

Vysoké učení technické v Brně
Fakulta stavební
Ústav pozemního stavitelství



BH059 Tepelná technika budov

Konzultace č.1

- **Literatura, podmínky zápočtu**
- **Zadání, protokoly**
- **Součinitel prostupu tepla U , teplotní faktor vnitřního povrchu, nejnižší vnitřní povrchová teplota na konstrukci**

Literatura:

Studijní opory:

- BH10 Tepelná technika budov

Normy:

- ČSN 73 0540 – Tepelná ochrana budov
 - Část 1: 2005 Terminologie
 - Část 2: 2011+ Z1:2012 Požadavky
 - Část 3: 2005 Návrhové hodnoty veličin
 - Část 4: 2005 Výpočtové metody
- V ČSN 73 0540-2 jsou uvedeny závazné požadavky pro navrhování a ověřování budov s požadovaným stavem vnitřního prostředí (s výjimkou památkově chráněných budov)

- Související normy:
- ČSN EN ISO 13788 Tepelně vlhkostní chování stavebních konstrukcí a stavebních prvků – Vnitřní povrchová teplota pro vyloučení povrchové vlhkosti a kondenzace uvnitř konstrukce – Výpočtové metody
- ČSN EN ISO 13789 Tepelné chování budov– Měrná ztráta prostupem tepla – Výpočtová metoda
- ČSN EN ISO 10211 – 1: Tepelné mosty ve stavebních konstrukcích – Výpočet tepelných toků a povrchových teplot – Část 1: Základní metody a další.....

Vysvětlení závaznosti normativních požadavků:

Od r. 2000 jsou normy obecně nezávazné, ale jednotlivá ustanovení se stávají závaznými na základě jiných předpisů.

Požadavek na závazné zajištění normových hodnot dle ČSN 73 0540-2 vyplývá z požadavků vyhlášky č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.

Jedná se o prováděcí vyhlášku ke Stavebnímu zákonu.

Zadání semestrálního projektu

ZADÁNÍ ROZMĚRŮ, SKLADEB A OKRAJOVÝCH PODMÍNEK VÝPOČTOVÉHO OBJEKTU

JMÉNO A PŘÍJMENÍ :

ČÍSLO ZADÁNÍ (X):

1

PŘEDMĚT: BH059-TEPELNÁ TECHNIKA BUDOV

TEPELNÉ TECHNIČKÉ VLASTNOSTI ZADANÝCH KONSTRUKCÍ

Obvodová stěna – pálený zdící prvek

konstrukce	č.v.	materiál (směrem od interiéru)	d [m]	ρ [kg.m ⁻³]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	c [J.kg ⁻¹ .K ⁻¹]	δ.10 ⁸ [s]	R [m ² .K.W ⁻¹]		
„S1“	1	omítka vápenná	0,010	1600	0,070	840	0,0310		R _{Li} [m ² .K.W ⁻¹] =	
	2	zdící prvek z CPP	0,440	1700	0,910	900	0,0220			
	3	omítka vápenocementová	0,015	2000	0,990	790	0,0100		R _{se} [m ² .K.W ⁻¹] =	
	4									
	5								R _T [m ² .K.W ⁻¹] =	
	6									
							Σ R =		U [W.m ⁻² .K ⁻¹] =	

TEPELNÉ TECHNIČKÉ VLASTNOSTI ZADANÝCH KONSTRUKCÍ

Obvodová stěna štritová – lehčený zdící prvek

konstrukce	č.v.	materiál (směrem od interiéru)	d [m]	ρ [kg.m ⁻³]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	c [J.kg ⁻¹ .K ⁻¹]	δ.10 ⁸ [s]	R [m ² .K.W ⁻¹]		
„S2“	1	omítka vápenná	0,010	1600	0,070	840	0,0310		R _{Li} [m ² .K.W ⁻¹] =	
	2	zdící prvek z plynosilikátu	0,300	600	0,280	840	0,0190			
	3	omítka vápenocementová	0,015	2000	0,990	790	0,0100		R _{se} [m ² .K.W ⁻¹] =	
	4									
	5								R _T [m ² .K.W ⁻¹] =	
	6									
							Σ R =		U [W.m ⁻² .K ⁻¹] =	

TEPELNÉ TECHNIČKÉ VLASTNOSTI ZADANÝCH KONSTRUKCÍ

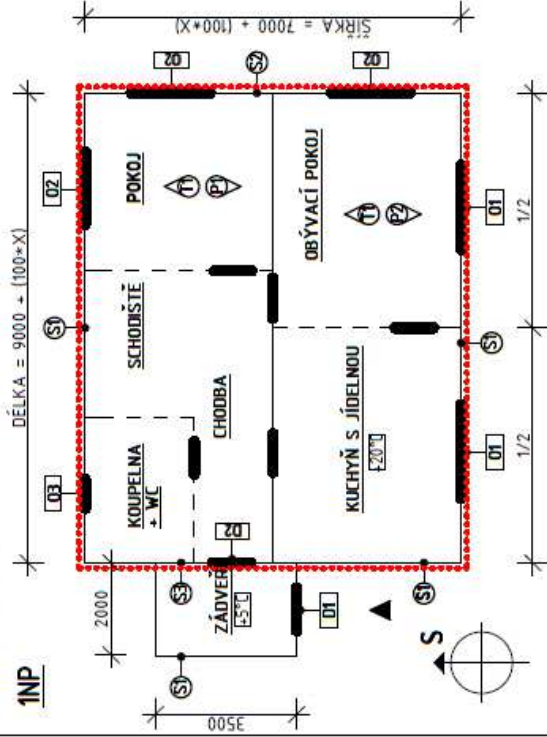
Stropní konstrukce do půdy – dřevěný trámový strop

konstrukce	č.v.	materiál (směrem od interiéru)	d [m]	ρ [kg.m ⁻³]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	c [J.kg ⁻¹ .K ⁻¹]	δ.10 ⁸ [s]	R [m ² .K.W ⁻¹]		
„T1“	1	omítka vápenná	0,010	1600	0,070	840	0,0310		R _{Li} [m ² .K.W ⁻¹] =	
	2	dřevěné podbití	0,022	400	0,180	2510	0,0012			
	3	dřevěný trámový strop	0,250	61	1,206	1235	0,0075		R _{se} [m ² .K.W ⁻¹] =	
	4	dřevěné bednění	0,025	400	0,180	2510	0,0012			
	5	ekvirový záryp	0,075	750	0,310	750	0,0630		R _T [m ² .K.W ⁻¹] =	
	6	půdovky	0,070	1700	0,060	900	0,0220			
							Σ R =		U [W.m ⁻² .K ⁻¹] =	

ZÁKLADNÍ ROZMĚRY OBJEKTU - STÁVAJÍCÍ STAV:

POPIS OBJEKTU: JEDNÁ SE O RODINNÝ DŮM ZE 70 LET. DŮM JE JEDNOPATROVÝ S ČÁSTEČNÍM PODSKLEPENÍM A NEVYTÁPĚNOU PŮDOU. OBJEKT JE ZDĚNÝ (VIZ VÝPIS SKLADEB KONSTRUKCI). VNITŘNÍ KONSTRUKCE JSOU Z CPP V JL 150 A 300 MM (PRÍČKY JSOU ZAKRESLENY ČAROVANOU ČAROU). SVĚTLÁ VÝŠKA V 1NP JE 2600 + (10+X) mm, VE SKLEPNÍM PROSTORU JE S.V. 2300mm. TLOUŠŤKY KONSTRUKCÍ VYCHÁZÍ Z VÝPISU SKLADEB (STĚNY VE VÝKRESECH KÓTUJTE V KOORDINÁČNÍCH ROZMĚRECH NAPR. 300, 450mm APOD.). NÁSLEDNĚ VRSTVY PODLAH VOLTE DLE ÚČELU MÍSTNOSTI A DLE SKLADEB (KERAMICKÁ DLAŽBA, DŘEVĚNÁ PODLAHA).

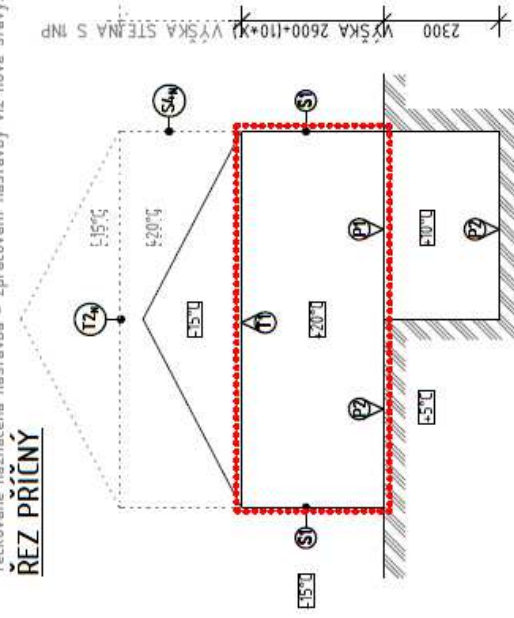
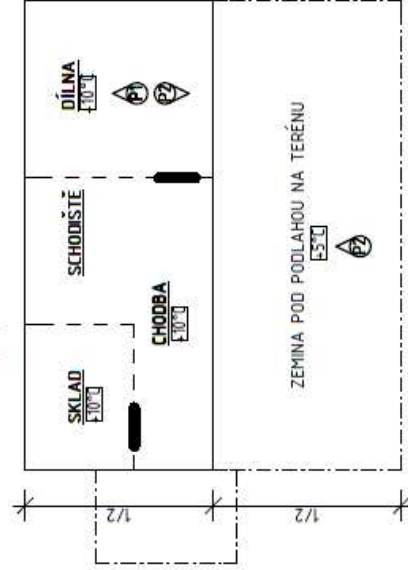
OBJEKT JE ZAKRESLEN SCHÉMATICKY. DOPLNĚTE VŠECHNY NUTNÉ KONSTRUKCE DLE ÚČELU MÍSTNOSTÍ (DVĚŘE, ZÁŘÍZOVACÍ PŘEDMĚTY APOD.). PROSTOR SCHODIŠTE NECHTE PRAZDNY.



VÝPIS OKEN:		VAŠE HODNOTY	
OZNAČENÍ	b (mm)	h (mm)	b (h) (mm)
OKNO "01"	2200+(10*X)	1500	
OKNO "02"	1300+(10*X)	1500	
OKNO "03"	700+(10*X)	500	
DVEŘE "D1"	1000	2050+(10*X)	
DVEŘE "D2"	1000	2050+(10*X)	

VÝPIS DALŠÍCH ROZMĚRŮ:		VAŠE HODNOTY
OZNAČENÍ	(mm)	(mm)
DĚLKA	9000+(100×X)	
ŠÍŘKA	7000+(100×X)	
VÝŠKA 1NP	2600+(10×X)	(světelná výška)

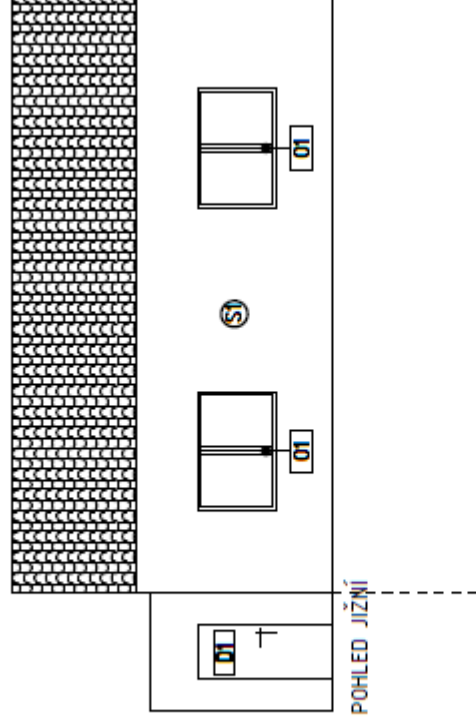
OZNAČENÍ TEPLOSMĚNNÉ OBÁLKY OBJEKTU
(Vytápěná část rodinného domu)



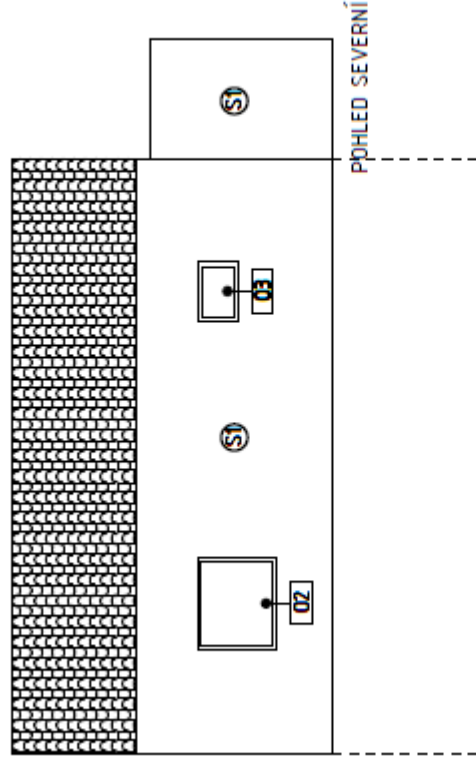
ZADÁNÍ ROZMĚRŮ, SKLADEB A OKRAJOVÝCH PODMÍNEK VÝPOČTOVÉHO OBJEKTU

POHLEDY STÁVAJÍCÍ STAV:

Týká se stávajícího stavu viz zadání v prvním týdnu, VÝKRES - V1

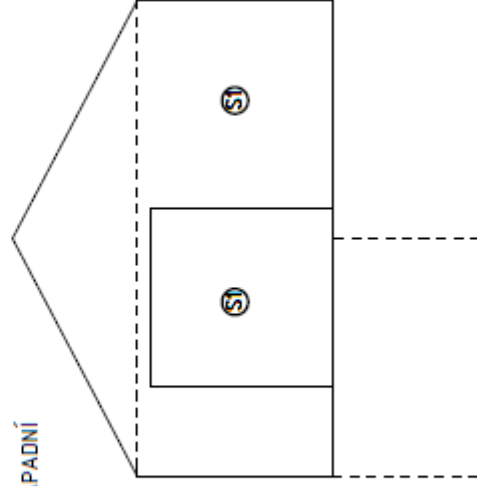


POHLED JIŽNÍ

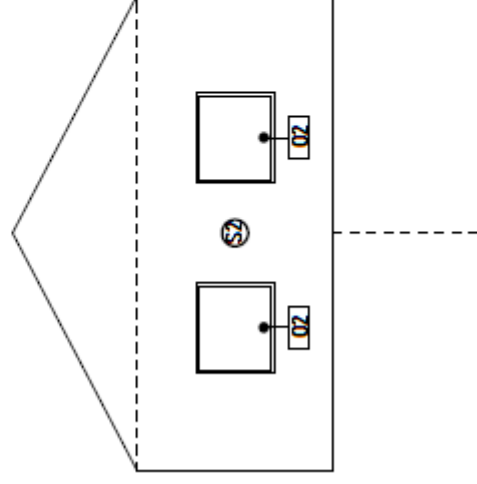


POHLED SEVERNÍ

POHLED ZÁPADNÍ



POHLED VÝCHODNÍ



ZADÁNÍ ROZMĚRŮ, SKLADEB A OKRAJOVÝCH PODMÍNEK VÝPOČTOVÉHO OBJEKTU		
JMÉNO A PŘÍJMENÍ:	ČÍSLO ZADÁNÍ (X):	PŘEDMĚT: BH059 – TEPELNÁ TECHNIKA BUDOV
OKRAJOVÉ PODMÍNKY VÝPOČTOVÉHO OBJEKTU: NÁVRHOVÁ VNITŘNÍ TEPLOTA V ZIMNÍM OBDOBÍ $\theta_{i}=20^{\circ}\text{C}$ DLE ČSN 73 0540-3:2005, TAB. I.1 PŘÍRÁŽKA NA VYROVNÁNÍ ROZDILU TEPLOTY $\Delta\theta_{ai}=0,6^{\circ}\text{C}$ DLE ČSN 73 0540-3:2005, TAB. I.2 RELATIVNÍ VLHKOST VNITŘNÍHO VZDUCHU $\varphi_i=50\%$ RELATIVNÍ VLHKOST VENKOVNÍHO VZDUCHU $\varphi_e=84\%$ NÁVRHOVÁ TEPLOTA VENKOVNÍHO VZDUCHU V ZIMNÍM OBDOBÍ V LOKALITĚ BRNO $\theta_e=-15^{\circ}\text{C}$ DLE ČSN 73 0540-3:2005, TAB. H.2 NÁVRHOVÁ TEPLOTA V ZÁDVEŘÍ $\theta_{i1}=5^{\circ}\text{C}$ NÁVRHOVÁ TEPLOTA VE SKLEPĚ $\theta_{i1}=10^{\circ}\text{C}$ NÁVRHOVÁ TEPLOTA ZEMINY POD PODLAHOU $\theta_{i1}=5^{\circ}\text{C}$		VYSVĚTLIVKY: KONSTRUKCE NAD ZOBRAZENÝM PODLAŽÍM (NAPŘ. STROP)  KONSTRUKCE POD ZOBRAZENÝM PODLAŽÍM (NAPŘ. STROP NEBO PODLAHA NA TERENU)  KONSTRUKCE STĚNY ŠTĚJNÉ V CELÉ DELCE, POKUD SE NEMENÍ OKRAJOVÁ PODMÍNKA 

VZOR PROTOKOLU

ZADÁNÍ:	VÝPOČET SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA STÁVAJÍCÍCH KONSTRUKCÍ	OZNAČENÍ PROTOKOLU:	P1
JMÉNO A PŘÍJMENÍ : ????	ČÍSLO ZADÁNÍ (X):	???	PŘEDMĚT: BH059-TEPELNÁ TECHNIKA BUDOV
1) TEXT ZADÁNÍ:			
2) POSTUP:			

OBSAH PROTOKOLU: - viz soubor xls.

1. Záhloví – téma, číslo
2. Zadání
3. Postup výpočtu – popis, vztah, jednotky, legenda
4. Výpočet – s uvedením jednotek!!!!!!
5. Závěr
6. Přílohy
7. Vypracoval, datum a podpis

SEZNAM PRÁCE Z 1.KONZULTACE

STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE:

- V1 Výkresová dokumentace stávajícího stavu v M1:100 (A3)
(Půdorysy, řez, pohledy – **pouze vytisknout z internetu!!!**)
- P1 Výpočet součinitele prostupu tepla U – stávající stav

NAVRHOVANÉ KONSTRUKCE:

- V2 Výkresová dokumentace nového stavu v M1:100 (A3)
pouze **schematicky** dle vzoru zadání
- V2 Skladby – nový stav, formát (A4 – **dwg soubor na internetu**)
(všechny nové skladby – zpracování grafické programy)
- P2 Výpočet součinitele prostupu tepla U – nový stav
- P3 Výpočet součinitele prostupu tepla U oken
- P4 Přibližný výpočet součinitele prostupu tepla U
nehomogenních konstrukcí
- P5 Posouzení teplotních faktorů a vnitřních povrchových teplot

VÝPOČET SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA U

– stávající stav – P1

Zadání P1:

Vypočtete součinitel prostupu tepla U u zadaných konstrukcí S1, S2, T1, P1, P2, S3 a vypočtenou hodnotu porovnejte s požadovanou a doporučenou hodnotou uvedenou v normě ČSN 73 0540-2:2011+Z1:2012. Výsledky sestavte do tabulky v závěru.

- Napište obecný postup výpočtu.
- Samotný výpočet bude proveden v tabulce Vašeho zadání.
- Závěr bude ve formě tabulky a s posouzením s normovou hodnotou U na úrovni požadované i doporučené.

