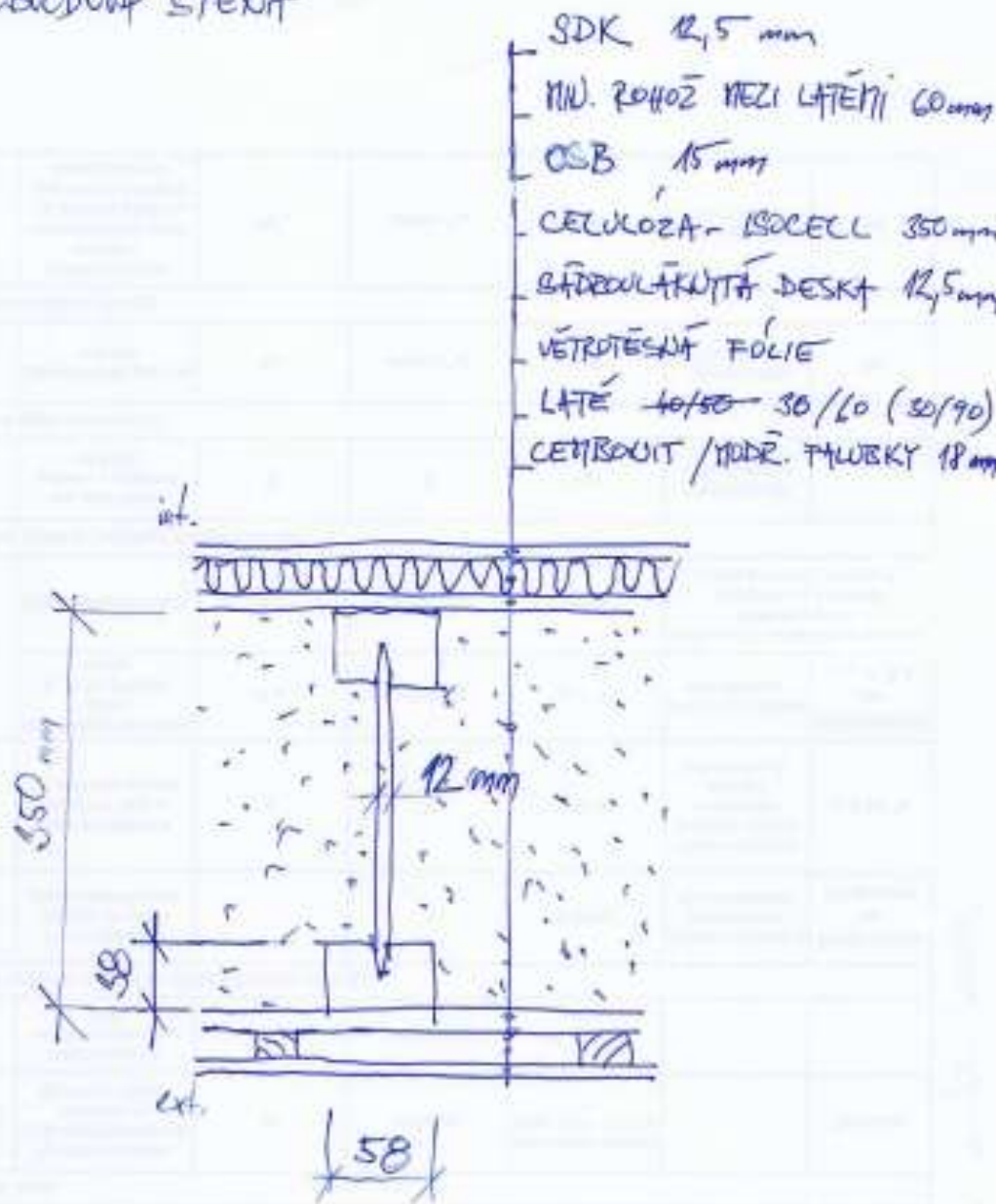
Souč. prostupu tepla U se započt. tepelného mostu:

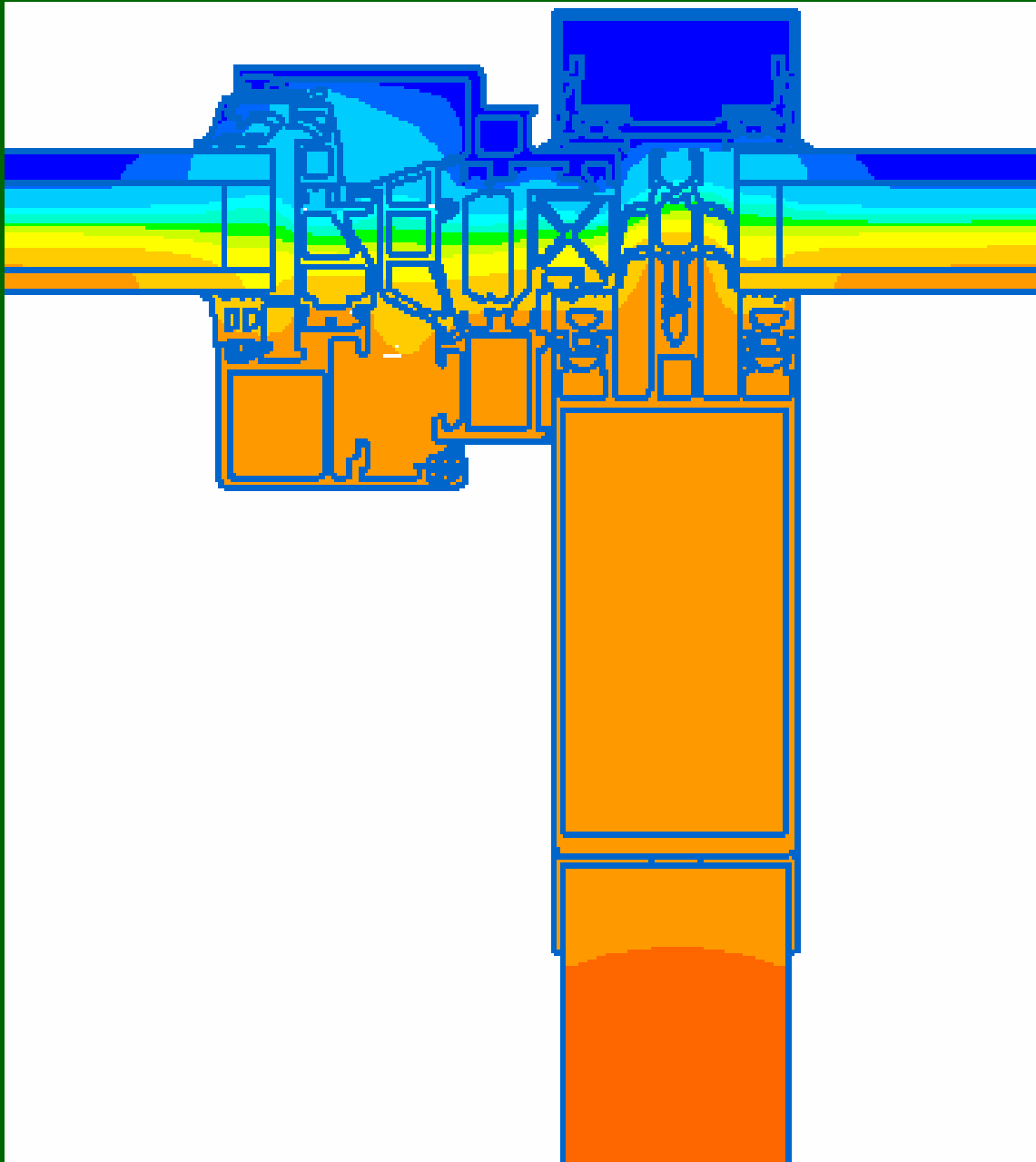
$$U = 0,108 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

