

# Školení DEKSOFT

## Tepelná technika 1D

## 1. Blok

- Požadavky na stavební konstrukce
- Okrajové podmínky
- Nové funkce
  - Úvodní obrazovka
  - Zásobník materiálů
  - Uživatelské skupiny
  - Vlastní katalogy
- Zásady práce v aplikaci TT1D
- Posuzování požadavků na stavební konstrukce

## 2. Blok

- Řešené příklady
  - Konstrukce se systematickými tepelnými mosty
  - Konstrukce se zabudovanými dřevěnými prvky
  - Konstrukce nad vlhkým provozem
  - Konstrukce s podhledem
  - Uzavíraná dvouplášťová střecha
- Specifika výpočtu součinitele prostupu tepla pro NZÚ
- Dotazy / diskuze

Tepelná technika 1D

# LEGISLATIVA

## Zákon 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)

- § 2, odst. 2, písm. e)

e) obecnými požadavky na výstavbu obecné požadavky na využívání území a technické požadavky na stavby stanovené prováděcími právními předpisy a dále obecné technické požadavky zabezpečující užívání staveb osobami pokročilého věku, těhotnými ženami, osobami doprovázejícími dítě v kočárku, dítě do tří let, popřípadě osobami s mentálním postižením nebo osobami s omezenou schopností pohybu nebo orientace stanovené prováděcím právním předpisem (dále jen "bezbariérové užívání stavby").

## Vyhláška 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby

- § 8, odst. 1, písm. f)

### § 8

#### Základní požadavky

(1) Stavba musí být navržena a provedena tak, aby byla při respektování hospodárnosti vhodná pro určené využití a aby současně splnila základní požadavky, kterými jsou

f) úspora energie a tepelná ochrana<sup>11)</sup>.

- § 8, odst. 3

(3) Výrobky, materiály a konstrukce navržené a použité pro stavbu musí zaručit, že stavba splní požadavky podle odstavce 1.

## Vyhláška 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby

- § 16, odst. 2, písm. b)

(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

b) požadované tepelně technické vlastnosti konstrukcí a budov,

- § 16, odst. 3

(3) Požadavky na tepelně technické vlastnosti konstrukcí a budov jsou dány normovými hodnotami.

## Vyhláška 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb

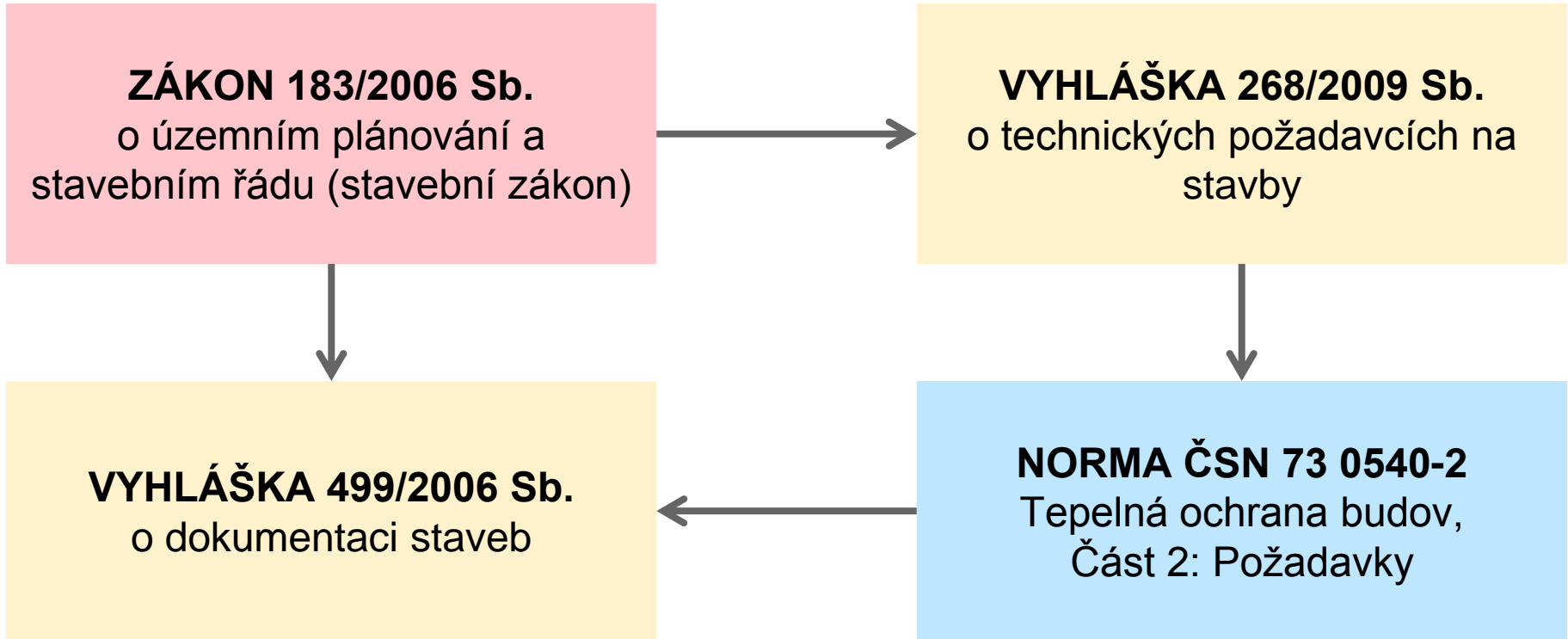
- přílohová část

### **D.1 Dokumentace stavebního nebo inženýrského objektu**

#### D.1.1 Architektonicko-stavební řešení

- a) Technická zpráva (architektonické, výtvarné, materiálové, dispoziční a provozní řešení, bezbariérové užívání stavby; konstrukční a stavebně technické řešení a technické vlastnosti stavby; stavební fyzika - tepelná technika, osvětlení, oslunění, akustika / hluk, vibrace - popis řešení, výpis použitých norem).





Tepelná technika 1D

# NORMY

## Nejdůležitější normy pro oblast tepelné ochrany budov:

### NÁRODNÍ

**ČSN 73 0540-3 (2005)**  
Tepelná ochrana budov  
Část 3: Návrhové hodnoty veličin

**ČSN 73 0540-2 (2011)**  
Tepelná ochrana budov  
Část 2: Požadavky

**ČSN 73 0540-1 (2005)**  
Tepelná ochrana budov  
Část 1: Terminologie

**ČSN 73 0540-4 (2005)**  
Tepelná ochrana budov  
Část 4: Výpočtové metody

### EVROPSKÉ

**ČSN EN ISO 6946 (2009)**  
Stavební prvky a stavební konstrukce - Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla - Výpočtová metoda

**ČSN EN ISO 13788 (2013)**  
Tepelně-vlhkostní chování stavebních dílců a stavebních prvků - Vnitřní povrchová teplota pro vyloučení kritické povrchové vlhkosti a kondenzace uvnitř konstrukce - Výpočtové metody

**ČSN EN ISO 10211 (2009)**  
Tepelné mosty ve stavebních konstrukcích - Tepelné toky a povrchové teploty - Podrobné výpočty

Tepelná technika 1D

# POŽADAVKY NA STAVEBNÍ KONSTRUKCE

## Nejdůležitější normy pro oblast tepelné ochrany budov:

### NÁRODNÍ

**ČSN 73 0540-3 (2005)**  
Tepelná ochrana budov  
Část 3: Návrhové hodnoty veličin

**ČSN 73 0540-2 (2011)**  
Tepelná ochrana budov  
Část 2: Požadavky

**ČSN 73 0540-1 (2005)**  
Tepelná ochrana budov  
Část 1: Terminologie

**ČSN 73 0540-4 (2005)**  
Tepelná ochrana budov  
Část 4: Výpočtové metody

### EVROPSKÉ

**ČSN EN ISO 6946 (2009)**  
Stavební prvky a stavební konstrukce - Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla - Výpočtová metoda

**ČSN EN ISO 13788 (2013)**  
Tepelně-vlhkostní chování stavebních dílců a stavebních prvků - Vnitřní povrchová teplota pro vyloučení kritické povrchové vlhkosti a kondenzace uvnitř konstrukce - Výpočtové metody

**ČSN EN ISO 10211 (2009)**  
Tepelné mosty ve stavebních konstrukcích - Tepelné toky a povrchové teploty - Podrobné výpočty

## Požadavky uvedené v ČSN 73 0540-2

### Šíření tepla konstrukcí budovy

- Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce
- Součinitel prostupu tepla
- Průměrný součinitel prostupu tepla
- Lineární a bodový činitel prostupu tepla
- Pokles dotykové teploty podlahy

### Tepelná stabilita místností

- Pokles výsledné teploty v místnosti v zimním období
- Tepelná stabilita místnosti v letním období

### Šíření vlhkosti konstrukcí

- Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce
- Roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce
- Konstrukční ochrana zabudovaného dřeva
- Průběh vlhkosti ve větrané vzduchové vrstvě