VÝPOČET SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA U – Stávající stav P1

Tepelný odpor konstrukce R [m².K/W] je schopnost konstrukce **klást odpor průchodu tepla.**


$$R = \frac{d}{\lambda}$$

$$R = \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} [m^2 KW^{-1}]$$

d tloušťka materiálu [m]

λ součinitel tepelné vodivosti [W/(m.K)]

Do hodnoty R se započítávají ty vrstvy konstrukce, které jsou účinně chráněny před účinky vlhkosti. **U dvouplášťových konstrukcí se započítávají pouze vrstvy vnitřního pláště.**

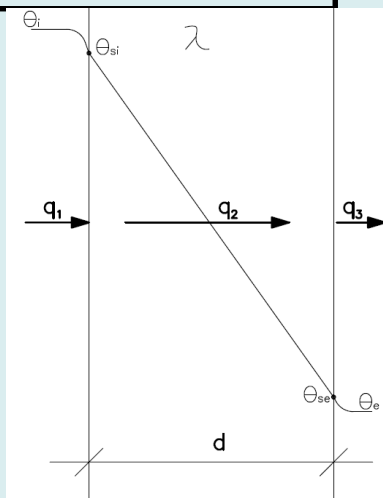
Odpor při prostupu tepla R_T [m². K/W] vyjadřuje úhrnný tepelný odpor, bránící výměně tepla mezi prostředími, oddělenými od sebe **stavební konstrukcí o tepelném odporu R s přilehlými mezními vzduchovými vrstvami.**


$$R_T = R_{si} + R + R_{se}$$

R_{si} (R_{se}) odpory při přestupu tepla na vnitřní (vnější) straně konstrukce [m².K/W]

Součinitel prostupu tepla [W.m⁻².K⁻¹]

$$U = \frac{1}{R_T}$$



Jakou hodnotu λ použijeme pro výpočty?

ČSN 730540-3 uvádí následující hodnoty:

NORMOVÁ HODNOTA – číselná hodnota veličiny, statisticky stanovená z naměřených hodnot nebo hodnot stanovených výpočtem.

CHARAKTERISTICKÁ HODNOTA – hodnota stanovená normalizovaným postupem pro charakteristickou hodnotu vlhkosti materiálu, statisticky vyhodnocená z naměřených údajů. Zahrnuje variabilitu veličiny způsobenou v procesu výroby.

Pro tepelně technické výpočty musíme použít návrhovou hodnotu!!!

NÁVRHOVÁ (VÝPOČTOVÁ) HODNOTA – jsou číselné hodnoty, stanovené na základě normové nebo charakteristické hodnoty pomocí koeficientů a přírážek, které zohledňují způsob zabudování materiálu ve stavební konstrukci a variabilitu veličiny způsobenou v procesu výroby.

Výrobci materiálů udávají většinou deklarovanou hodnotu.

DEKLAROVANÁ HODNOTA SOUČINITELE TEPELNÉ VODIVOSTI λ_D – je to hodnota, měřená za určitých deklarovaných podmínek (na stavbě jsou podmínky odlišné, proto je nutné **přepočítat na návrhovou hodnotu** – orientačně lze použít zvýšení o 10% u MW, o 3-5% u XPS, EPS)

Odpor při přestupu tepla (R_{si} , R_{se}) je tepelný odpor mezní vzduchové vrstvy, přiléhající bezprostředně k vnitřní nebo vnější straně konstrukce (ČSN 73 0540-3).

$$R_{si} = \frac{1}{h_i}, \quad R_{se} = \frac{1}{h_e}$$

h_i (h_e) součinitel přestupu na vnitřní (vnější) straně konstrukce

Povrch	Účel výpočtu	Konstrukce	Tep. odpor při přestupu tepla R_{se} , R_{si}	Součinitel přestupu tepla h_i , h_e
Vnější	- součinitel prostupu tepla - teplotní faktor vnitřního povrchu	jednoplášťová	$R_{se} = 0,04$	$1/R_{se}$
		dvouplášťová	stejně jako R_{si}	
		styk se zeminou	$R_{se} = 0,00$	
Zemina				
Vnitřní	- součinitel prostupu tepla	stěna (horizontální tep. tok)	$R_{si} = 0,13$	$1/R_{si}$
		střecha (tep. tok vzhůru)	$R_{si} = 0,10$	
		podlaha (tep. tok dolů)	$R_{si} = 0,17$	

Pro výpočet teplotního faktoru vnitřního povrchu (teploty vnitřního povrchu konstrukce) je tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce R_{si} pro zimní období uvažován u všech konstrukcí hodnotou **0,25**.

Součinitel prostupu tepla

Součinitel prostupu tepla a tepelný odpor konstrukce jsou základními veličinami charakterizujícími **tepelně izolační vlastnosti stavebních konstrukcí**.

Pro každou stavební konstrukci musí být splněna podmínka:

$$U \leq U_N$$

U součinitel prostupu tepla [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$]

U_N normou požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$]

Součinitel prostupu tepla konstrukcí U vyjadřuje celkovou výměnu tepla mezi prostory, oddělenými od sebe stavební konstrukcí o **tepelném odporu R s přilehlými mezními vzduchovými vrstvami**.

Zahrnuje vliv všech tepelných mostů včetně vlivu prostupujících hmoždinek a kotev, které jsou součástí konstrukce.

**Požadované a doporučené hodnoty U_N pro budovy s převažující
návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v intervalu 18 až 22°C.
vybrané hodnoty z ČSN 73 0540-2:2011**

Stavby pro bydlení Druh konstrukce	Požadované Hodnoty $U_{N,20}$	Součinitel prostupu tepla [W/(m ² · K)]		
		Doporučené Hodnoty $U_{rec,20}$		Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,30	těžká	0,25	0,18 až 0,12
		lehká	0,20	
Střecha strmá se sklonem nad 45° včetně	0,30	0,20		0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16		0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16		0,15 až 0,10
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině	0,45	0,30		0,22 až 0,15
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do vnějšího prostředí	1,5	1,2		0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru, se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do vnějšího prostředí	1,4	1,1		0,9
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do vnějšího prostředí (včetně rámu)	1,7	1,2		0,9

Nevětraná vzduchová vrstva

do výpočtu zahrnujeme tepelný odpor dle:

-směru tepelného toku

-tloušťky vzduchové vrstvy

Tab.7.1.Tepelný odpor nevětraných vzduchových vrstev v zimním období

Nevětraná vzduchová vrstva v zimním období	Tepelný odpor nevětraných vzduchových vrstev R_{sav} [$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$] při tloušťce vzduchové vrstvy d_{ev} [mm]								
	0	5	7	10	15	25	50	100	300
vodorovná při tepelném toku zdola nahoru	0	0,11	0,13	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
svislá	0	0,11	0,13	0,15	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18
vodorovná při tepelném toku shora dolů	0	0,11	0,13	0,15	0,15	0,19	0,21	0,22	0,23

VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE **V2**

PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE:

- Provedete nový návrh stávajících konstrukcí – zateplení objektu. (podlahy, stěna a nová střecha) a navrhnete na 1NP **nástavbu dalšího podlaží** – návrh nové obvodové stěny a nový střešní plášť – **střecha** – vazníková konstrukce, zateplení spodní pásnice vazníku!!! Okenní otvory nástavby – stejný typ a stejné rozměry jako v 1NP.