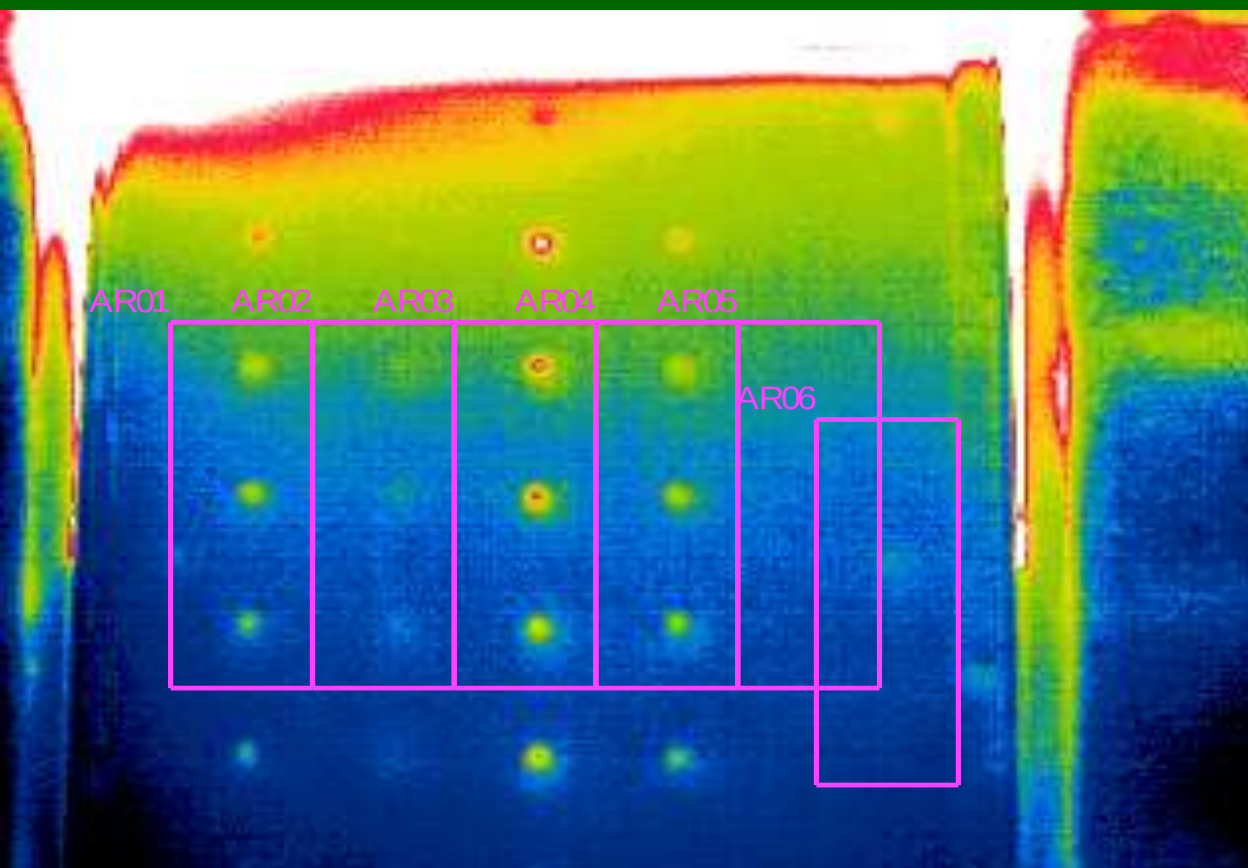
Rozdíl více jak 5 %

$$\psi = 0,0056 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$$

OBLODOVÁ STĚNA





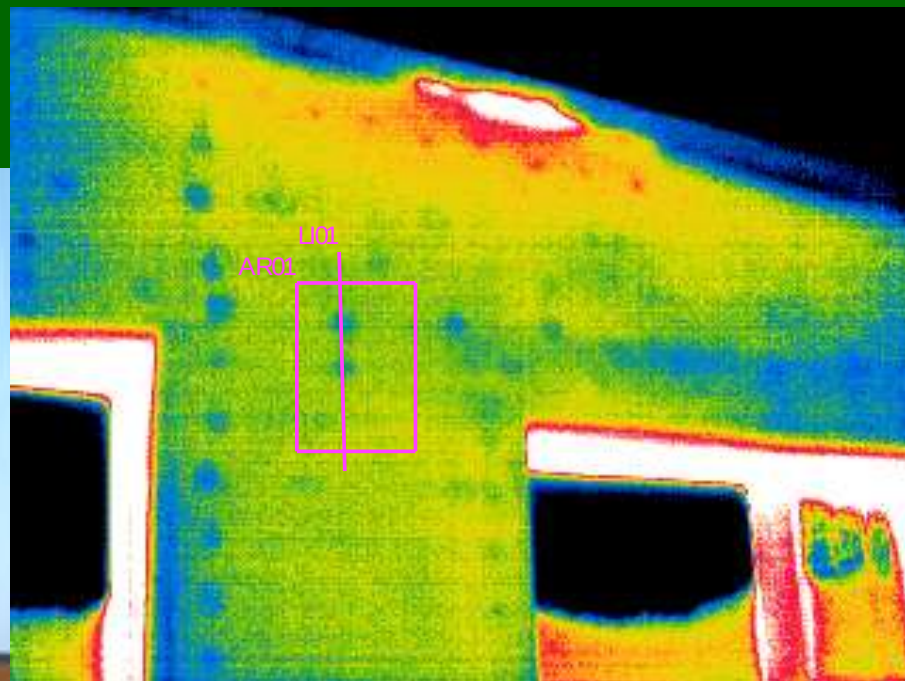


**Tepelný most
hmoždinkami**

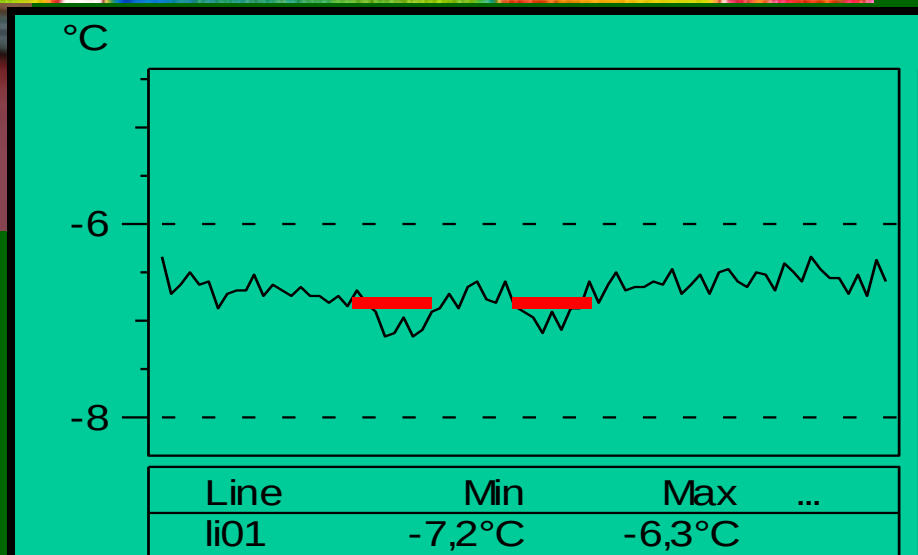
Tabulka min. a max. teplot v okolí různých typů hmoždinek

		1	2	3	4	5	6
min. tepl.	C	-11,4	-11,0	-11,1	-11,1	-11,1	-11,4
max. tepl.	C	-8,1	-5,4	-9,3	-9,1	-8,2	-9,4
rozdíl	C	3,3	5,6	1,8	2,1	2,9	2,0