### Šíření vzduchu konstrukcí a budovou

- Průvzdušnost
- Větrání místnosti

## Požadavky nad rámec ČSN 73 0540-2

- Vlhkostní chování konstrukce nad podhledem
- Riziko kondenzace na vnitřním povrchu vrstvy

# Požadavky na stavební konstrukce



## ENERGETICKÉ

Průměrný součinitel  
prostupe tepla

Součinitel prostupu tepla

Lineární a bodový činitel  
prostupe tepla

Průvzdušnost

## HYGIENICKÉ

Nejnižší vnitřní povrchová  
teplota konstrukce

Tepelná stabilita místnosti v  
letním období

Pokles výsledné teploty v  
místnosti v zimním období

Větrání místnosti



## FUNKČNÍ

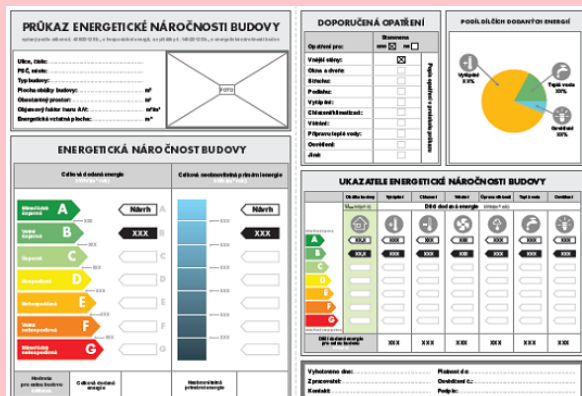
Zkondenzovaná vodní pára  
uvnitř konstrukce

Roční bilance kondenzace  
a vypařování vodní páry

Průběh vlhkosti ve větrané  
vzduchové vrstvě

Pokles dotykové teploty  
podlahy

Konstrukční ochrana  
zabudovaného dřeva



## BUDOVA

Průměrný součinitel  
prostupu tepla

Průvzdušnost



## MÍSTNOST

Větrání místnosti

Pokles výsledné teploty v  
místnosti v zimním období

Tepelná stabilita místnosti v  
letním období



## KONSTRUKCE

Součinitel prostupu tepla

Pokles dotykové teploty  
podlahy

Nejnižší vnitřní povrchová  
teplota konstrukce

Zkondenzovaná vodní pára  
uvnitř konstrukce

Roční bilance kondenzace  
a vypařování vodní páry

Konstrukční ochrana  
zabudovaného dřeva

Lineární a bodový činitel  
prostupu tepla

Průběh vlhkosti ve větrané  
vzduchové vrstvě



TEPELNÁ  
TECHNIKA

1D

Součinitel prostupu tepla

Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce

Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce

Roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry

Pokles dotykové teploty podlahy

Konstrukční ochrana zabudovaného dřeva

ENERGETIKA

Průměrný součinitel prostupu tepla

TEPELNÁ  
TECHNIKA

2D

Lineární činitel prostupu tepla

Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce

TEPELNÁ  
TECHNIKA

3D

Bodový činitel prostupu tepla

Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce

TEPELNÁ  
TECHNIKA

KOMFORT

Pokles výsledné teploty v místnosti v zimním období

Tepelná stabilita místnosti v letním období

TEPELNÁ  
TECHNIKA

DUTINA

Průběh vlhkosti ve větrané vzduchové vrstvě

Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce

## BUDOVA

Průměrný součinitel  
prostupu tepla

Průvzdušnost



## MÍSTNOST

Větrání místnosti

Pokles výsledné teploty v  
místnosti v zimním období

Tepelná stabilita místnosti v  
letním období



## KONSTRUKCE

**Součinitel prostupu tepla**

Pokles dotykové teploty  
podlahy

Nejnižší vnitřní povrchová  
teplota konstrukce

Zkondenzovaná vodní pára  
uvnitř konstrukce

Roční bilance kondenzace  
a vypařování vodní páry

Konstrukční ochrana  
zabudovaného dřeva

Lineární a bodový činitel  
prostupu tepla

Průběh vlhkosti ve větrané  
vzduchové vrstvě

- **Součinitel prostupu tepla  $U$  [W/(m<sup>2</sup>·K)]** je celková výměna tepla v ustáleném stavu mezi dvěma prostředími vzájemně oddělenými stavební konstrukcí o tepelném odporu  $R$  s přilehlými mezními vzduchovými vrstvami
- Základní požadavek:

$$U \leq U_N$$

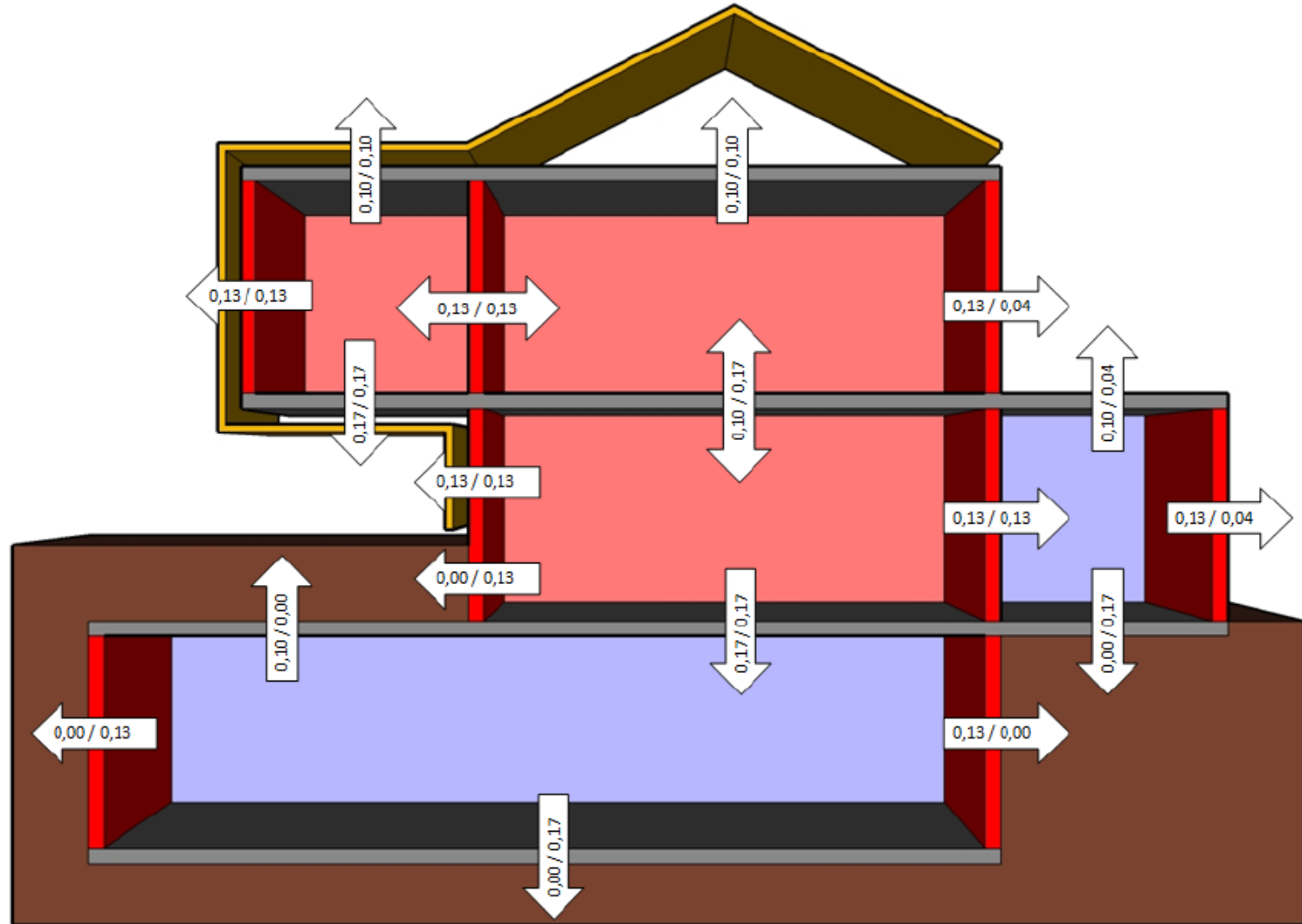
- Základní vztahy:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}}$$

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



# Odpory při přestupu tepla





- **Požadovaný součinitel prostupu tepla  $U_N$  [W/(m<sup>2</sup>·K)]**
  - pro vnitřní prostředí s vnitřní teplotou 18°C – 22°C včetně a s návrhovou relativní vlhkostí do 60% stanoven přímo v tabulce 3 normy ČSN 73 0540-2
  - pro prostory s vnitřní teplotou mimo interval 18°C – 22°C a s relativní vlhkostí do 60% včetně se požadavek přepočítává dle vzorce na základě vnitřní návrhové teploty
  - pro prostory s návrhovou relativní vlhkostí nad 60% se stanovuje navíc požadavek pro vyloučení rizika kondenzace na vnitřním povrchu



# Součinitel prostupu tepla



Norma ČSN 73 0540-2 stanovuje 3 úrovně normových hodnot

## Požadované hodnoty

**VYHLÁŠKA 268/2009 Sb.,**  
o technických požadavcích na  
stavby

## Doporučené hodnoty

Zpravidla nutné pro splnění  
požadavků na energetickou  
náročnost

## Doporučené hodnoty pro pasivní budovy

Základní vodítka pro návrh  
konstrukcí pro pasivní domy

**PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY**

Ulice, číslo: .....  
 PSE, číslo: .....  
 Typ budovy: .....  
 Množství obytných jednotek: .....  
 Očekávaný počet obyvatel: .....  
 Očekávaný počet osob: .....  
 Energetická úroveň v době: .....

**ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY**

**UKAZATEL ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY**

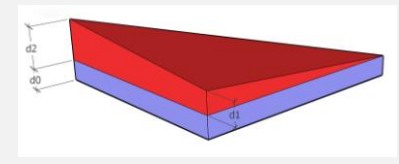
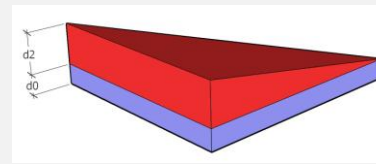
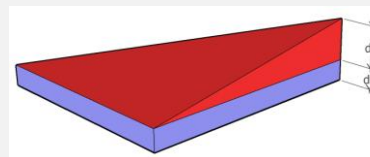
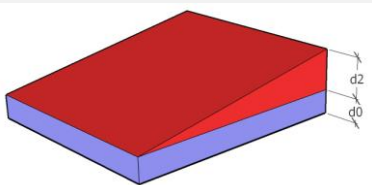
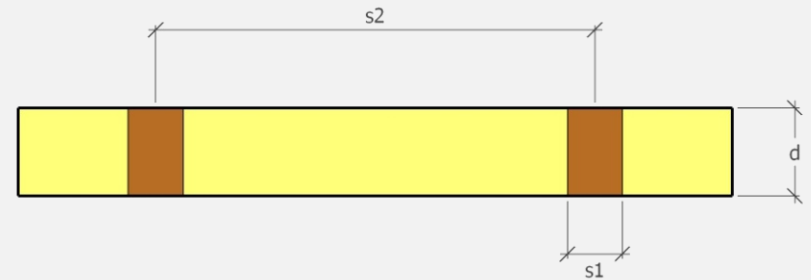
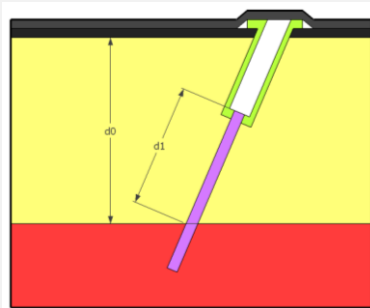
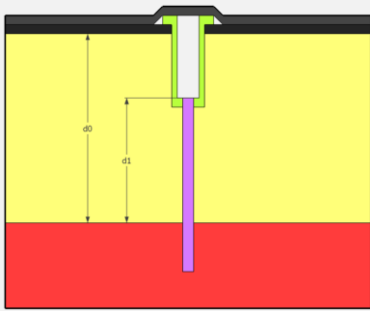
**DOPORUČENÁ OPÁŘENÍ**

**průkazy účinnosti opáření na měsíc**

**Výsledky:**  
 Celková spotřeba energie: .....  
 Celková ušetřená energie: .....

**Výsledky:**  
 Výkonové číslo: .....  
 Zpracovatel: .....  
 Konekce: .....

- Ve výpočtu součinitele prostupu tepla konstrukce se **musí zohlednit systematické tepelné mosty**:
  - Pomocí zjednodušených metod dle ČSN EN ISO 6946
  - Podrobným výpočtem 2D, 3D dle ČSN EN ISO 10211
- Způsob zohlednění tepelných mostů:
  - přirážkou  $\Delta U$  k výslednému součiniteli prostupu tepla
  - úpravou materiálových charakteristik



## BUDOVA

Průměrný součinitel  
prostupu tepla

Průvzdušnost



## MÍSTNOST

Větrání místnosti

Pokles výsledné teploty v  
místnosti v zimním období

Tepelná stabilita místnosti v  
letním období



## KONSTRUKCE

Součinitel prostupu tepla

**Nejnižší vnitřní povrchová  
teplota konstrukce**

Pokles dotykové teploty  
podlahy

Zkondenzovaná vodní pára  
uvnitř konstrukce

Roční bilance kondenzace  
a vypařování vodní páry

Konstrukční ochrana  
zabudovaného dřeva

Lineární a bodový činitel  
prostupu tepla

Průběh vlhkosti ve větrané  
vzduchové vrstvě





# Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce



- **Teplotní faktor vnitřního povrchu  $f_{Rsi}$  [-]** je definován poměrem rozdílu mezi vnitřní povrchovou teplotou a teplotou venkovního vzduchu a rozdílu mezi teplotou vnitřního vzduchu a teplotou venkovního vzduchu
- Základní požadavek:

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

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

- Základní vztahy:

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_{ai} - \theta_e}$$

Exteriér

Interiér

$\theta_e$

$\theta_{ai}$

$\theta_{si}$





# Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce



- **Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu  $f_{Rsi,cr}$  [-]** při kterém by vnitřní vzduch s návrhovou relativní vlhkostí dosáhl u vnitřního povrchu kritické vnitřní povrchové vlhkosti  $\varphi_{si,cr}$ :
  - kritická vnitřní povrchová vlhkost  **$\varphi_{si,cr} = 100 \%$  = riziko orosování, kondenzace**
  - kritická vnitřní povrchová vlhkost  **$\varphi_{si,cr} = 80 \%$  = riziko růstu plísní**



## BUDOVA

Průměrný součinitel  
prostupu tepla

Průvzdušnost



## MÍSTNOST

Větrání místnosti

Pokles výsledné teploty v  
místnosti v zimním období

Tepelná stabilita místnosti v  
letním období



## KONSTRUKCE

Součinitel prostupu tepla

Nejnižší vnitřní povrchová  
teplota konstrukce

**Pokles dotykové teploty  
podlahy**

Zkondenzovaná vodní pára  
uvnitř konstrukce

Roční bilance kondenzace  
a vypařování vodní páry

Konstrukční ochrana  
zabudovaného dřeva

Lineární a bodový činitel  
prostupu tepla

Průběh vlhkosti ve větrané  
vzduchové vrstvě

# ↓ Pokles dotykové teploty podlahy

- **Pokles dotykové teploty podlahy  $\Delta\theta_{10}$  [°C]** je kritérium hodnotící pocit člověka stojícího bosou nohou na podlaze. Teplota nohy 33 °C, teplota podlahy 17 °C, sleduje se pokles dotykové teploty za deset minut
- Základní požadavek:

$$\Delta\theta_{10} \leq \Delta\theta_{10,N}$$

- **Požadovaná hodnota poklesu dotykové teploty podlahy  $\Delta\theta_{10,N}$  [°C]** se stanoví na základě kategorie podlahy podle tabulky 7 v ČSN 73 0540-2

Kategorie podlahy	Pokles dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$ [°C]
I. Velmi teplé	do 3,8 včetně
II. Teplé	do 5,5 včetně
III. Méně teplé	do 6,9 včetně
IV. Studené	od 6,9

# ↓ Pokles dotykové teploty podlahy



- Kategorie podlahy se stanoví podle účelu budovy a místnosti podle tabulky 8 v ČSN 73 0540-2

**Tabulka 8 – Kategorie podlah – požadované a doporučené hodnoty**

Druh budovy	Účel místnosti	Kategorie podlahy	
		Požadovaná	Doporučená
Obytná budova	dětský pokoj, ložnice	I.	
	obývací pokoj, pracovna, předstíň sousedící s pokoji, kuchyň	II.	I.
	koupelna, WC	III.	II.
	předstíň před vstupem do bytu	IV.	III.
Občanská budova	učebna, kabinet	II.	
	tělocvična	II.	
	dětská místnost jeslí a školky	I.	
	operační sál, předstíň, ordinace, přípravná, vyšetřovna, služební místnost	II.	
	chodba a předstíň nemocnice	III.	II.
	pokoj dospělých nemocných	II.	I.
	pokoj nemocných dětí	I.	
	pokoj intenzivní péče	II.	I.