OZNAČENÍ KONSTRUKCÍ: $S1_N$, $S2_N$, $S4_N$, $T2_N$, $P1_N$ (zateplení nad HI), $P2_N$ (zateplení pod stropem)

NÁVRH NA HODNOTY DOPORUČENÉ!!!

DODAT KE VŠEM NOVÝM SKLADBÁM TECHNICKÉ LISTY OD VÝROBCE!!!

- Projektová dokumentace – schematicky.

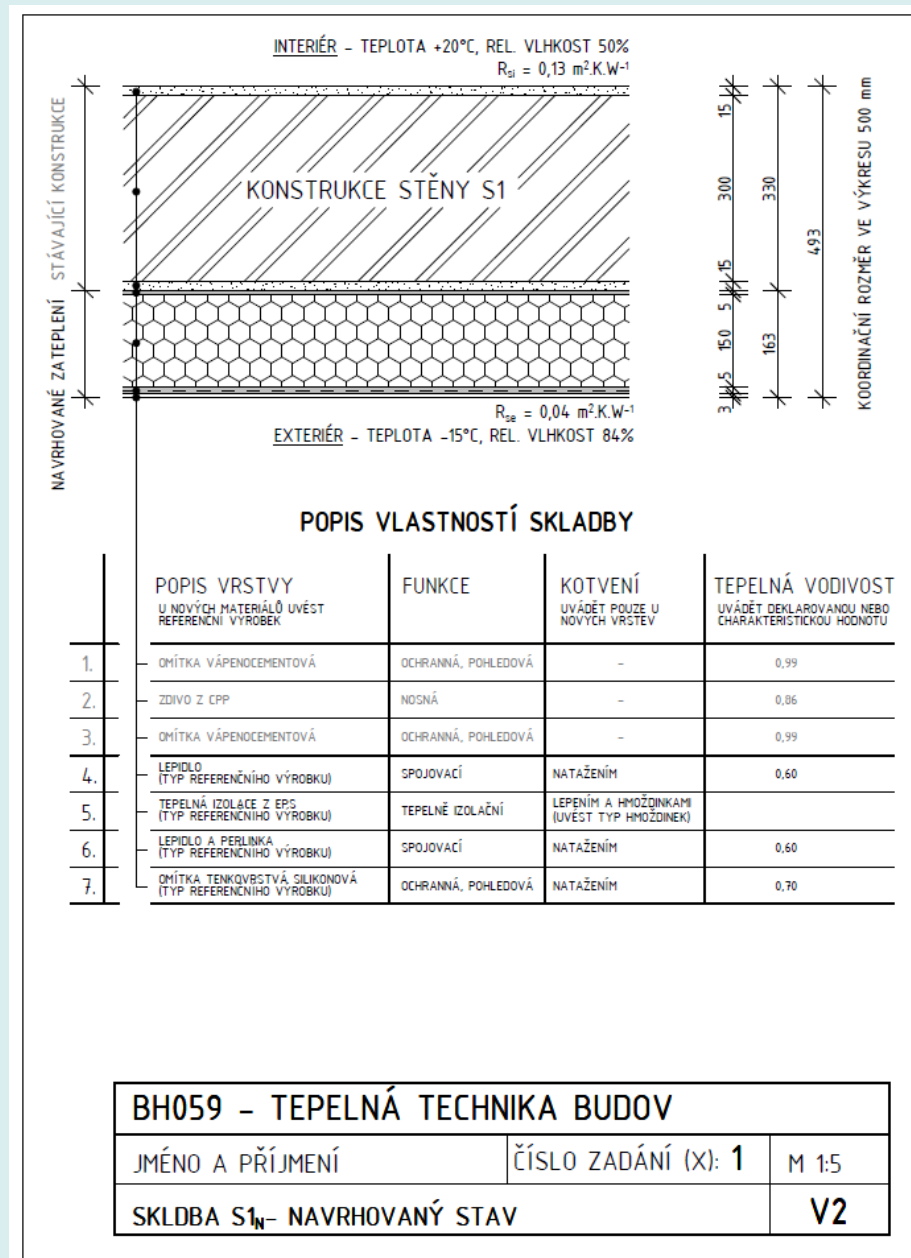
SKLADBY:

- Kresleno pomocí výpočetní techniky v M 1:5 na formát A4.

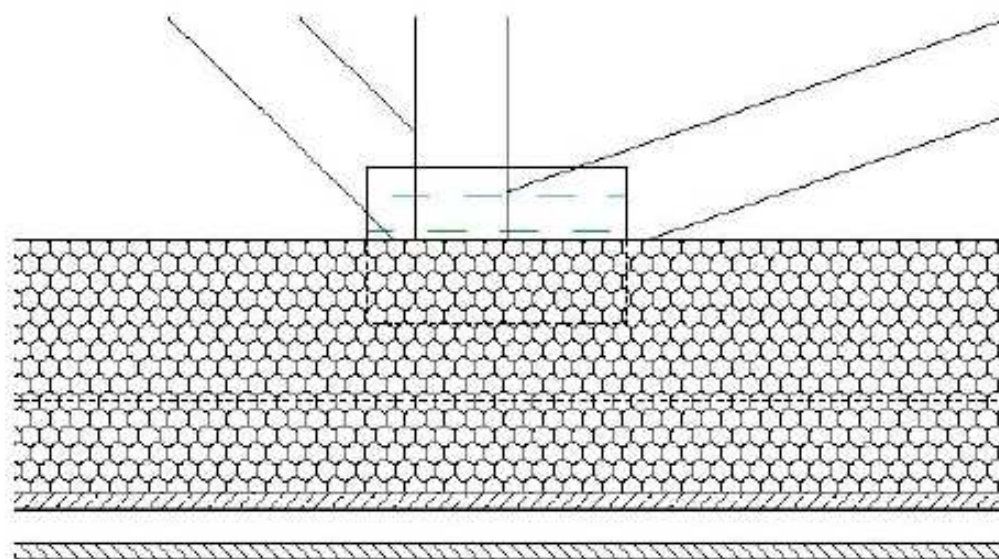
- **Všechny nově navržené skladby.**

- Dodržet úpravu – viz podklady na internetu.

VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE V2 (SKLADBY)



VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE V2



SKLADBA DOLNÍHO PÁSU VAZNÍKU

- TEPELNÁ IZOLACE
- TEPELNÁ IZOLACE
- OSB DESKA
- PAROZÁBRANA
- NEVĚTRANÁ VZDUCHOVÁ DUTINA
- SÁDROKARTONOVÁ DESKA

30
15
12,5
140 + X
1

VÝPOČET SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA U

– nový stav – P2

Zadání P2:

Na základě navržených skladeb $S1_N$, $S2_N$, $S4_N$, $T2_N$, $P1_N$, $P2_N$ proveďte posouzení tak, aby navržené konstrukce splňovaly doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla U uvedenou v normě ČSN 73 0540-2:2011+Z1:2012.

- Napište obecný postup výpočtu.
- Použít technické podklady od výrobců – pozor na hodnotu λ
- **u MW zhoršení cca o 10%**
- **u PPS a XPS zhoršení cca o 3-5%**
- Do výpočtu neuvažujte parozábrany a hydroizolace.
- Vytisknout technické podklady k nově navrženým skladbám – parozábrana, hydroizolace, tepelné izolace a zateplovací systém.
- Závěr shrnout opět do tabulky, kde bude detail skladby, tl. tepelné izolace, vypočítaná hodnota U a normová doporučená hodnota a posouzení.
- Hodnota ΔU – uvažovat 0,02 W/m²K

VÝPOČET SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA U

– oken – P3

Zadání P3:

Vypočítejte součinitel prostupu tepla u okna U_w dle podkladů od výrobce a dle normy ČSN EN ISO 10077-1. Rozměry zadány v zadání. Okna navrhnout –(dle Vašeho uvážení). Vnitřní dveře D2 budou navrženy ... dle Vašeho uvážení. Vypočtenou hodnotu posuďte s normovými hodnotami danými v ČSN 73 0540-2:2011+Z1:2012.

- Napište obecný postup výpočtu.
- Součástí výpočtu bude schéma okna se všemi potřebnými rozměry k výpočtu.
- Vybrat typ okna a vytisknout technické podklady výrobce i s hodnotami lineárních činitelů prostupu tepla – změřené.
- V závěru posoudit s normovými požadovanými a doporučenými hodnotami dle výše zmíněné normy.
- Postup výpočtu na www.fce.vutbr.cz/PST/kolar.r

Součinitel prostupu tepla U okna

Součinitel prostupu tepla U_w výplně otvoru se stanovuje včetně vlivu rámů.

POZOR: výrobcem deklarovaná hodnota U_w se vztahuje většinou na rozměr okna **1,23 x 1,46 m** (měřený vzorek)!!!

Výpočet U_w pro skutečný rozměr a členění okna se provádí dle **ČSN EN ISO 10777 – 1 Tepelné chování oken, dveří, okenic – Výpočet součinitele prostupu tepla – Část 1: Zjednodušená metoda**

Pro hodnocení U_{em} nutno vypočítat:

$$U_w = \frac{A_g \times U_g + A_f \times U_f + l_g \times \psi_g}{A_g + A_f}$$

A_g - celková plocha zasklení [m^2]

A_f - celková plocha rámu [m^2]

U_g - součinitel prostupu tepla zasklení [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]

U_f - součinitel prostupu tepla rámu [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]

l_g - viditelný obvod zasklení [m]

ψ_g - lineární činitel prostupu tepla způsobený kombinovanými tepelnými vlivy zasklení, distančního rámečku a rámu [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$]

PŘIBLIŽNÝ VÝPOČET SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA U NEHOMOGENNÍCH KCÍ - P4

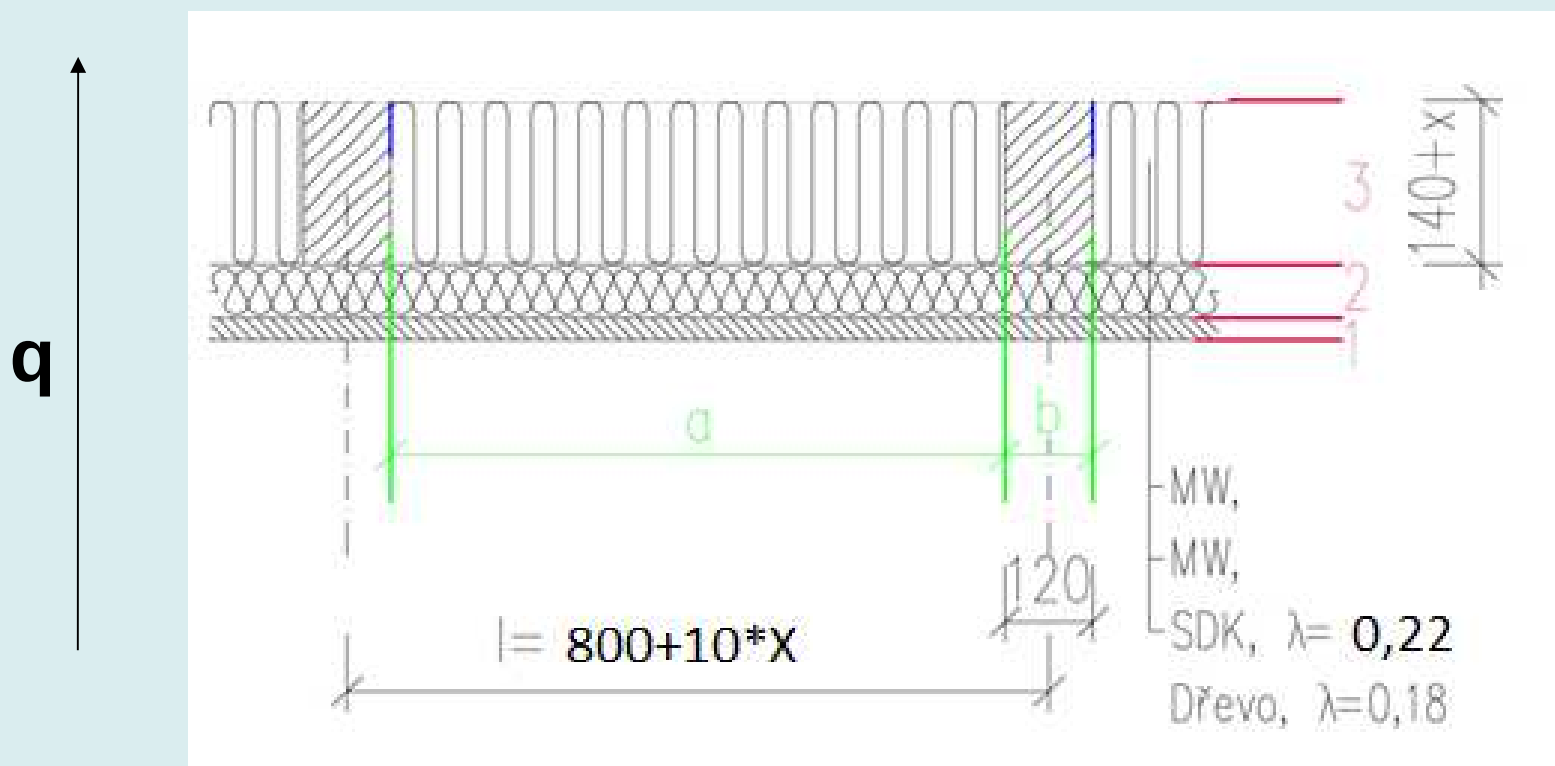
Zadání P4:

Vypočtete součinitel prostupu tepla U konstrukce spodní pásnice vazníkového krovu se systematickým tepelným mostem. (viz nákres a písmeno „X“ je číslo Vašeho zadání)

- Napište obecný postup výpočtu. (metoda dle Fokina)
- Součástí výpočtu bude **schéma konstrukce** s označením jednotlivých úseků kolmých a rovnoběžných s tepelným tokem.
- Pokud je Vaše navržená skladba odlišná, počítejte s tou Vaší – jinak ponechte tuto.
- Na závěr posoudíte:
 - a) Posouzení hodnoty U s **vlivem tepelných mostů** s požadavky normy.
 - b) Posouzení hodnoty U **bez vlitu tepelných mostů** s požadavky normy.
 - c) Rozdíl mezi U bez a s vlivem tepelných mostů a **procentní vyjádření vlivu tepelných mostů**.

PŘIBLIŽNÝ VÝPOČET SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA U NEHOMOGENNÍCH KCÍ - P4

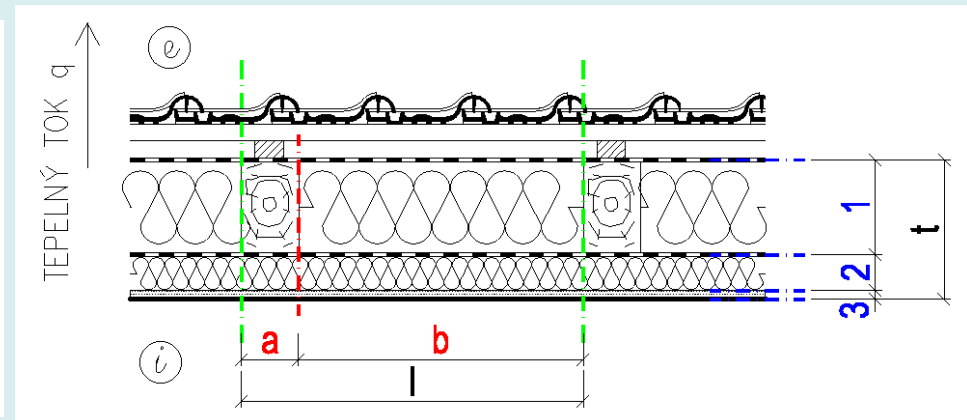
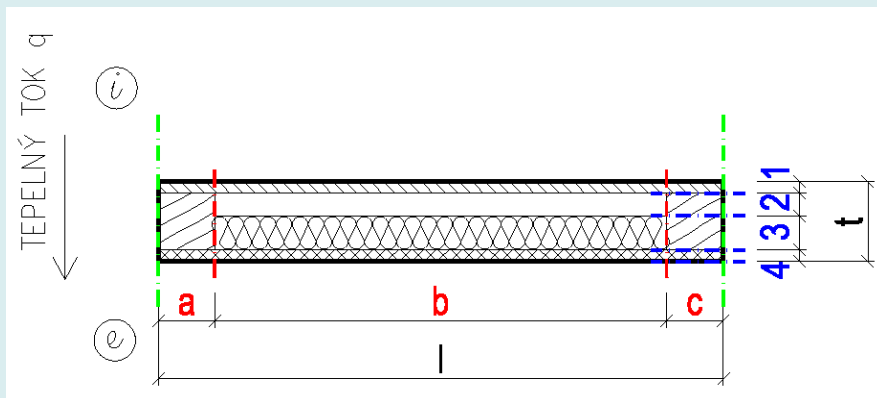
- ZADÁNÍ



PŘÍBLIŽNÝ VÝPOČET SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA U NEHOMOGENNÍCH KCÍ - P4

Postup výpočtu:

1. rozdělení kce na charakteristické oblasti nebo ponechání celé kce;



2. rozdělení kce na části **rovnoběžné a kolmé se směrem tepelného toku**;
3. stanovení **tepelných odporů** jednotlivých úseků rovnoběžných a následně kolmých na směr tepelného toku;
4. určení tepelného odporu R kce;
5. ověření podmínky použitelnosti;
6. stanovení součinitele prostupu tepla kce.

Přibližný výpočet U nehomogenních kcí:

2. přibližně z tzv. **Fokinova vztahu**

$$R = \frac{R' + 2R''}{3}$$

R' je **horní mez odporu konstrukce** [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$], stanovená z výseků konstrukce **rovnoběžných** s tepelným tokem;

R'' je **dolní mez odporu konstrukce** [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$], stanovená z výseků konstrukce **kolmých** s tepelným tokem.

kde

$$\frac{1}{R'} = \frac{f_a}{R_a} + \frac{f_b}{R_b} + \dots + \frac{f_n}{R_n}$$

a R'' je určena u **homogenní vrstvy** ze vztahu:

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

a u **nestejnorodé vrstvy** ze vztahu:

$$\frac{1}{R_j} = \frac{f_a}{R_{aj}} + \frac{f_b}{R_{bj}} + \dots + \frac{f_n}{R_{nj}}$$

POSOUZENÍ TEPLOTNÍCH FAKTORŮ A VNITŘNÍCH POVRCHOVÝCH TEPLOT - P5

Zadání P5:

Vypočítejte nejnižší vnitřní povrchovou teplotu $\theta_{si,min}$ a teplotní faktor vnitřního povrchu f_{Rsi} na konstrukcích $S1_S$, $S1_N$, $S4_N$, $T2_N$, $P1_N$ a v koutech (tepelné vazby, tepelné mosty). Posoudit celkem 2 kouty ($S1_S$ - $S1_S$ a u upravených konstrukcí $S1_N$ - $S1_N$). Posud'te s normovými hodnotami.

- Napište obecný postup výpočtu, kde budou také vypsány „**Okrajové podmínky**“. (viz Vaše zadání)
- Ve výpočtu schematicky nakreslete kouty i s popisem konstrukcí.
- V závěru bude uvedena **Tabulka 1** s uvedením posouzení vypočtených teplotních faktorů s normovými hodnotami. (plocha konstrukce) a **Tabulka 2** se srovnáním rozdílu teplot v ploše a v koutě.