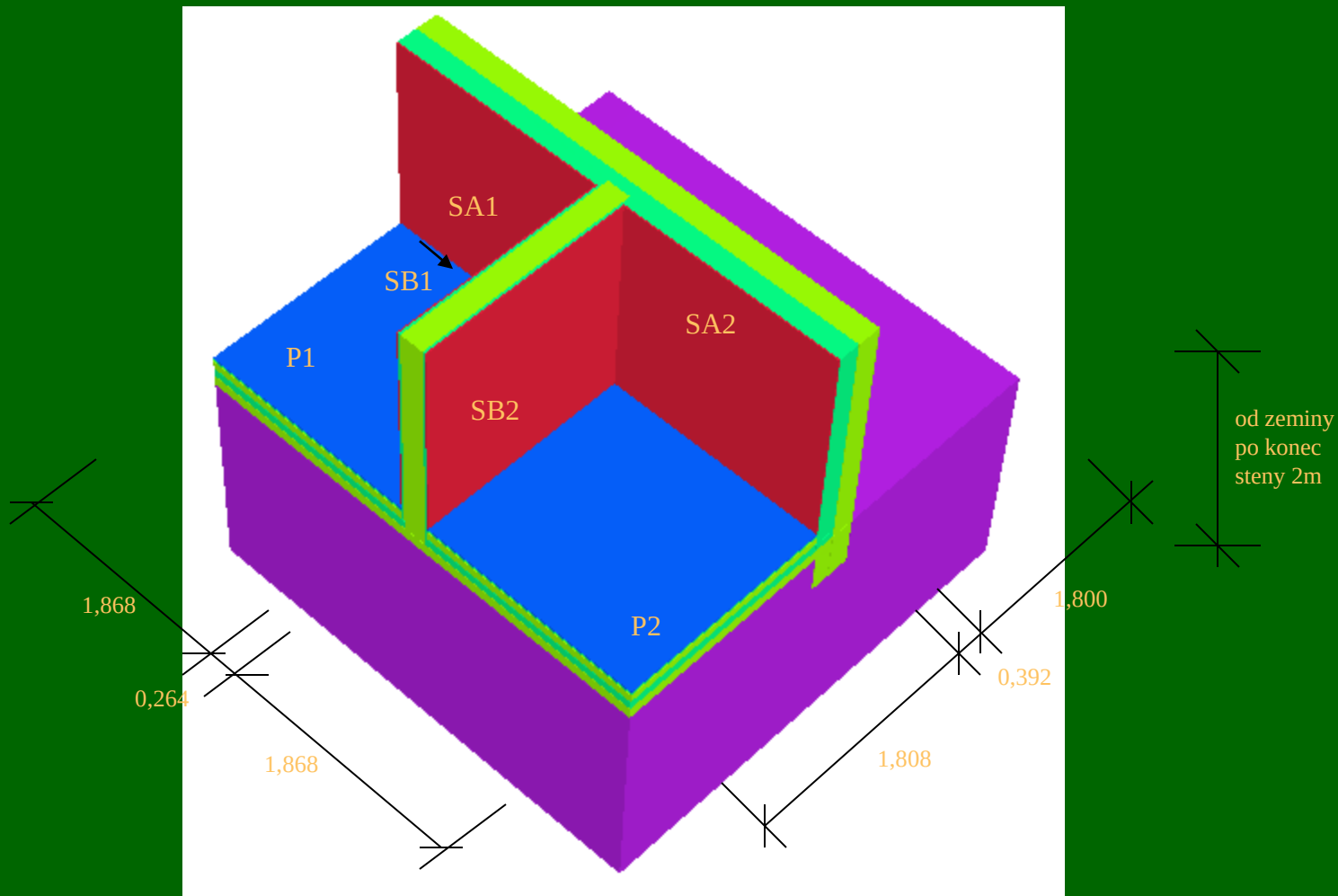
Tepelný most hmoždinkami



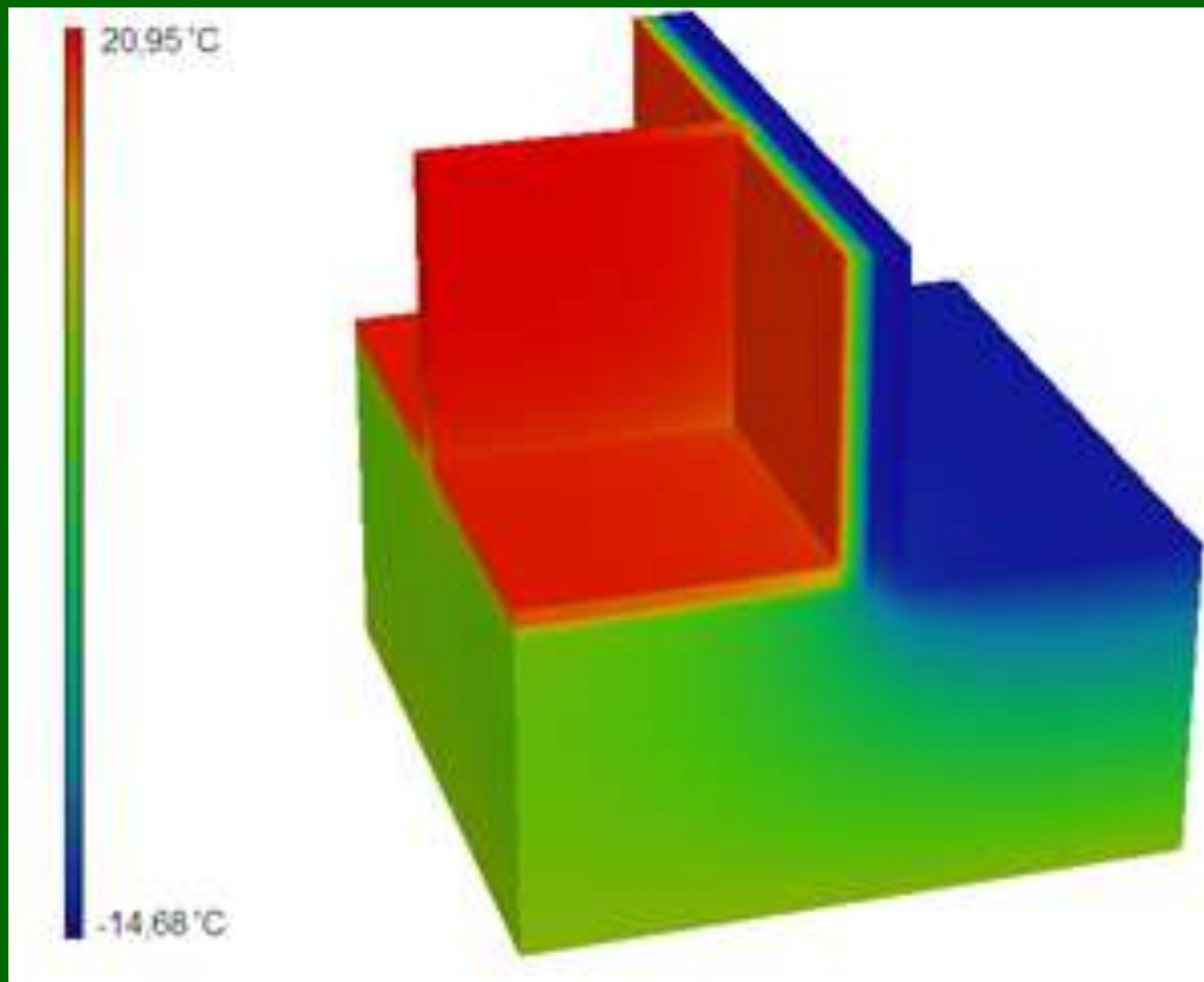
AR01 : max -6,1 C
 AR01 : min -7,3 C
 AR01 : max-min 1,2 C
 AR01 : avg -6,6 C



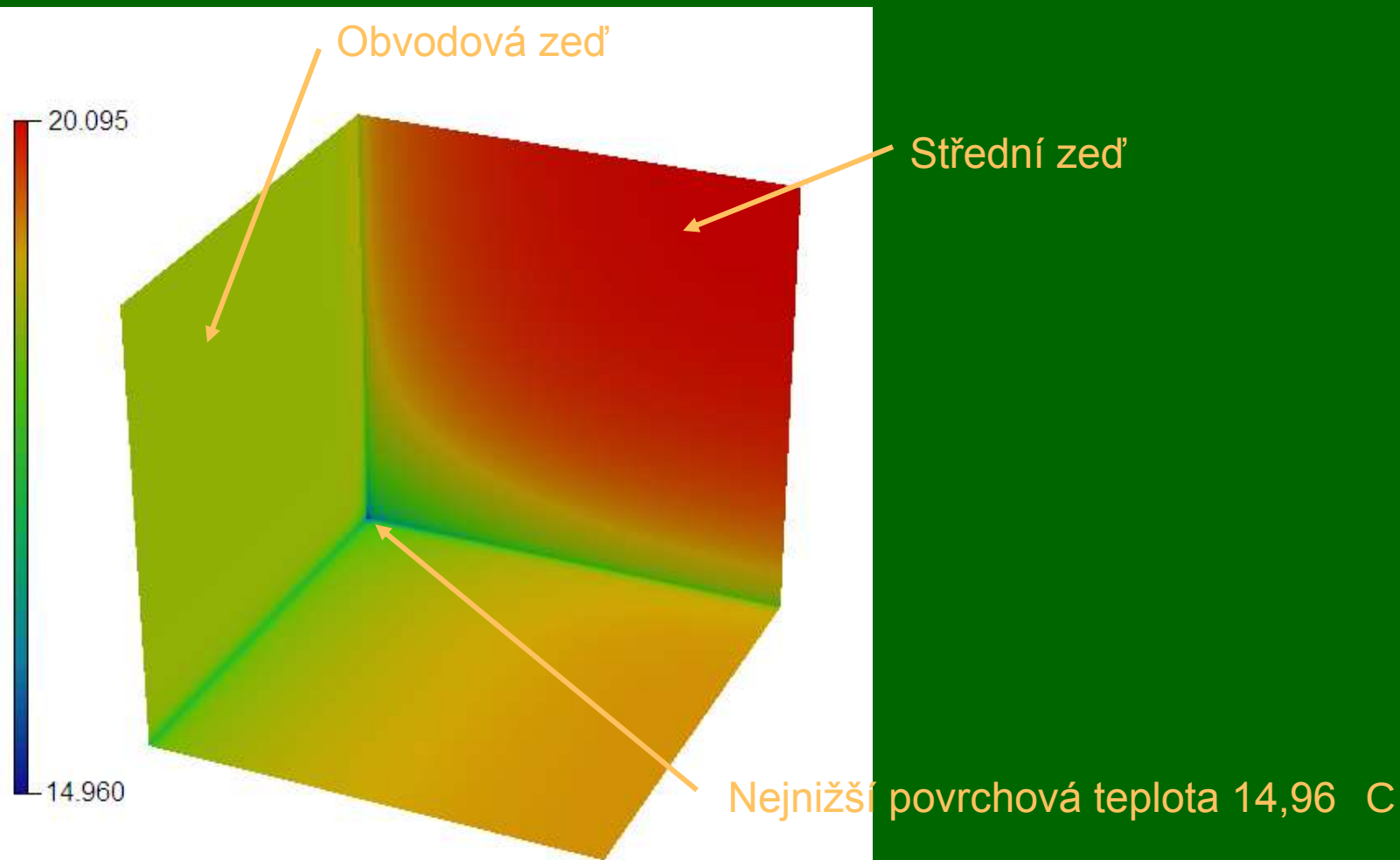
Tepelný most u styku základu, obvodového zdiva a střední zdi při použití vnitřní tepelné izolace



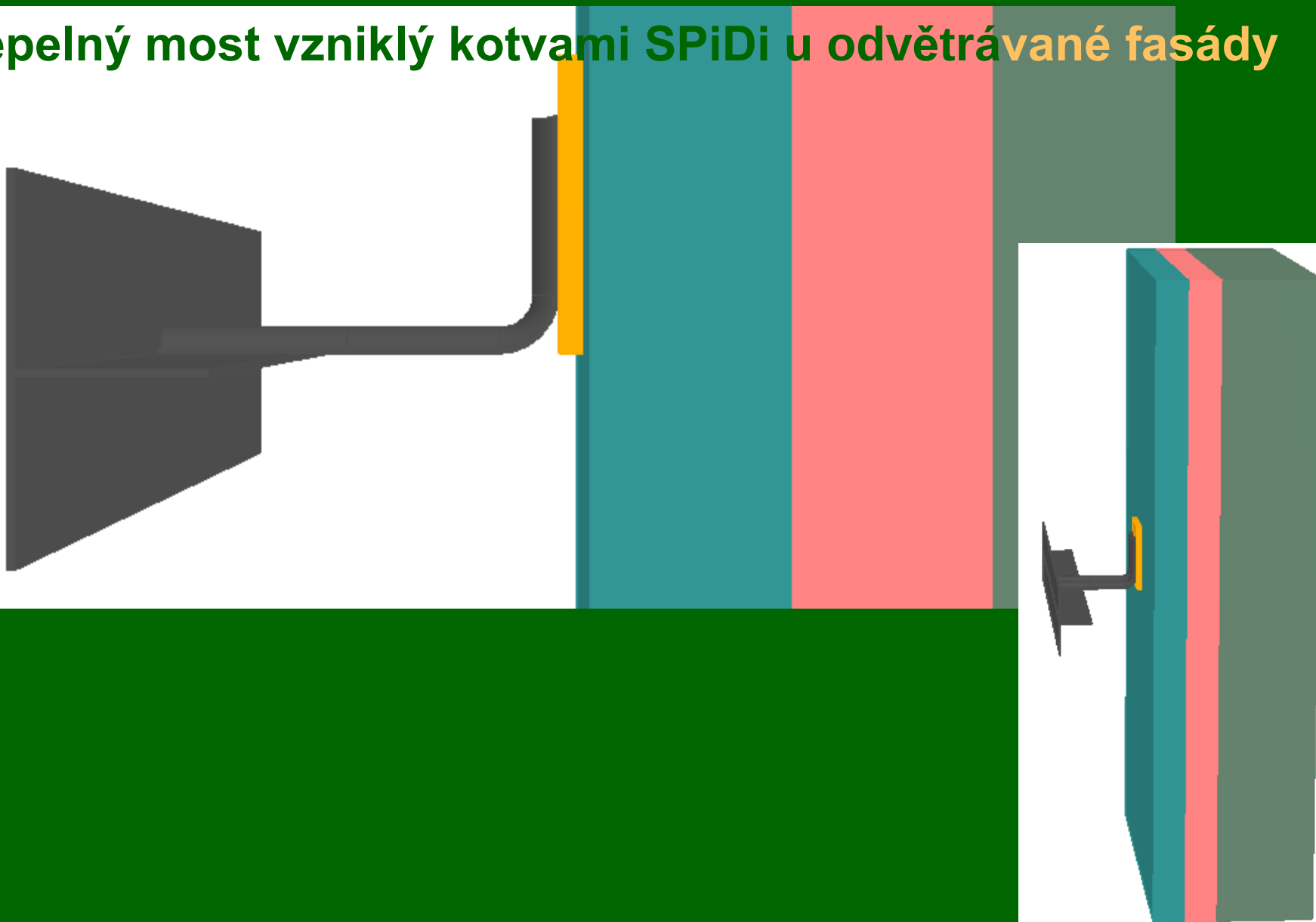
Tepelný most u styku základu, obvodového zdiva a střední zdi při použití vnitřní tepelné izolace