## BUDOVA

Průměrný součinitel  
prostupu tepla

Průvzdušnost



## MÍSTNOST

Větrání místnosti

Pokles výsledné teploty v  
místnosti v zimním období

Tepelná stabilita místnosti v  
letním období



## KONSTRUKCE

Součinitel prostupu tepla

Nejnižší vnitřní povrchová  
teplota konstrukce

Pokles dotykové teploty  
podlahy

**Zkondenzovaná vodní  
pára uvnitř konstrukce**

Roční bilance kondenzace  
a vypařování vodní páry

Konstrukční ochrana  
zabudovaného dřeva

Lineární a bodový činitel  
prostupu tepla

Průběh vlhkosti ve větrané  
vzduchové vrstvě

- Požadavek normy je prevencí proti nadměrné kondenzaci uvnitř konstrukce a následným vlhkostním problémům
- Základní požadavek:
  - Pro stavební konstrukci, u které by zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce mohla ohrozit její požadovanou funkci

$$M_c = 0$$

- Pro stavební konstrukci, u které kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce neohrozí její požadovanou funkci

$$M_c \leq M_{c,N}$$

## Maximální množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce $M_{c,N}$ [kg/(m<sup>2</sup>·a)]

Pro jednoplášňovou střechu, konstrukci se zabudovanými dřevěnými prvky, konstrukci s vnějším tepelněizolačním systémem nebo vnějším obkladem, popř. jinou obvodovou konstrukci s difúzně málo propustnými vnějšími povrchovými vrstvami, je nižší z hodnot:

$$\underline{M_{c,N} = 0,10 \text{ kg/(m}^2\cdot\text{a)}} \quad (22)$$

nebo 3 % plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci vodní páry, je-li jeho objemová hmotnost vyšší než 100 kg/m<sup>3</sup>; pro materiál s objemovou hmotností  $\rho \leq 100 \text{ kg/m}^3$  se použije 6 % jeho plošné hmotnosti;

pro ostatní stavební konstrukce je nižší z hodnot:

$$\underline{M_{c,N} = 0,50 \text{ kg/(m}^2\cdot\text{a)}} \quad (23)$$

nebo 5 % plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci vodní páry, je-li jeho objemová hmotnost vyšší než 100 kg/m<sup>3</sup>; pro materiál s objemovou hmotností  $\rho \leq 100 \text{ kg/m}^3$  se použije 10 % jeho plošné hmotnosti.

Pro stavební konstrukce podle 6.1.2 zároveň platí požadavek podle 6.2.





## BUDOVA

Průměrný součinitel  
prostupu tepla

Průvzdušnost



## MÍSTNOST

Větrání místnosti

Pokles výsledné teploty v  
místnosti v zimním období

Tepelná stabilita místnosti v  
letním období



## KONSTRUKCE

Součinitel prostupu tepla

Nejnižší vnitřní povrchová  
teplota konstrukce

Pokles dotykové teploty  
podlahy

Zkondenzovaná vodní pára  
uvnitř konstrukce

**Roční bilance kondenzace  
a vypařování vodní páry**

Konstrukční ochrana  
zabudovaného dřeva

Lineární a bodový činitel  
prostupu tepla

Průběh vlhkosti ve větrané  
vzduchové vrstvě

- Požadavek normy je prevencí proti hromadění zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce a následným vlhkostním problémům
- Základní požadavek:
  - Ve stavební konstrukci s připuštěnou omezenou kondenzací voní páry uvnitř konstrukce nesmí v roční bilanci kondenzace a vypařování vodní páry zbýt žádné zkondenzované množství vodní páry, které by trvale zvyšovalo vlhkost konstrukce

$$M_c < M_{ev}$$

## BUDOVA

Průměrný součinitel  
prostupu tepla

Průvzdušnost



## MÍSTNOST

Větrání místnosti

Pokles výsledné teploty v  
místnosti v zimním období

Tepelná stabilita místnosti v  
letním období



## KONSTRUKCE

Součinitel prostupu tepla

Nejnižší vnitřní povrchová  
teplota konstrukce

Pokles dotykové teploty  
podlahy

Zkondenzovaná vodní pára  
uvnitř konstrukce

Roční bilance kondenzace  
a vypařování vodní páry

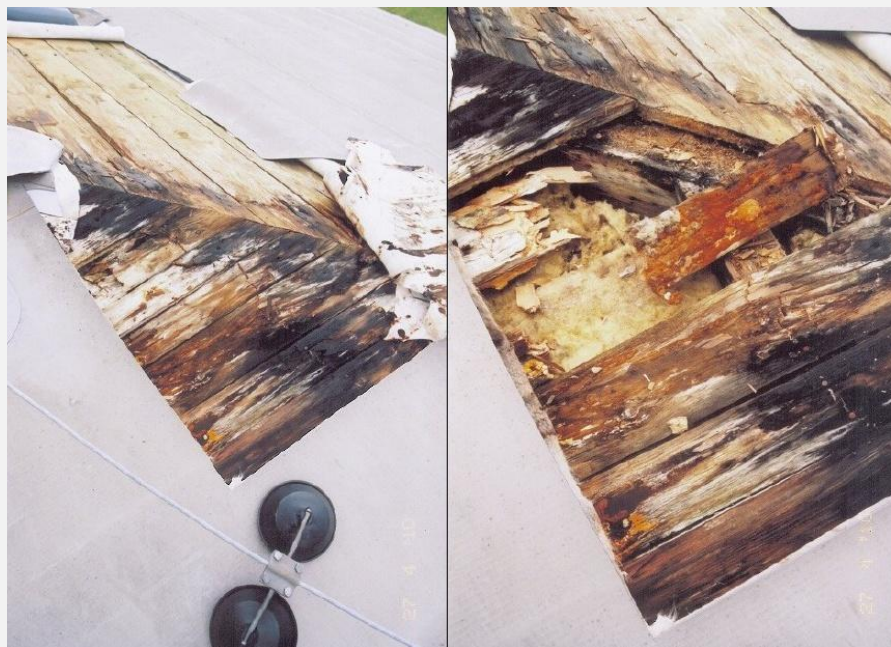
**Konstrukční ochrana  
zabudovaného dřeva**

Lineární a bodový činitel  
prostupu tepla

Průběh vlhkosti ve větrané  
vzduchové vrstvě



- Požadavek normy je prevencí proti degradaci dřeva vlivem biologického napadení
- Základní požadavek:
  - Při zabudování dřeva a/nebo materiálů na bázi dřeva do stavebních konstrukcí je nutné dodržet jeho dovolenou vlhkost. Překročí-li za normových podmínek užívání rovnovážná hmotnostní vlhkost dřeva nebo materiálu na bázi dřeva **18 %**, je požadované funkce konstrukce ohrožena.



## Požadavky uvedené v ČSN 73 0540-2

### Šíření tepla konstrukcí budovy

- Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce
- Součinitel prostupu tepla
- Průměrný součinitel prostupu tepla
- Lineární a bodový činitel prostupu tepla
- Pokles dotykové teploty podlahy

### Tepelná stabilita místností

- Pokles výsledné teploty v místnosti v zimním období
- Tepelná stabilita místnosti v letním období

### Šíření vlhkosti konstrukcí

- Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce
- Roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce
- Konstrukční ochrana zabudovaného dřeva
- Průběh vlhkosti ve větrané vzduchové vrstvě

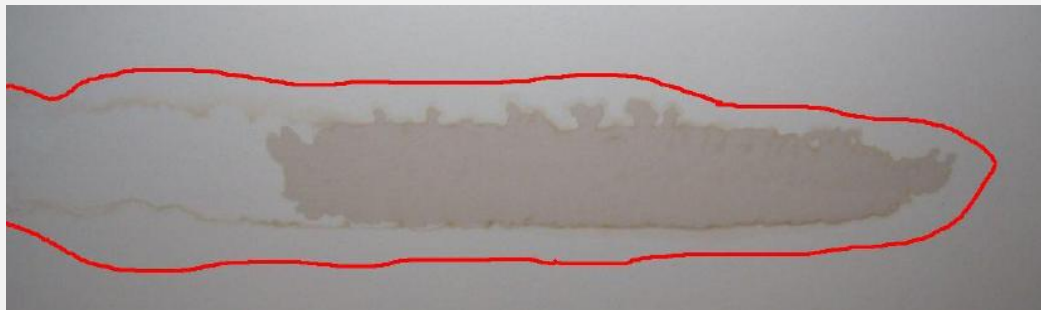
### Šíření vzduchu konstrukcí a budovou

- Průvzdušnost
- Větrání místnosti

## Požadavky nad rámec ČSN 73 0540-2

- Vlhkostní chování konstrukce nad podhledem
- Riziko kondenzace na vnitřním povrchu vrstvy

- Není závazný požadavek ČSN 73 0540-2
- Cílem je vyloučení rizika skapávání kondenzace do konstrukce podhledu (tvorba vlhkostních map) a vyloučení rizika růstu plísní na konstrukci nad podhledem.
- Základní požadavek:
  - Při extrémních návrhových podmínkách vyloučení kondenzace nad podhledem
  - Při průměrných okrajových podmínkách maximální relativní vlhkost vzduchu nad podhledem 80 %



## Požadavky uvedené v ČSN 73 0540-2

### Šíření tepla konstrukcí budovy

- Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce
- Součinitel prostupu tepla
- Průměrný součinitel prostupu tepla
- Lineární a bodový činitel prostupu tepla
- Pokles dotykové teploty podlahy

### Tepelná stabilita místností

- Pokles výsledné teploty v místnosti v zimním období
- Tepelná stabilita místnosti v letním období

### Šíření vlhkosti konstrukcí

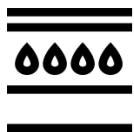
- Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce
- Roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce
- Konstrukční ochrana zabudovaného dřeva
- Průběh vlhkosti ve větrané vzduchové vrstvě