TABULKA 2

Kout	$\theta_{si,K}$ [°C]	$\theta_{si,KCE1}$ [°C]	$\theta_{si,KCE2}$ [°C]	Největší rozdíl $\Delta\theta$ [°C]
N Á K R E S				

Teplotní faktor vnitřního povrchu

Vnitřní povrchovou teplotu θ_{si} hodnotíme od roku 2007 v poměrném tvaru jako **teplotní faktor vnitřního povrchu f_{Rsi}** . 

Požadavky na teplotní faktor jsou stanoveny pro:

neprůsvitné (stavební) konstrukce – kritérium: **VYLOUČENÍ VZNIKU PLÍSNÍ;**

pro výplně otvorů (okna, dveře) – kritérium: **VYLOUČENÍ POVRCHOVÉ**

KONDENZACE VODNÍ PÁRY.

Hranice – **vyloučení vzniku plísní** – kritická relativní vlhkost těsně u vnitřního povrchu $\varphi_{si,cr} = \mathbf{80\%}$.

Hranice – **vyloučení povrchové kondenzace** (orosoání) – kritická relativní vlhkost těsně u vnitřního povrchu $\varphi_{si,cr} = \mathbf{100\%}$.

$$f_{Rsi} = \frac{(\theta_{si} - \theta_e)}{(\theta_{ai} - \theta_e)} = 1 - \xi_{Rsi}, \quad \xi_{Rsi} = \frac{(\theta_{ai} - \theta_{si})}{(\theta_{ai} - \theta_e)} = 1 - f_{Rsi}$$

θ_{ai} návrhová teplota vnitřního vzduchu [°C]

θ_{si} vnitřní povrchová teplota [°C]

θ_e návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období [°C]

Výpočet vnitřní povrchové teploty θ_{si} – jednorozměrné šíření tepla (v ploše)

$$\theta_{si} = \theta_e - f_{Rsim} \cdot (\theta_{ai} - \theta_e)$$

$$\theta_{si} = \theta_{ai} - U \cdot R_{si} \cdot (\theta_{ai} - \theta_e)$$

R_{si} tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce, pro výpočet vnitřní povrchové teploty se uvažuje **zvýšená hodnota**, tj. **$R_{si} = 0,25 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$** pro neprůsvitné konstrukce (na straně bezpečnosti, nejméně příznivý případ v koutech nebo za nábytkem).

$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ pro výplně otvorů.

Stavební konstrukce v prostorech s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_i \leq 60\%$ musí vykazovat v každém místě **teplotní faktor vnitřního povrchu** f_{Rsi} [-]

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$$

f_{Rsi} teplotní faktor vnitřního povrchu [-], vyjadřuje vliv konstrukce a přestupů tepla v daném místě vnitřního povrchu na vnitřní povrchovou teplotu, hodnoty jsou uváděny s přesností na 0,005;

$$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr}$$

$f_{Rsi,cr}$ kritický teplotní faktor vnitřního povrchu [-]

$f_{Rsi,N}$ – dle tabulky, jen pro strop nad suterénem a stěnu do nevytápěného prostoru použít hodnotu **0,149** a pro podlahu na terénu **0,422**.

Nejnižší vnitřní povrchová teplota v koutech

Pro kout mezi dvěma konstrukcemi, ve kterých lze uvažovat **jednorozměrné šíření** tepla, se **nejnižší průměrná vnitřní teplota stanoví**:

- **přesně** – řešením dvojrozměrného teplotního pole metodou konečných prvků;
- **přibližně** – dle následujícího vztahu;

$$\theta_{sim} = \theta_{si} = \theta_{ai} - \xi_{Rsim} \cdot (\theta_{ai} - \theta_e)$$

➤ pro kout **mezi vnějšími konstrukcemi**

$$\xi_{Rsim} = 1,05 \cdot (U \cdot R_{sik})^{0,69}$$

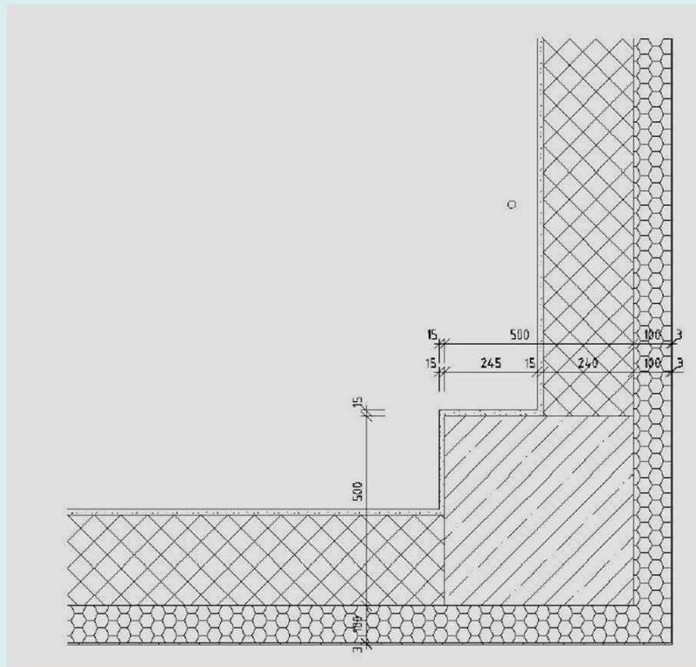
ξ_{Rsim}

průměrný poměrný teplotní rozdíl
vnitřního povrchu (-)

V případě, že se stýkají v koutu dvě kce **s odlišnými hodnotami U**, použije se k výpočtu **vyšší** z hodnot.

Postup **je vhodný** v případech, kdy platí podmínka:

$$0,8 \leq \frac{U_1}{U_2} \leq 1,25$$



➤ **Poznámky k předchozí tabulce:**

- **Návrhová teplota vnitřního vzduchu θ_{ai}** $\theta_{ai} = \theta_i + \Delta\theta_{ai}$

θ_i návrhová vnitřní teplota [°C], dle ČSN 73 0540-3:2005 nebo projektu;

$\Delta\theta_{ai}$ přirážka podle typu objektu a způsobu vytápění [-],
vyrovnává rozdíl mezi teplotou vnitřního vzduchu a průměrnou teplotou okolních
plach dle ČSN 73 0540-3 Tab. I.2.

Budova	Přirážka $\Delta\theta_{ai}$		
	Vytápění radiátory ústředního topení	Vytápění sálavé (např. podlahové vytápění)	Vytápění konvenční (konvektory)
Bytová a občanská do roku 1975	2,0	1,0	3,0
Bytová a občanská od 1975 do 1995	1,0	0,5	1,5
Bytová a občanská po 1995	0,6	0,3	0,9
Nízkoenergetická	0		
Průmyslová s velmi lehkou a lehkou prací	1,0	0,5	1,5
Průmyslová se středně těžkou a těžkou prací	2,0	1,0	3,0