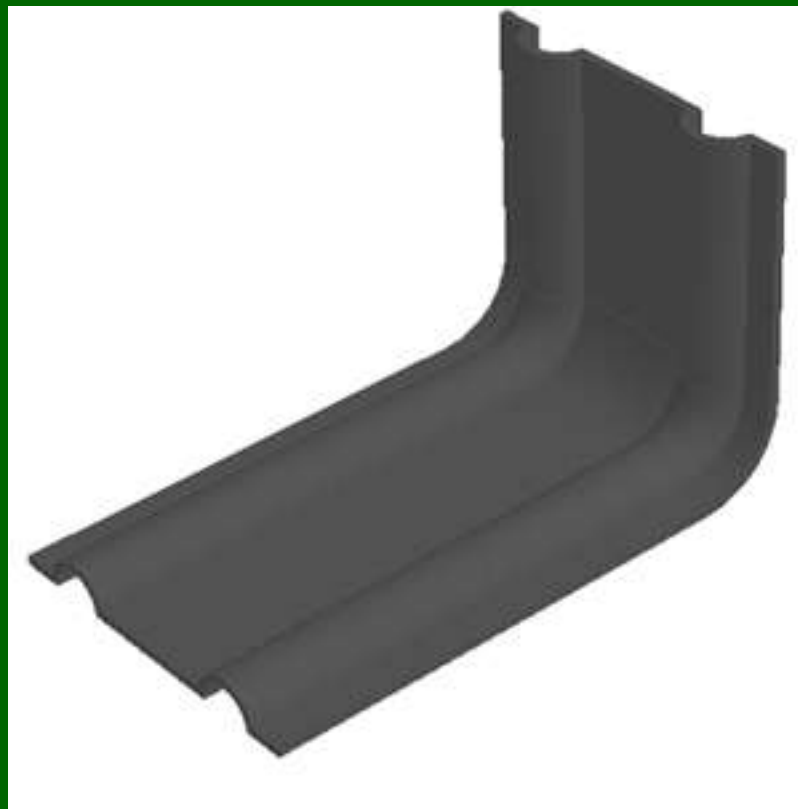
Tepelný most u styku základu, obvodového zdiva a střední zdi při použití vnitřní tepelné izolace



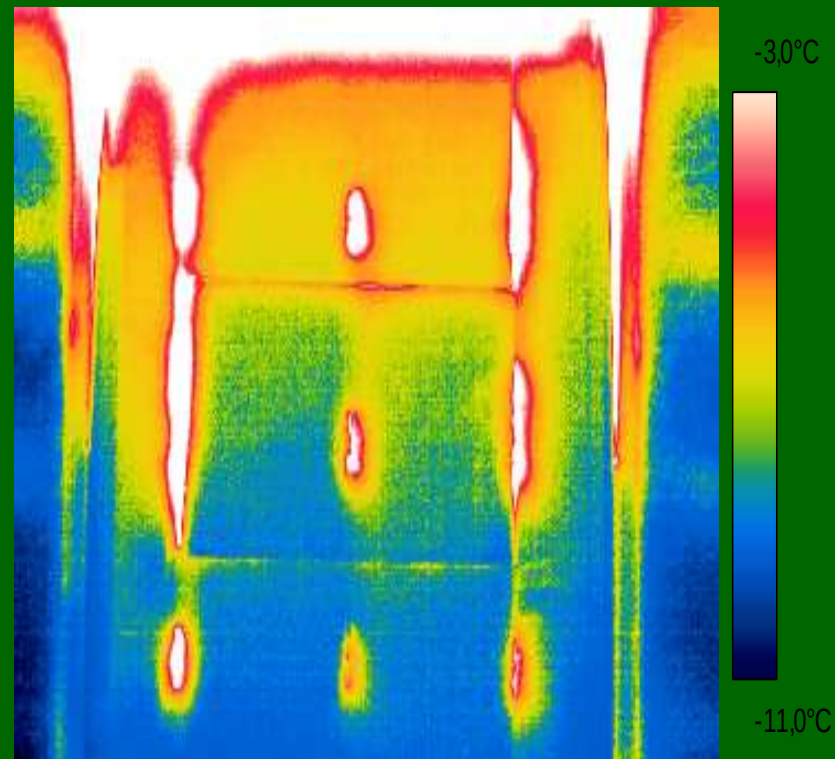
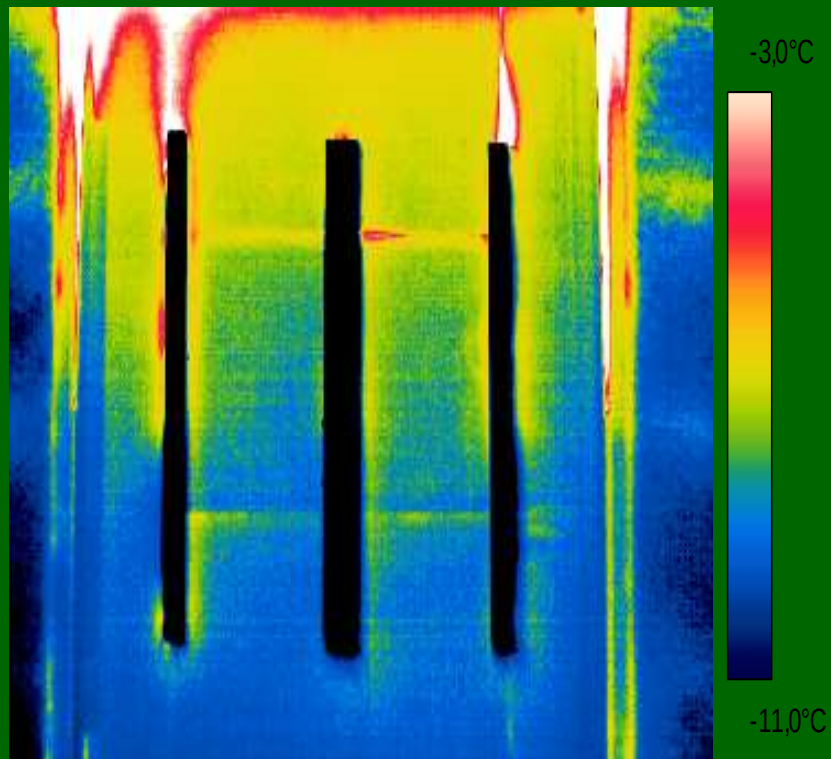
Tepelný most vzniklý kotvami SPiDi u odvětrávané fasády



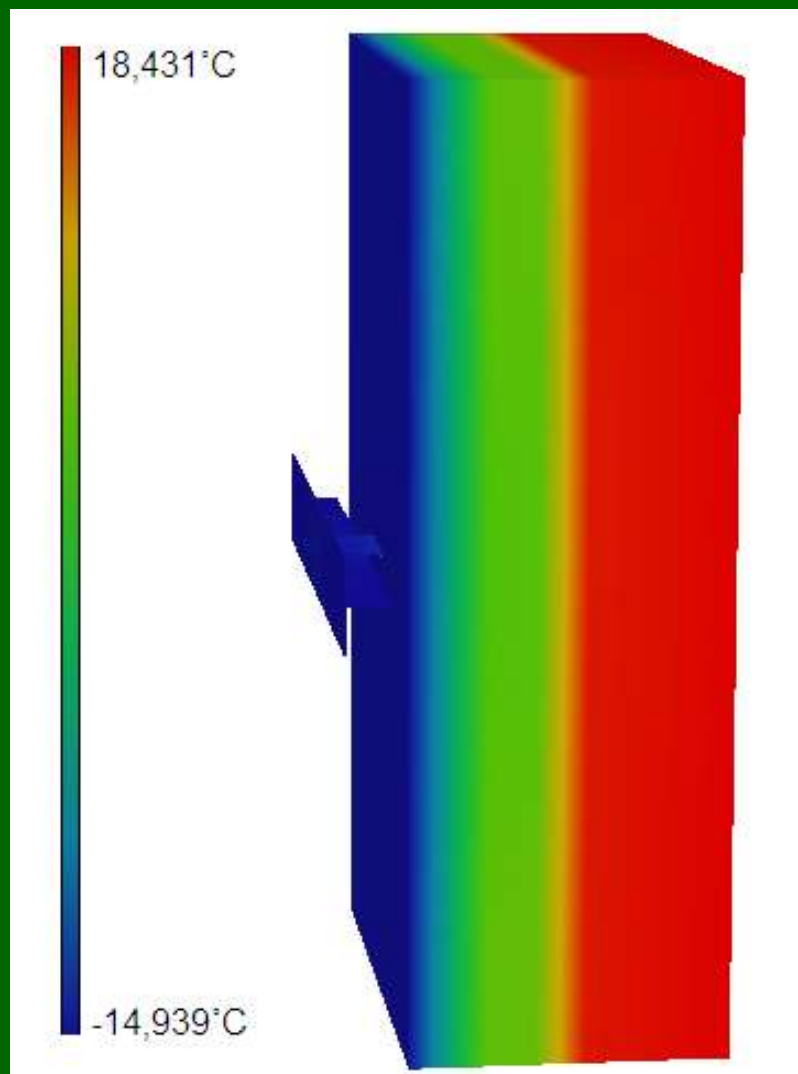
Tepelný most vzniklý kotvami SPiDi u odvětrávané fasády