### Šíření vzduchu konstrukcí a budovou

- Průvzdušnost
- Větrání místnosti

## Požadavky nad rámec ČSN 73 0540-2

- Vlhkostní chování konstrukce nad podhledem
- **Riziko kondenzace na vnitřním povrchu vrstvy**



- Není závazný požadavek ČSN 73 0540-2
- Využití při posuzování uzavírané dvouplášťové střechy se silikátových horním pláštěm.
- Cílem je ochrana ocelových prvků konstrukce (výztuž, kotevní prvky) před korozí.
- Základní požadavek:
  - Při průměrných okrajových nesmí docházet ke kondenzaci vodní páry na vnitřním povrchu vrstvy
  - Při extrémních okrajových podmínkách nesmí docházet k nadměrné kondenzaci vodní páry na vnitřním povrchu vrstvy



Tepelná technika 1D

# OKRAJOVÉ PODMÍNKY

# Okrajové podmínky



	VNITŘNÍ	VENKOVNÍ
EXTRÉMNÍ	<p>Návrhová vnitřní teplota</p> <p>Návrhová teplota vnitřního vzduchu</p> <p>Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu</p>	<p>Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období</p> <p>Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu</p>
PRŮMĚRNÉ	<p>Návrhová průměrná měsíční teplota vnitřního vzduchu</p> <p>Návrhová průměrná měsíční relativní vlhkost vnitřního vzduchu</p>	<p>Návrhová průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu</p> <p>Návrhová průměrná měsíční relativní vlhkost venkovního vzduchu</p>

# Návrhová vnitřní teplota

## Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu



	VNITŘNÍ	VENKOVNÍ
EXTRÉMNÍ	<p>Návrhová vnitřní teplota</p> <p>Návrhová teplota vnitřního vzduchu</p> <p>Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu</p>	<p>Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období</p> <p>Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu</p>
PRŮMĚRNÉ	<p>Návrhová průměrná měsíční teplota vnitřního vzduchu</p> <p>Návrhová průměrná měsíční relativní vlhkost vnitřního vzduchu</p>	<p>Návrhová průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu</p> <p>Návrhová průměrná měsíční relativní vlhkost venkovního vzduchu</p>

Návrhová vnitřní teplota a návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu jsou stanoveny v tabulce I.1 v ČSN 73 0540-2

Druh místnosti s požadovaným stavem vnitřního prostředí	Návrhová vnitřní teplota v zimním období $\theta_i$ °C	Relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi^{1)}$ %
1	2	3
1 Obytné budovy		
1.1 Trvale užívané		
Obývací místnosti (obývací pokoje, ložnice, jídelny, jídelny s kuchyňským koutem, pracovny, dětské pokoje, aj.)	20	50
Kuchyně	20	50
Koupelny	24	$\varphi^{2)}$
Klozety	20	50
Vytápěné vedlejší místnosti (předsíně, chodby, aj.)	15	50
Vytápěná schodiště	10	50

# Návrhová teplota vnitřního vzduchu



	VNITŘNÍ	VENKOVNÍ
EXTRÉMNÍ	<p>Návrhová vnitřní teplota</p> <p>Návrhová teplota vnitřního vzduchu</p> <p>Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu</p>	<p>Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období</p> <p>Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu</p>
PRŮMĚRNÉ	<p>Návrhová průměrná měsíční teplota vnitřního vzduchu</p> <p>Návrhová průměrná měsíční relativní vlhkost vnitřního vzduchu</p>	<p>Návrhová průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu</p> <p>Návrhová průměrná měsíční relativní vlhkost venkovního vzduchu</p>

- Návrhová teplota vnitřního vzduchu v sobě oproti návrhové vnitřní teplotě zahrnuje přírážku pro vyrovnání rozdílu mezi teplotou vnitřního vzduchu a průměrnou teplotou okolních ploch

$$\theta_{ai,u} = \theta_i + \Delta\theta_{ai}$$

- Přírážka se určuje podle tabulky I.2 v ČSN 73 0540-3

Budovy bytové a občanské s původními nesanovanými konstrukcemi, s původní úrovní tepelné ochrany			
Období realizace Druh budovy	Přírážka $\Delta\theta_a$ K		
	Vytápění radiátory ústředního topení	Vytápění sálavým plošným nizkoteplotním zdrojem	Vytápění konvekčním zdrojem (konvektory)
- do roku 1975 včetně	2,0	1,0	3,0
- od 1975 do 1995 včetně	1,0	0,5	1,5
- po roce 1995	0,6	0,3	0,9
Nízkoenergetické budovy	Lze uvažovat $\theta_{ai} \approx \theta_v \approx \theta_i$ , tedy $\Delta\theta_{ai} \approx 0$ K.		

# Návrhová průměrná měsíční relativní vlhkost vnitřního vzduchu



	VNITŘNÍ	VENKOVNÍ
EXTRÉMNÍ	<p>Návrhová vnitřní teplota</p> <p>Návrhová teplota vnitřního vzduchu</p> <p>Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu</p>	<p>Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období</p> <p>Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu</p>
PRŮMĚRNÉ	<p>Návrhová průměrná měsíční teplota vnitřního vzduchu</p> <p>Návrhová průměrná měsíční relativní vlhkost vnitřního vzduchu</p>	<p>Návrhová průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu</p> <p>Návrhová průměrná měsíční relativní vlhkost venkovního vzduchu</p>

# Návrhová průměrná měsíční relativní vlhkost vnitřního vzduchu



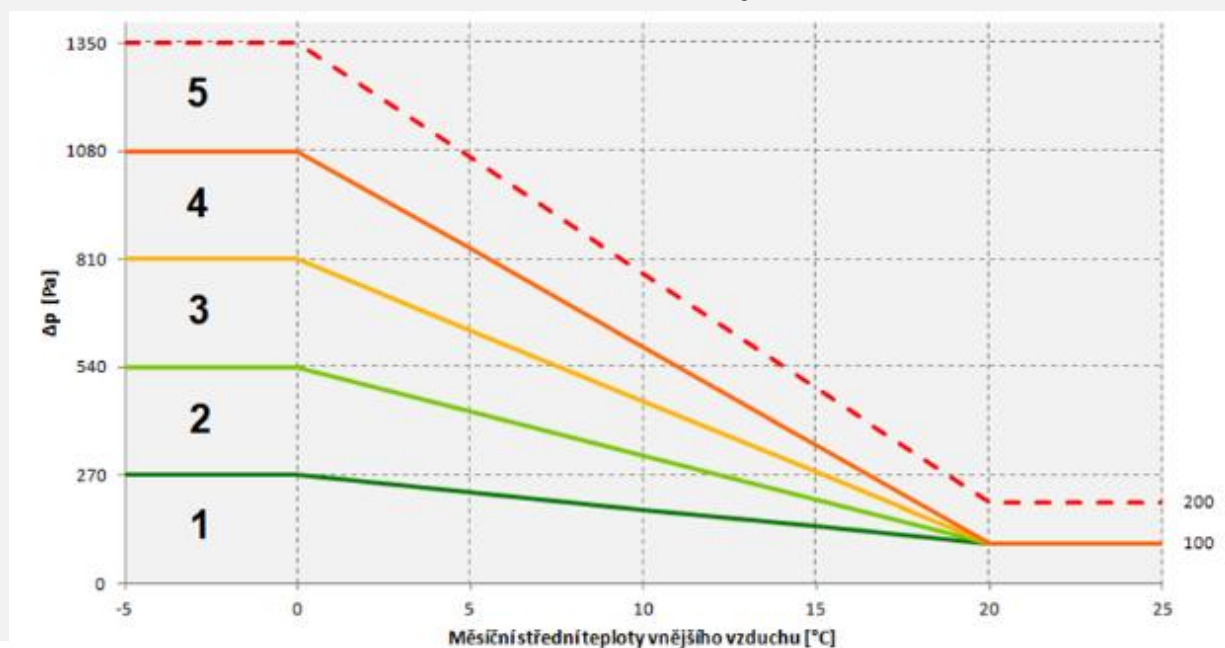
Existuje více způsobů jak ji stanovit:

1. Vlhkostní třídou dle přílohy A.2 v ČSN EN ISO 13788
2. Konkrétními hodnotami u prostor s udržovaným stavem vnitřního prostředí
3. Pomocí známé produkce vodní páry v interiéru
4. Postupem dle přílohy A.1 v ČSN EN ISO 13788



## 1. Vlhkostní třídou pro budovy dle přílohy A.2 v ČSN EN ISO 13788

- Podmínky vnitřního prostředí v jednotlivých měsících (vlhkostní) jsou stanoveny pomocí přírážky k venkovnímu částečnému tlaku vodní páry na základě měsíční střední teploty vnějšího vzduchu a zvolené vlhkostní třídy s využitím následujícího diagramu. Teplotní podmínky lze zadat dle skutečného provozu budovy.



- ČSN EN ISO 13788 udává orientační tabulku pro výběr vlhkostních tříd.