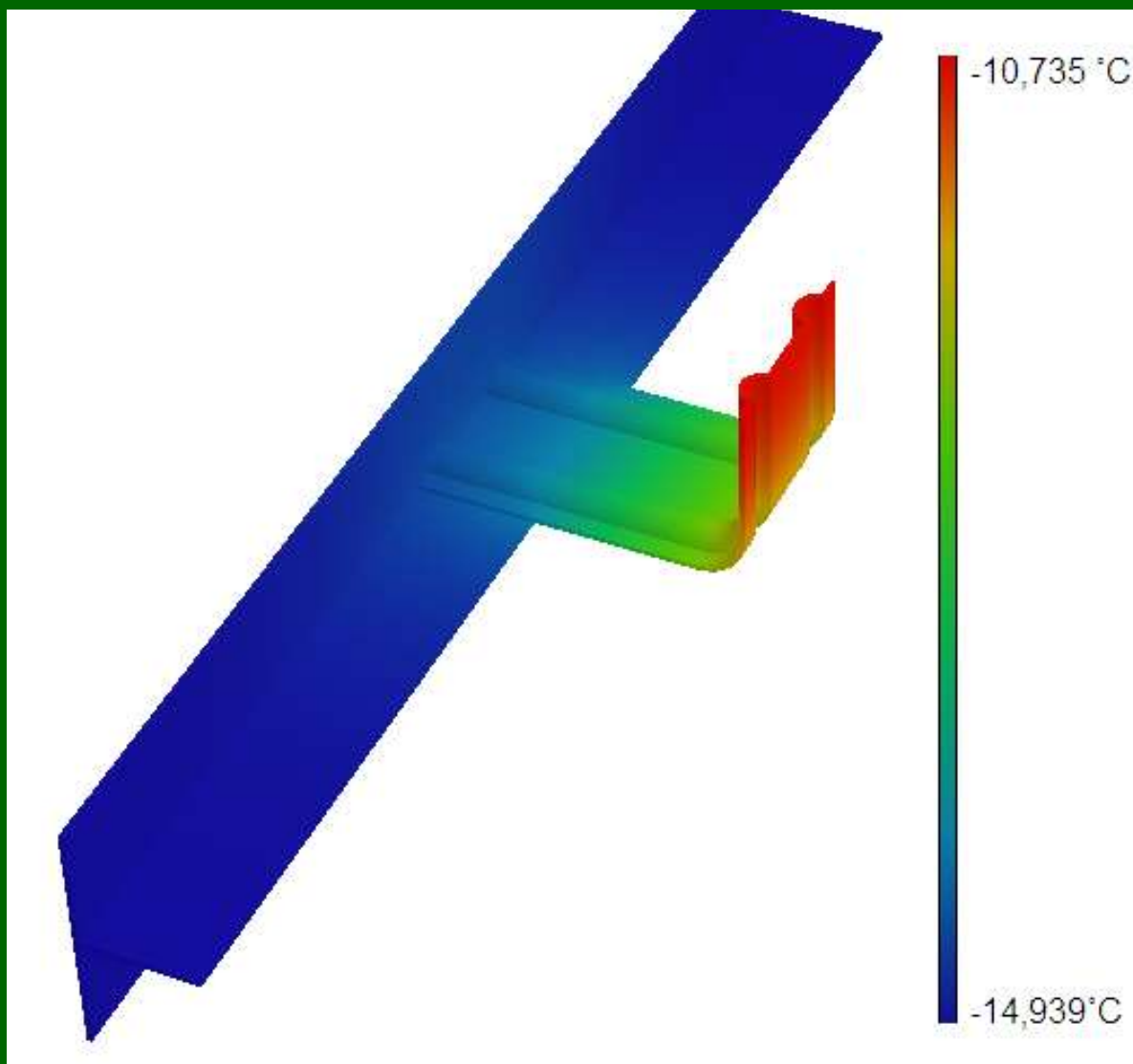
Tepelný most vzniklý kotvami SPiDi u odvětrávané fasády



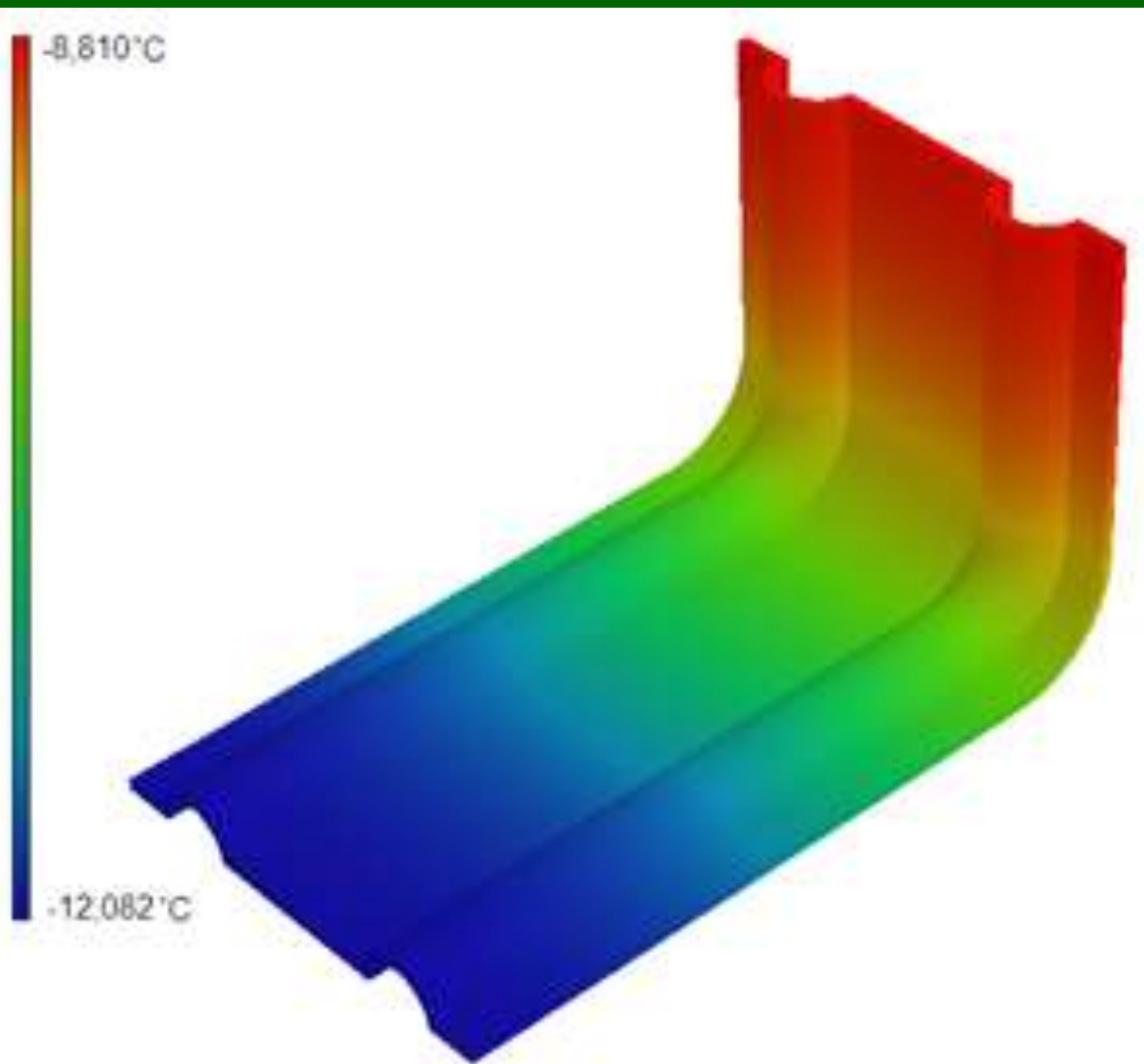
Tepelný most vzniklý kotvami SPiDi u odvětrávané fasády



Tepelný most vzniklý kotvami SPiDi u odvětrávané fasády.



Tepelný most vzniklý kotvami SPiDi u odvětrávané fasády



Osová vzdálenost kotev
600 x 1 000 mm.

Zvýšení tepelného toku
pouze kotvami a
vodorovnou lištou pro
uchycení obkladu je **až
20 %** (při zanedbání
kotvení vruty do zdiva).

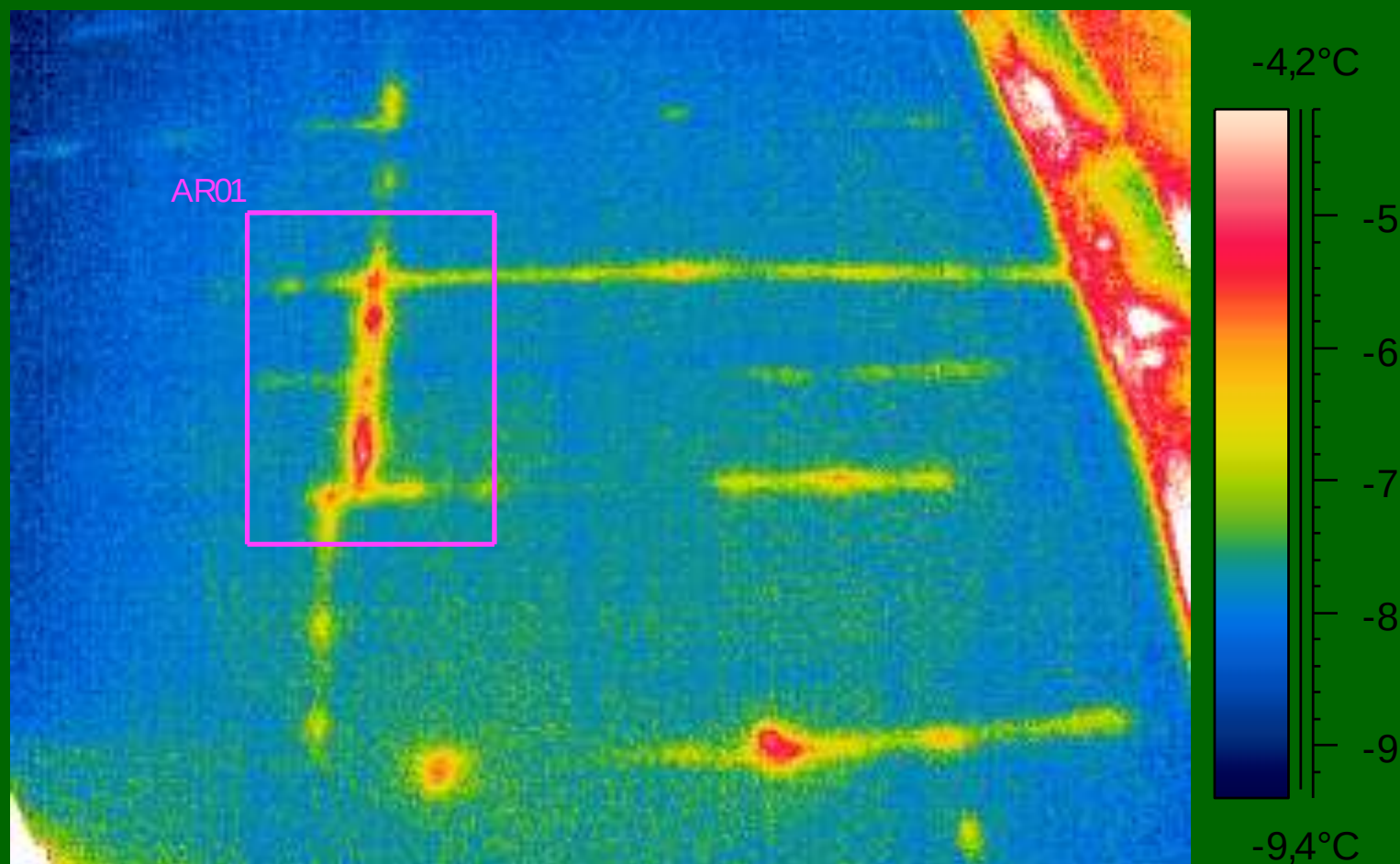
Přitom se předpokládá
dokonalé vyplnění prostor
okolo kotev tepelným
izolantem.

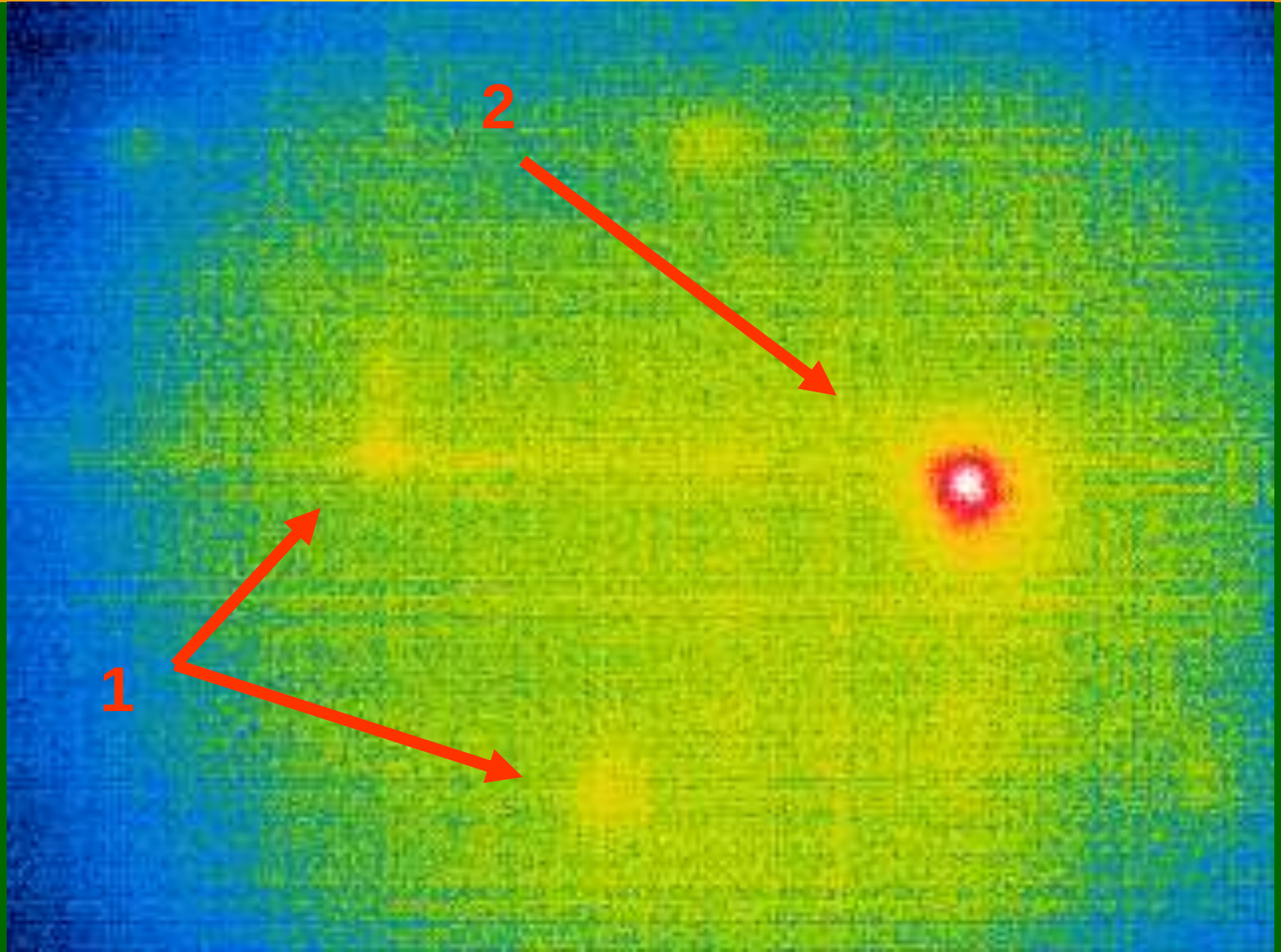
Ukázka z realizace



**Tepelný most vzniklý
mezerou mezi deskami
tepelného izolantu**

AR01 : max	- 4,5 C
AR01 : min	- 8,4 C
AR01 : max - min	3,9 C
AR01 : avg	- 7,5 C





Sdružení Energy Consulting

-stavba pasivní školy v Tibetu – v indické části (Malý Tibet)

Kontakt:

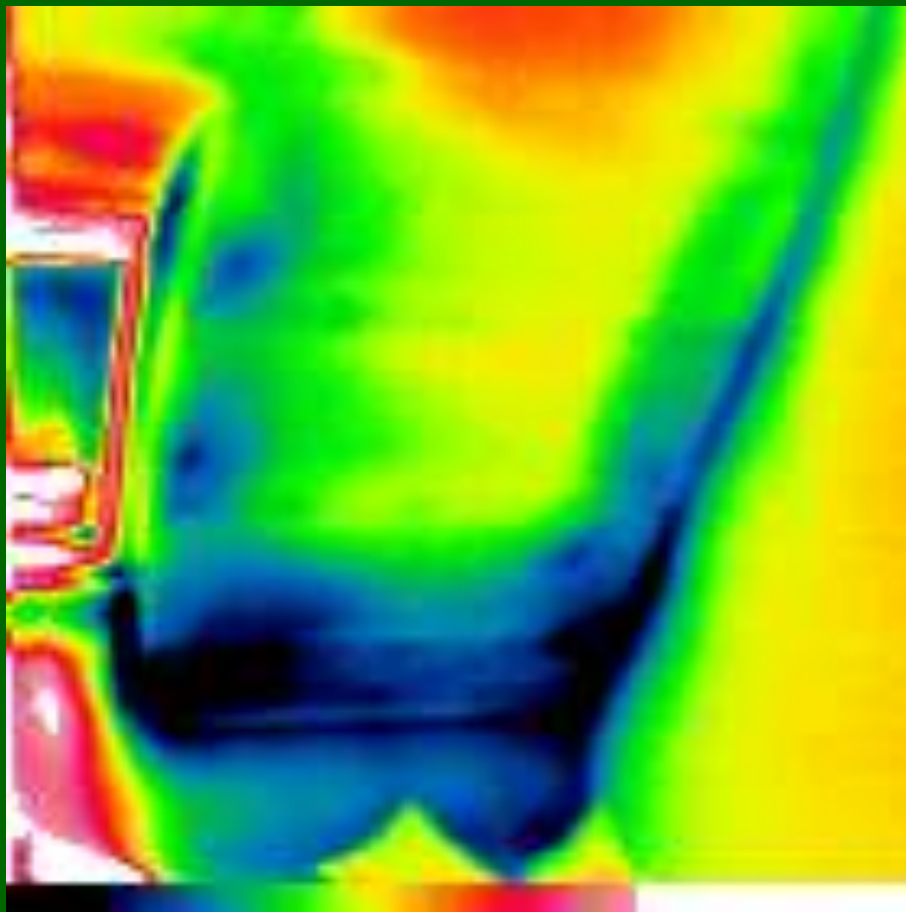
e-mail: roman@e-c.cz

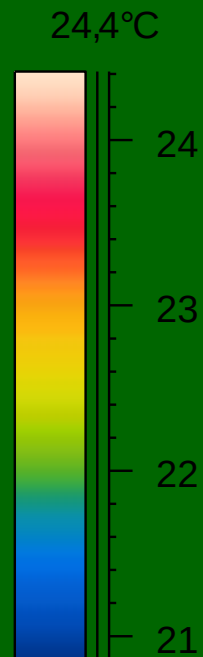
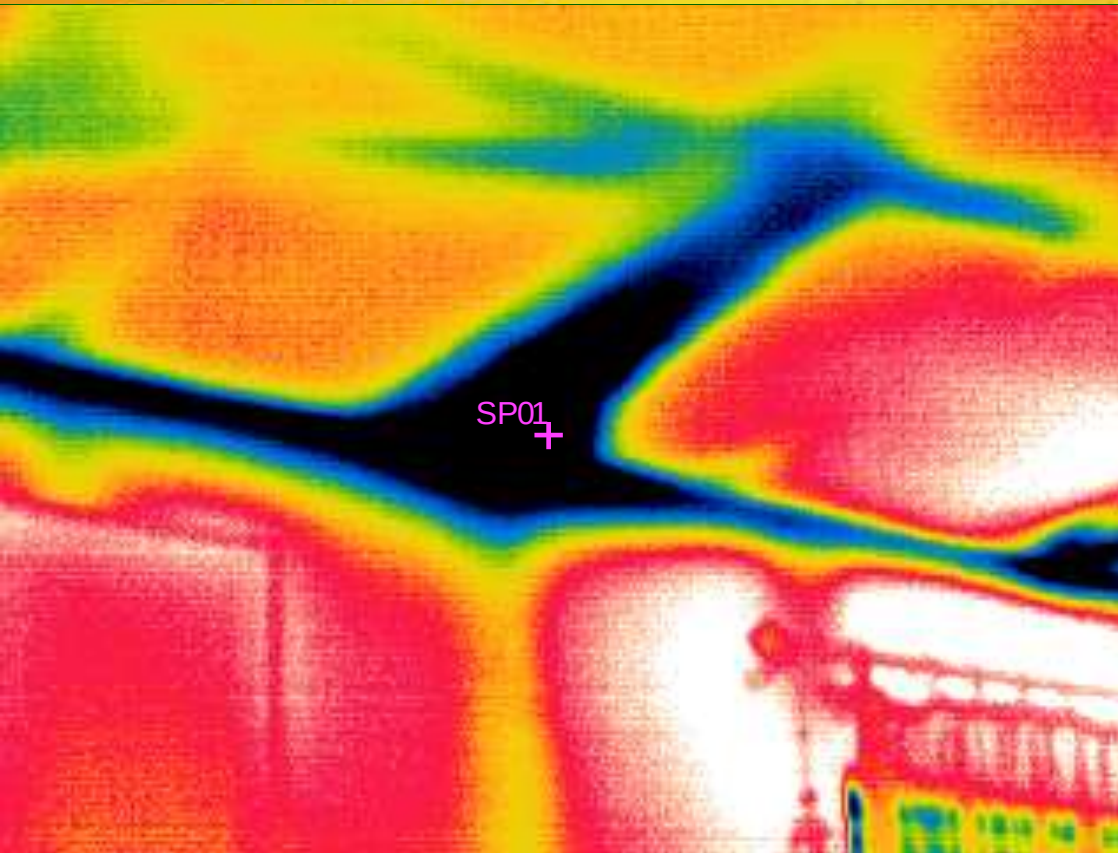
tel.: 777 196 154