Vlhkostní třída	Budova
1	Opuštěné budovy, sklady suchého zboží
2	Kanceláře, domácnosti s běžným obsazením osobami a větráním
3	Budovy s neznámým obsazením osobami
4	Sportovní haly, kuchyně, jídelny
5	Speciální budovy, např. prádelny, pivovary, plavecké bazény

- ČSN 73 0540-3 v čl. 8.4.1 uvádí, že prostory bez zvláštních požadavků na stav vnitřního prostředí, bez zvláštních vnitřních zdrojů vlhkosti, s relativní vlhkostí vzduchu  $\varphi_i \leq 60\%$ , které jsou přirozeně větrané, by měly být posouzeny pro **4. vlhkostní třídu**.

## 2. Konkrétními hodnotami u prostor s udržovaným stavem vnitřního prostředí

- Podmínky vnitřního prostředí v jednotlivých měsících je možné zadat dle skutečných hodnot, případně dle projektové dokumentace.

## 3. Známou produkcí vodní páry v interiéru.

- Podmínky vnitřního prostředí v jednotlivých měsících (vlhkostní) jsou stanoveny pomocí přirážky k venkovnímu částečnému tlaku vodní páry na základě známé produkce vodní páry, objemu a násobnosti výměny vzduchu v interiéru. Výsledná přirážka  $\Delta p$  se stanoví pomocí následujícího vzorce.

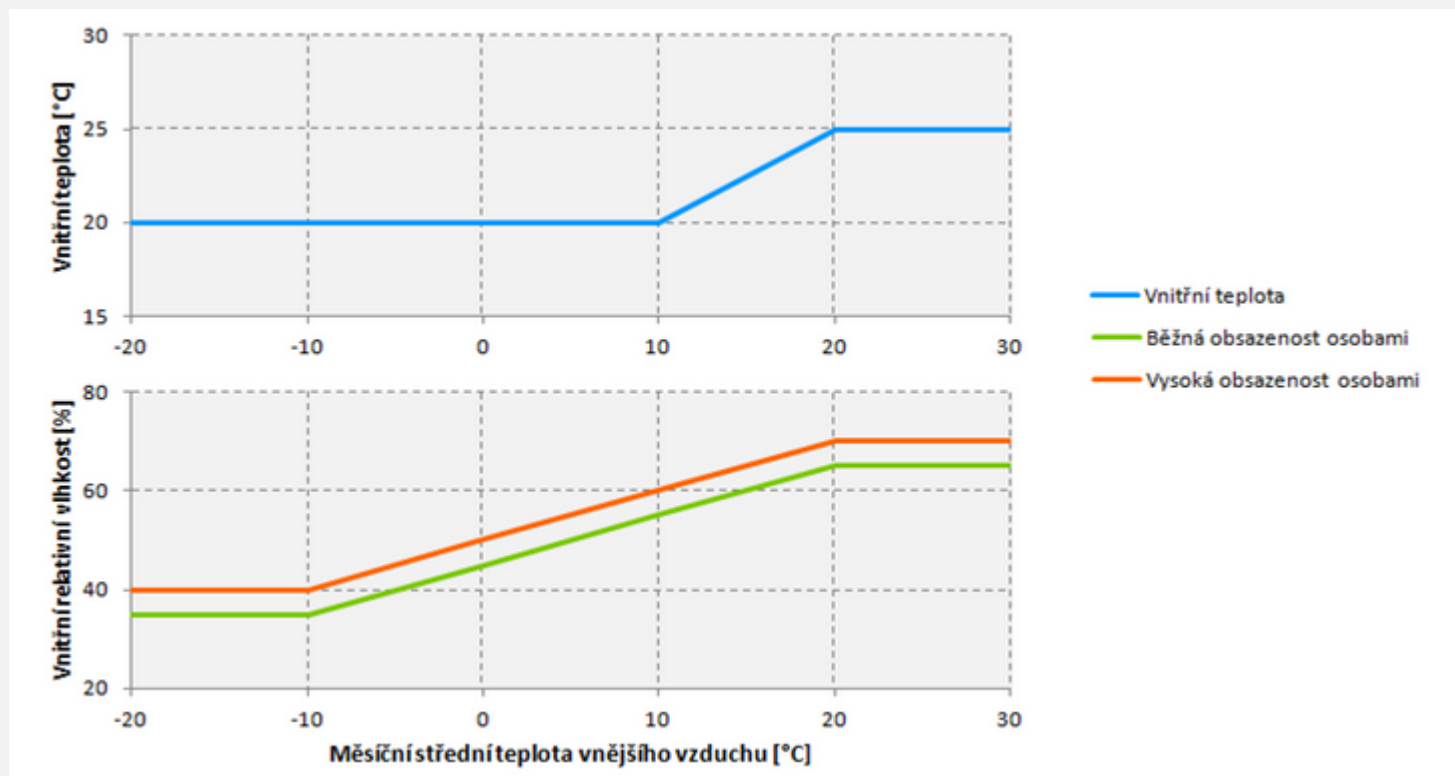
$$\Delta p = \Delta v \cdot R_v \cdot \frac{T_i + T_e}{2}$$

# Návrhová průměrná měsíční relativní vlhkost vnitřního vzduchu



## 4. Postupem dle přílohy A.1 v ČSN EN ISO 13788.

- Podmínky vnitřního prostředí v jednotlivých měsících (teplotní i vlhkostní) jsou stanoveny na základě měsíční střední teploty vnějšího vzduchu s využitím následujícího diagramu.

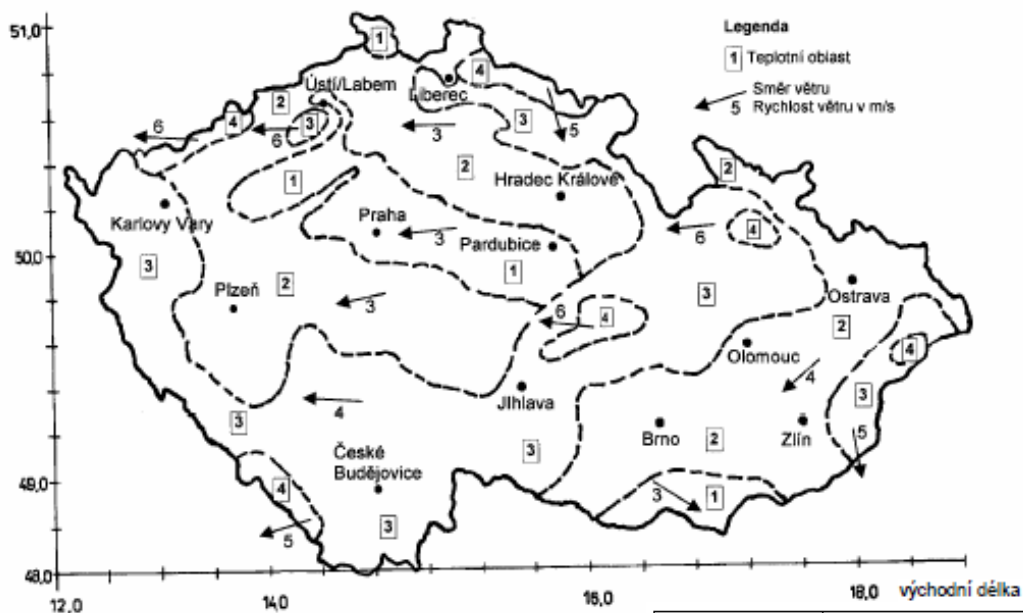


# Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období

	VNITŘNÍ	VENKOVNÍ
EXTRÉMNÍ	<p>Návrhová vnitřní teplota</p> <p>Návrhová teplota vnitřního vzduchu</p> <p>Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu</p>	<p>Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období</p> <p>Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu</p>
PRŮMĚRNÉ	<p>Návrhová průměrná měsíční teplota vnitřního vzduchu</p> <p>Návrhová průměrná měsíční relativní vlhkost vnitřního vzduchu</p>	<p>Návrhová průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu</p> <p>Návrhová průměrná měsíční relativní vlhkost venkovního vzduchu</p>

# Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období

- Stanovuje se v závislosti na nadmořské výšce a teplotní oblasti dle ČSN 73 0504-3



$$\theta_e = \theta_{e,100} + \Delta\theta_{e,0} \cdot \frac{\Delta h}{100}$$

Teplotní oblast	Průměrná nadmořská výška v teplotní oblasti $h_m$ m n.m.	Základní návrhová teplota venkovního vzduchu pro 100 m n.m. $\theta_{e,100}$ °C	Základní teplotní gradient nad 100 m n.m. $\Delta\theta_{e,0}$ K
1	240	- 12	- 0,5
2	320	- 14	- 0,3
3	540	- 16	- 0,2
4	820	- 18	- 0,2