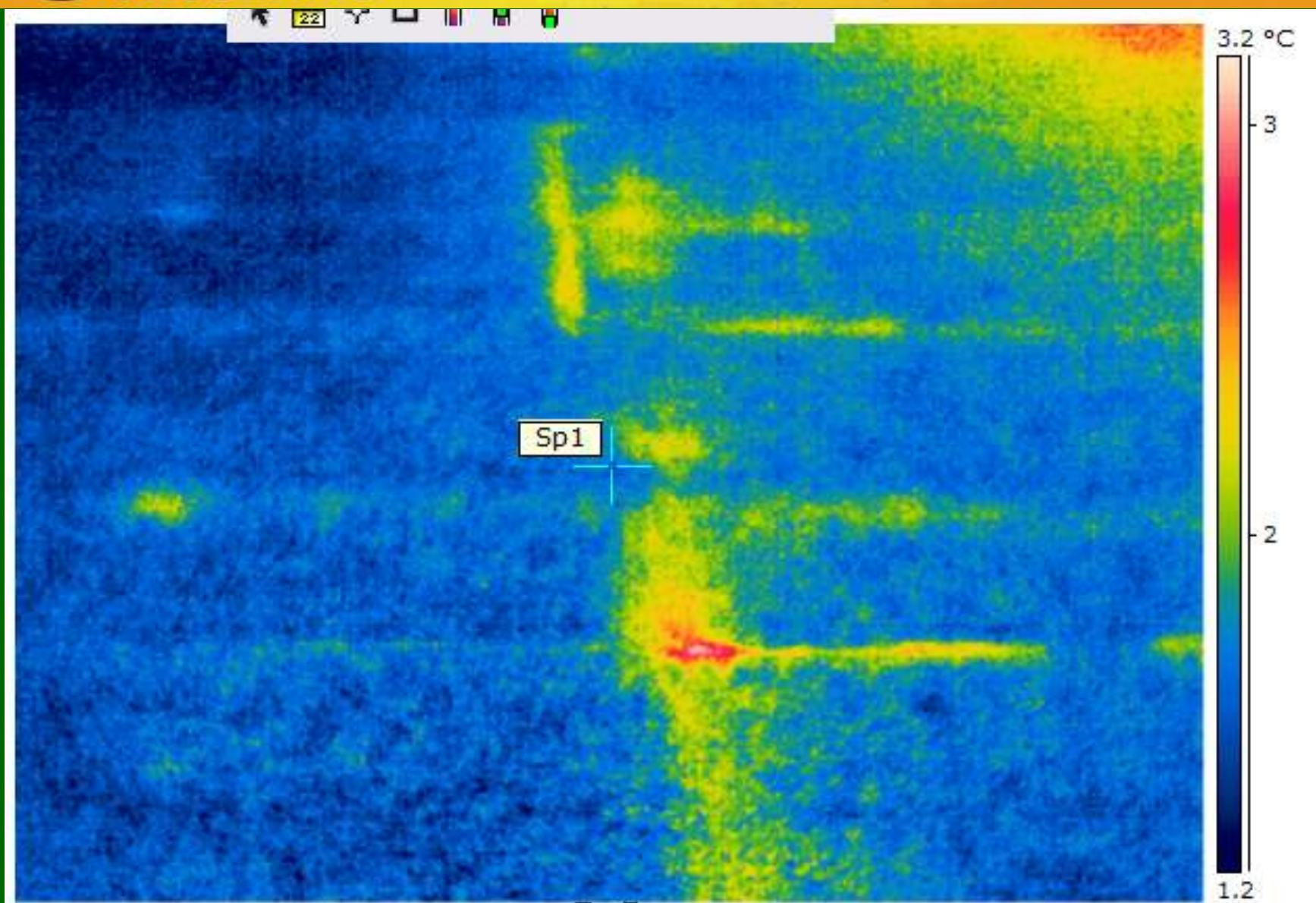
Web: www.e-c.cz

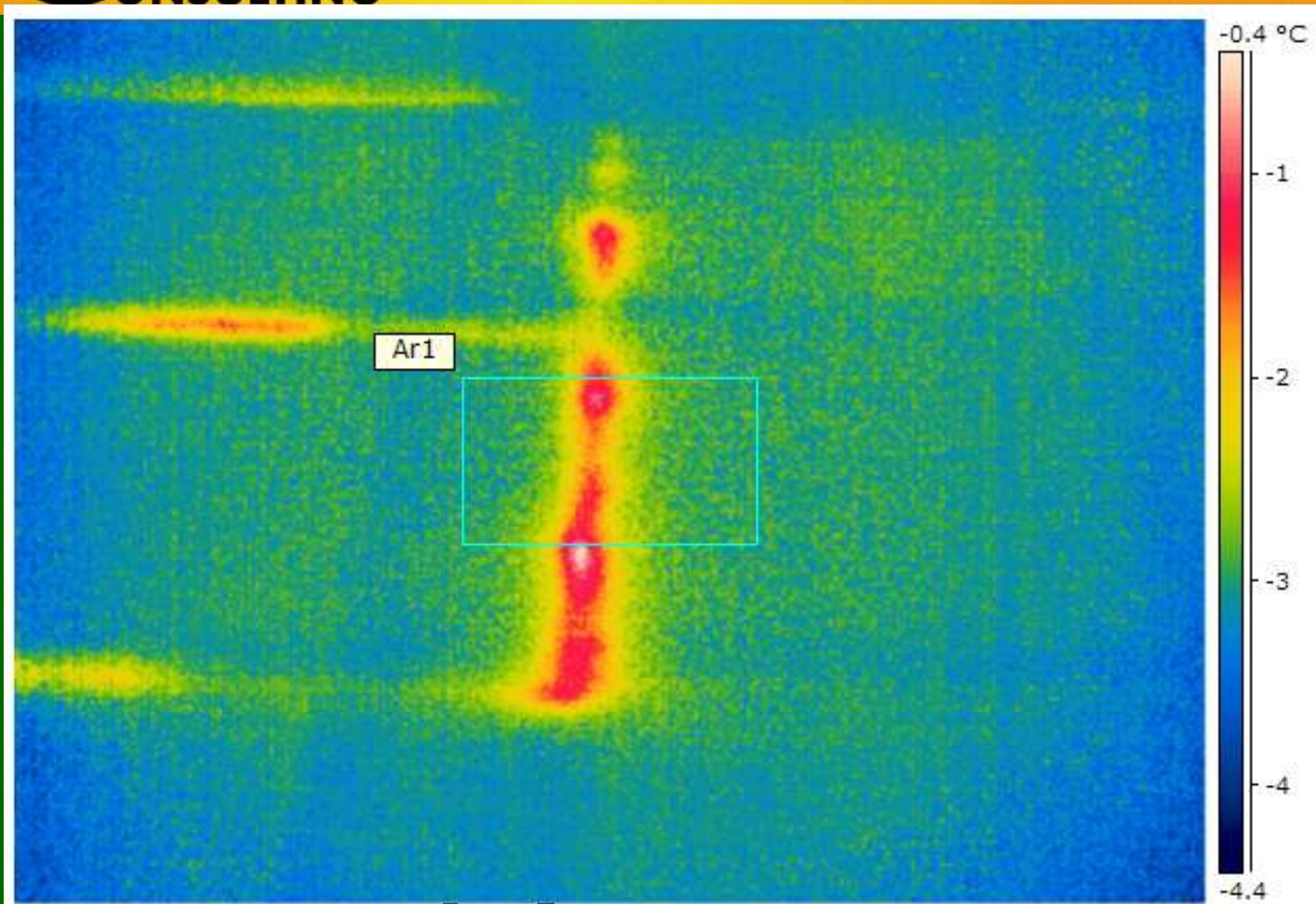


ukázka pohledu na šikminu v podkroví termovizí









Pasivní rodinný {bytový} dům

	Jev, veličina	Požadavek	Způsob prokázání	Poznámka
1 a	Součinitel prostupu tepla všech jednotlivých konstrukcí na systémové hranici U [W/(m ² K)]	Doporučené hodnoty dle ČSN 73 0540-2, pokud není výjimečně a zdůvodněně jinak (podrobněji TNI 73 0329{30})	Výpočet v souladu s ČSN 73 0540-4	Podle konkrétních podmínek se doporučuje splnění hodnot na úrovni 2/3 až 3/4 hodnot doporučených normou ČSN 73 0540-2
1 b	Střední hodnota součinitele prostupu tepla U_{em} [W/(m ² K)]	$U_{em} \leq 0,22$ {0,30}	Výpočet v souladu s ČSN 73 0540-2	Podle konkrétních podmínek se doporučuje: $U_{em} \leq 0,15 - 0,18$ {0,25}
2	Přívod čerstvého vzduchu do všech obytných místností	Zajištěn	Kontrola projektové dokumentace, slovní hodnocení	
3	Účinnost zpětného získávání tepla z odváděného vzduchu [%]	≥ 75 {70}	Podle ověřených podkladů výrobce technického zařízení (rekuperátoru)	V energetických bilančních výpočtech se užije hodnota snížená o 10 procentních bodů