# Návrhová průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu



## VNITŘNÍ

## VENKOVNÍ

### EXTRÉMNÍ

Návrhová vnitřní teplota

Návrhová teplota vnitřního vzduchu

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu

Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu

### PRŮMĚRNÉ

Návrhová průměrná měsíční teplota vnitřního vzduchu

Návrhová průměrná měsíční relativní vlhkost vnitřního vzduchu

Návrhová průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu

Návrhová průměrná měsíční relativní vlhkost venkovního vzduchu

# Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období



- Stanovuje se v závislosti na nadmořské výšce dle tabulky H.3 v ČSN 73 0504-3
- Mezilehlé hodnoty lze interpolovat

Tabulka H.3 – Návrhové průměrné měsíční teploty venkovního vzduchu  $\theta_{e,mm}$  v ročním průběhu

Nadmořská výška místa budovy h [m n.m.]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Průměrná celoroční teplota °C
	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	
200	-1,7	0,1	4,2	9,3	14,3	17,5	19,0	18,6	14,5	9,5	4,1	0,1	9,1
300	-2,2	-0,4	3,6	9,1	13,4	17,0	18,0	17,9	13,8	8,9	3,5	-0,2	8,5
400	-2,5	-0,8	3,0	8,6	13,0	15,9	17,6	17,5	13,1	8,3	3,0	-0,5	8,0
500	-2,8	-1,3	2,6	7,2	12,7	15,1	17,4	17,1	12,5	8,0	2,3	-0,9	7,5
600	-3,3	-1,8	1,8	6,5	11,5	14,7	16,2	15,6	12,2	7,4	2,1	-1,4	6,8
700	-3,7	-2,3	1,2	5,8	10,8	14,0	15,5	15,0	11,7	7,0	1,6	-2,0	6,2
800	-3,9	-2,7	0,6	4,9	10,0	13,2	14,8	14,3	11	6,5	1,2	-2,4	5,6
900	-4,3	-3,2	-0,1	4,2	9,2	12,5	14,0	13,6	10,4	6,0	0,7	-2,9	5,0
1 000	-4,7	-3,8	-0,8	3,3	8,4	11,7	13,2	12,8	9,6	5,4	0,2	-3,4	4,3
1 100	-5,3	-4,4	-1,5	2,5	7,7	11,0	12,5	12,0	8,9	4,8	-0,4	-4,0	3,7
1 200	-5,9	-5,1	-2,2	1,7	6,9	10,3	11,7	11,3	8,2	4,2	-1,1	-4,6	3,0



# Relativní vlhkost venkovního vzduchu



## VNITŘNÍ

## VENKOVNÍ

### EXTRÉMNÍ

Návrhová vnitřní teplota

Návrhová teplota vnitřního vzduchu

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu

Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu

### PRŮMĚRNÉ

Návrhová průměrná měsíční teplota vnitřního vzduchu

Návrhová průměrná měsíční relativní vlhkost vnitřního vzduchu

Návrhová průměrná měsíční teplota venkovního vzduchu

Návrhová průměrná měsíční relativní vlhkost venkovního vzduchu

- Stanovuje se na základě venkovní teploty dle následujícího vzorce:

$$\varphi_e = \frac{93 \cdot \theta - 3153,5}{\theta - 39,17}$$












Tepelná technika 1D

# POSUZOVÁNÍ POŽADAVKŮ NA STAVEBNÍ KONSTRUKCE

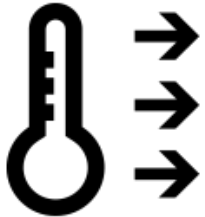
- Výběr výpočtů, které chcete pro konkrétní skladbu provést probíhá na záložce doplňující informace

Skladba   Okrajové podmínky   **Doplňující informace**

Zvolte, jaké výpočty a posouzení mají být pro skladbu provedeny:

<input type="checkbox"/> Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 a ČSN EN ISO 6946	
<input type="checkbox"/> Kondenzace vodní páry v konstrukci dle ČSN 73 0540-4	
<input type="checkbox"/> Kondenzace vodní páry v konstrukci dle ČSN EN ISO 13788	
<input type="checkbox"/> Vyhodnocení rizika ohrožení dřevěných prvků v konstrukci	
<input type="checkbox"/> Vyhodnocení vlhkostního chování konstrukce nad podhledem	
<input type="checkbox"/> Vyhodnocení rizika kondenzace na vnitřním povrchu vrstvy	
<input type="checkbox"/> Teplotní faktor vnitřního povrchu dle ČSN 73 0540-4	
<input type="checkbox"/> Teplotní faktor vnitřního povrchu dle ČSN EN ISO 13788	
<input type="checkbox"/> Vysychání zabudované vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788 (připravujeme spuštění v následujících verzích)	
<input type="checkbox"/> Pokles dotykové teploty dle ČSN 73 0540-4	
<input type="checkbox"/> Dynamické parametry konstrukcí dle ČSN EN ISO 13786	

# Součinitel prostupu



- Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 a ČSN EN ISO 6946
- Pro všechny typy konstrukcí a výplně

Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 a ČSN EN ISO 6946



*Součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 a ČSN EN ISO 6946:*



Korekce součinitele prostupu tepla:	$\Delta U$	0,000	W/(m <sup>2</sup> .K)
Odpor při přestupu tepla:	$R_T$	0,754	m <sup>2</sup> .K/W
<b>Součinitel prostupu tepla:</b>	<b>U</b>	<b>1,33</b>	<b>W/(m<sup>2</sup>.K)</b>
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla:	$U_N$	0,30	W/(m <sup>2</sup> .K)
Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla:	$U_{rec}$	0,25	W/(m <sup>2</sup> .K)

**Hodnocení:**

Konstrukce STN-1: 1 nesplňuje požadavky ČSN 73 0540-2:2011 na součinitel prostupu tepla.



- Kondenzace vodní páry v konstrukci dle ČSN 73 0540-4
- Posuzuje zkondenzované množství vodní páry uvnitř konstrukce a roční bilanci kondenzace a vypařování vodní páry
- Nutné provést pro stavební konstrukce, u kterých by zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce mohla ohrozit její požadovanou funkci

$$M_c = 0$$

- Pro ostatní konstrukce není vyžadován



## Kondenzace vodní páry v konstrukci dle ČSN 73 0540-4



- Pro stavební konstrukci, u které by zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce mohla ohrozit její požadovanou funkci.  
(tento požadavek je potřeba posoudit postupem dle ČSN 73 0540-4. Postup dle ČSN EN ISO 13788 nelze použít)
- Pro jednoplášťovou střechu, konstrukci se zabudovanými dřevěnými prvky, konstrukci s vnějším tepelněizolačním systémem nebo vnějším obkladem, popř. jinou obvodovou konstrukci s difuzně málo propustnými vnějšími vrstvami.  
(tento požadavek se standardně posuzuje postupem dle ČSN EN ISO 13788. Postup dle ČSN 73 0540-4 lze rovněž použít, s požadavky se poté srovnává nepříznivější výsledek z obou výpočtů. Pro konstrukce přilehlé k zemině není potřeba kondenzaci vodní páry posuzovat)
- Pro ostatní stavební konstrukce.  
(tento požadavek se standardně posuzuje postupem dle ČSN EN ISO 13788. Postup dle ČSN 73 0540-4 lze rovněž použít, s požadavky se poté srovnává nepříznivější výsledek z obou výpočtů. Pro konstrukce přilehlé k zemině není potřeba kondenzaci vodní páry posuzovat)
- Neprovádět vyhodnocení

# Kondenzace vodní páry



## Šíření vodní páry v konstrukci dle ČSN 73 0540-4:

Podmínky na rozhraních mezi materiály:

Rozhraní	Teplota	Částečný tlak vodní páry	Nasycený částečný tlak vodní páry	Rel.vlhkost vzduchu
-	[°C]	[Pa]	[Pa]	[-]
i - 1	6,5	969	969	100%
1 - 2	5,7	877	917	96%
2 - 3	-11,0	184	236	78%
3 - e	-11,7	166	222	75%

Kondenzační zóny:

Číslo zóny	Od	Do	Mn. zkond. vodní páry
[-]	[m]	[m]	[kg/(m <sup>2</sup> .s)]
1	0,152	0,299	9.15e-9
Povrchová kondenzace	-	-	6.96e-6

Požadované maximální roční množství zkondenzované vodní páry:

$M_{c,N}$	0,500	kg/(m <sup>2</sup> .a)
-----------	-------	------------------------

Roční množství zkondenzované vodní páry:

$M_c$	5,234	kg/(m <sup>2</sup> .a)
-------	-------	------------------------

Roční množství vypařitelné vodní páry:

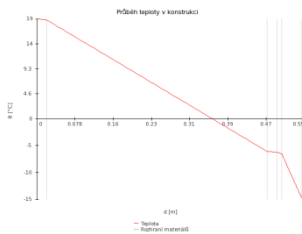
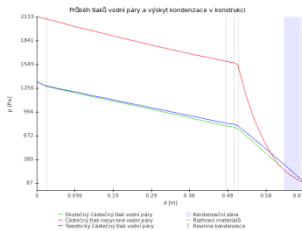
$M_{ev}$	2,324	kg/(m <sup>2</sup> .a)
----------	-------	------------------------

Roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry:

pasivní
---------

**Hodnocení:** V konstrukci dochází ke hromadění zkondenzované vodní páry

Pozn.: Výpočet byl proveden bez vlivu sluneční radiace a zabudované vlhkosti.