Pasivní rodinný {bytový} dům

	Jev, veličina	Požadavek	Způsob prokázání	Poznámka
4	Neprůvzdušnost obálky budovy <i>A. ve fázi přípravy stavby</i> n_{50} [1/h]	$n_{50} = 0,6$	Kontrola projektové dokumentace, zejména úplné celistvosti vzduchotěsního systému.	Projektový předpoklad
	<i>B: po dokončení stavby</i> n_{50} [1/h]	$n_{50} \leq 0,6$	Měření metodou tlakového spádu a výpočet n_{50} v souladu s ČSN EN 13829, metoda B. Podrobněji v TNI 73 0329{30}	
5	Nejvyšší teplota vzduchu v pobytové místnosti [°C]	≤ 27	Výpočet podle ČSN 73 0540-4	Strojní chlazení se nepředpokládá
6	Měrná potřeba tepla na vytápění E_A [kWh/(m²a)]	≤ 20 {15}	Výpočet podle ČSN EN ISO 13790 a dalších norem (podrobněji TNI 73 0329{30})	
7	Potřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů na vytápění, přípravu teplé vody a technické systémy budovy PE_A [kWh/(m²a)]	≤ 60	Výpočet podle TNI 73 0329{30}	

PASIVNÍ ŠKOLA

podporujeme stavbu energeticky
pasivní školy v indické části Tibetu v
Kargyaku





Pasivní škola – vytápění pouze tepelnými a vnitřními zisky

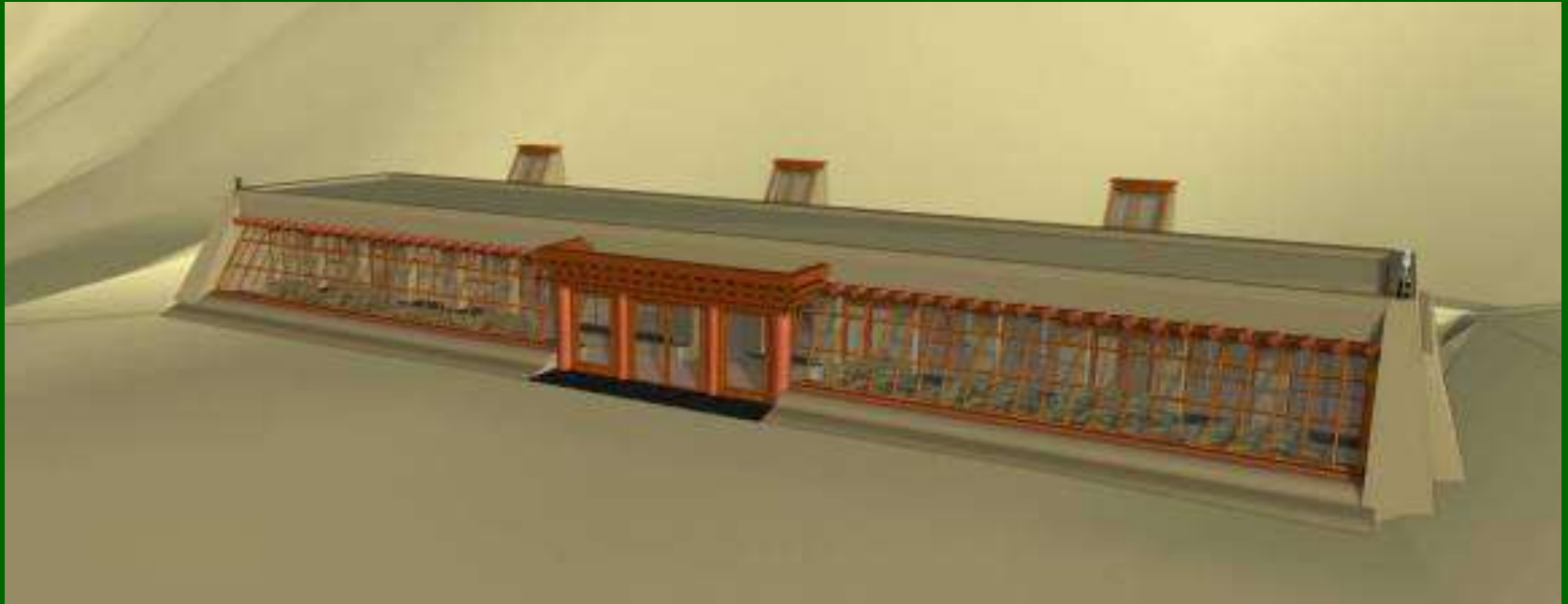






**Foto-
voltaika
v Tibetu**



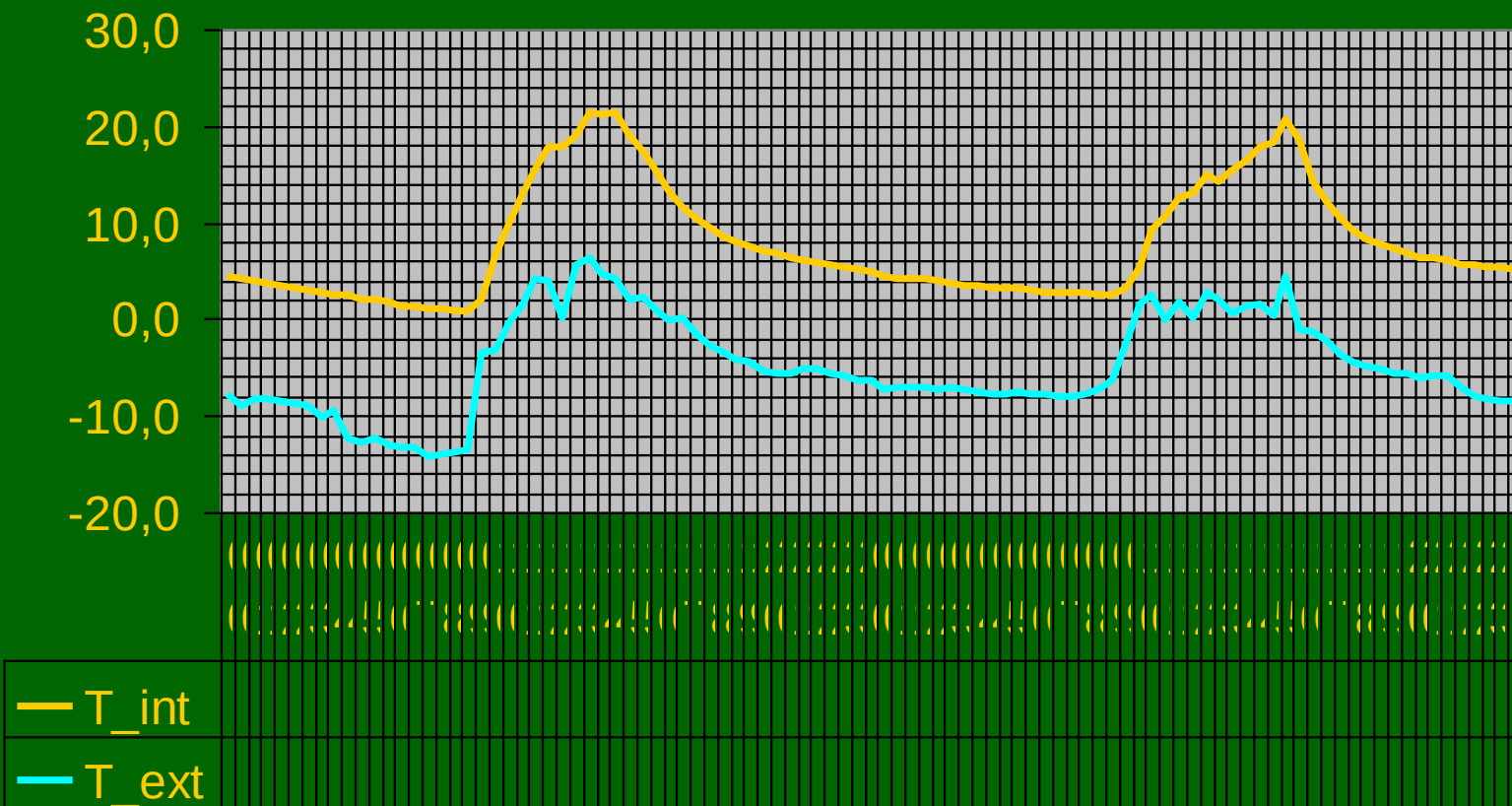


součinitel tepelné vodivosti λ [W/mK]							
1	0,324						
2	0,302						
3	0,325						
λ průměr	0,317 [W/mK]						
měrná tepelná kapacita c_p [J/m ³ K]							
1	1,39E+06						
2	1,39E+06						
3							
c_p průměr	1,39E+06 [J/m ³ K]						
Určení dynamického modulu pružnosti ultrazvukem							
	vzorek 1a	vzorek 1b	vzorek 2a	vzorek 2b	vzorek 2c		Vzorek 3
t - čas	50,78	39,374	131,25	115,3	113,75	μ s	ρ
s - vzdálenost	47	30,5	94,22	94,22	94,22	mm	2054,32
c - rychlost	926	775	718	817	828	m/s	kg/m ³
E - dyn.mod.pr.	1,76E+09	1,23E+09	1,06E+09	1,37E+09	1,41E+09	Pa	
E prům.	1,37	GP					
Vlhkost bude změřena gravimetricky vysoušením v sušičce (pondelí)							
Nasákavost není možné změřit (100%)							

Greenhouse Kurgyak February 5 - 6 - 7 2007

www.surya.cz

Temperature Ext and Int t [°C]



Time

— T_int — T_ext









dnešní provoz

3 tibetští učitelé

2 češi

30 dětí z Kargyaku

10 dětí ze sousední vesnice

10 dospělých

www.suryaschool.org

www.surya.cz

ing. Roman Šubrt

Energetický auditor

Děkuji za pozornost

www.e-c.cz