- Kondenzace vodní páry v konstrukci dle ČSN EN ISO 13788
- Posuzuje zkondenzované množství vodní páry uvnitř konstrukce a roční bilanci kondenzace a vypařování vodní páry
- Nutné provést pro všechny běžné stavební konstrukce s výjimkou konstrukcí přilehlých k zemině a požadavku na  $M_c = 0$

# Kondenzace vodní páry

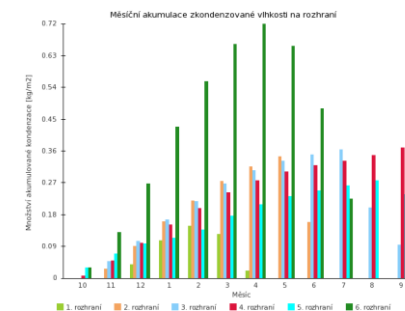
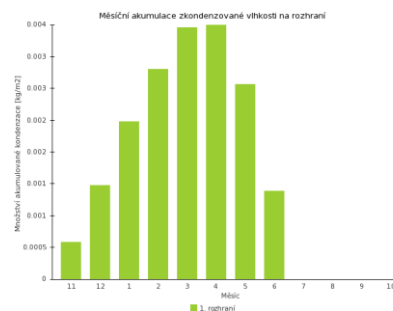
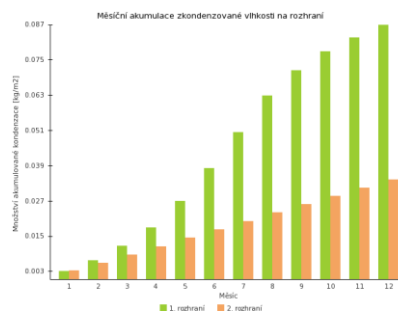


## Kondenzace vodní páry v konstrukci dle ČSN EN ISO 13788



- Pro stavební konstrukci, u které by zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce mohla ohrozit její požadovanou funkci.  
(tento požadavek je potřeba posoudit postupem dle ČSN 73 0540-4. Postup dle ČSN EN ISO 13788 nelze použít)
- Pro jednoplášťovou střechu, konstrukci se zabudovanými dřevěnými prvky, konstrukci s vnějším tepelněizolačním systémem nebo vnějším obkladem, popř. jinou obvodovou konstrukci s difuzně málo propustnými vnějšími vrstvami.  
(tento požadavek se standardně posuzuje postupem dle ČSN EN ISO 13788. Postup dle ČSN 73 0540-4 lze rovněž použít, s požadavky se poté srovnává nepříznivější výsledek z obou výpočtů. Pro konstrukce přilehlé k zemině není potřeba kondenzaci vodní páry posuzovat)
- Pro ostatní stavební konstrukce.  
(tento požadavek se standardně posuzuje postupem dle ČSN EN ISO 13788. Postup dle ČSN 73 0540-4 lze rovněž použít, s požadavky se poté srovnává nepříznivější výsledek z obou výpočtů. Pro konstrukce přilehlé k zemině není potřeba kondenzaci vodní páry posuzovat)
- Neprovádět vyhodnocení

# Kondenzace vodní páry



## Šíření vodní páry v konstrukci dle ČSN EN ISO 13788:



Měsíc	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8		
1. rozhraní	Vzdálenost od vnitřního povrchu											x	0,3726	m
$g_c$	[kg/m <sup>2</sup> ]	0,126	0,252	0,339	0,400	0,424	0,363	0,349	0,240	0,136	0,034	-0,019	-0,016	
$M_a$	[kg/m <sup>2</sup> ]	0,126	0,378	0,717	1,117	1,542	1,905	2,254	2,494	2,630	2,663	2,644	2,628	
Povrchová kondenzace														
$M_a$	[kg/m <sup>2</sup> ]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Celkem														
$M_a$	[kg/m <sup>2</sup> ]	0,126	0,378	0,717	1,117	1,542	1,905	2,254	2,494	2,630	2,663	2,644	2,628	
Maximální roční množství zkondenzované vodní páry v konstrukci										$M_{c,N}$	0,100	kg/(m <sup>2</sup> .a)		
Maximální množství kondenzátu v konstrukci										$M_c$	2,663	kg/(m <sup>2</sup> .a)		
Roční bilance zkondenzované a vypařitelné vodní páry:										pasivní				
<b>Hodnocení:</b>	Konstrukce v hodnocení neuspěla, v konstrukci dochází ke kondenzaci vodní páry, která se ani v příznivějších měsících nevypaří.													



- Vyhodnocení konstrukční ochrany zabudovaného dřeva
- Posuzuje se výskyt kondenzace při extrémních okrajových podmínkách a rovnovážná hmotnostní vlhkost dřeva při průměrných okrajových podmínkách
- Nutné provést pro všechny zabudované materiály ze dřeva nebo materiály na bázi dřeva

Vyhodnocení rizika ohrožení dřevěných prvků v konstrukci

Vrstva obsahující dřevěné prvky



+ Přidat vrstvu

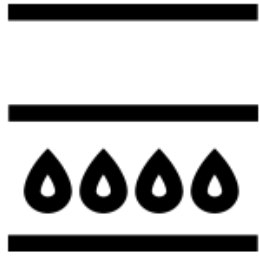


# Riziko ohrožení dřevěných prvků



Vyhodnocení rizika ohrožení dřevěných prvků v konstrukci:			
Vrstva s materiálem na bázi dřeva	3	Výrobky z minerální vlny (MW) (100)	
Hodnocení při extrémních návrhových podmínkách:			
V místech s materiálem na bázi dřeva dochází ke kondenzaci	NE		
Hodnocení při průměrných návrhových podmínkách:			
Maximální vlhkost vzduchu v místě materiálu na bázi dřeva	$\varphi_s$	83	%
Teplota v místě maximální vlhkosti	$\theta$	18,6	°C
Kritická relativní vlhkost vzduchu	$\varphi_{cr}$	85	%
Hmotnostní vlhkost dřeva nebo materiálu na bázi dřeva přesáhne 18%	NE		
<b>Hodnocení:</b>	V místech s materiálem na bázi dřeva nedochází v návrhových okrajových podmínkách ke kondenzaci vodní páry. Hmotnostní vlhkost dřeva nebo materiálu na bázi dřeva nepřekročí 18%.		
Vrstva s materiálem na bázi dřeva	4	Výrobky z minerální vlny (MW) (100)	
Hodnocení při extrémních návrhových podmínkách:			
V místech s materiálem na bázi dřeva dochází ke kondenzaci	ANO		
Množství zkondenzované vodní páry ve dřevě	$M_{c,dr}$	1,88e-7	kg/(m <sup>2</sup> .s)
Hodnocení při průměrných návrhových podmínkách:			
Maximální vlhkost vzduchu v místě materiálu na bázi dřeva	$\varphi_s$	100	%
Teplota v místě maximální vlhkosti	$\theta$	15,4	°C
Kritická relativní vlhkost vzduchu	$\varphi_{cr}$	85	%
Hmotnostní vlhkost dřeva nebo materiálu na bázi dřeva přesáhne 18%	ANO		
<b>Hodnocení:</b>	V místech s materiálem na bázi dřeva dochází v návrhových okrajových podmínkách ke kondenzaci vodní páry. Hmotnostní vlhkost dřeva nebo materiálu na bázi dřeva překročí 18%.		

# Vlhkostní chování konstrukce nad podhledem



- Vyhodnocení vlhkostního chování konstrukce nad podhledem
- Posuzuje se výskyt kondenzace při extrémních okrajových podmínkách a riziko růstu plísní při průměrných okrajových podmínkách
- Není závazným požadavkem ČSN 73 0540-2
- Doporučujeme posoudit pro všechny konstrukce s podhledem

Vyhodnocení vlhkostního chování konstrukce nad podhledem



Posuzovaná vrstva konstrukce nad podhledem (ve výpočtu bude posouzen vnitřní povrch této vrstvy)

+ Přidat vrstvu

# Riziko kondenzace na vnitřním povrchu vrstvy



<i>Vyhodnocení konstrukce nad podhledem:</i>				
Hodnocené rozhraní	4 - 5			
Hodnocení při extrémních návrhových podmínkách:				
Nad konstrukcí podhledu dochází ke kondenzaci vodní páry	NE			
Hodnocení při průměrných návrhových podmínkách:				
Relativní vlhkost vzduchu na spodním líci konstrukce nad podhledem	$\psi_a$	86	%	
Maximální relativní vlhkost vzduchu pro zabránění růstu plísní	$\psi_{cr}$	80	%	
Nad konstrukcí podhledu hrozí riziko růstu plísní	ANO			
<b>Hodnocení:</b>	V konstrukci nad podhledem nedochází při návrhových okrajových podmínkách ke kondenzaci vodní páry. Nad konstrukcí podhledu hrozí při průměrných návrhových podmínkách riziko růstu plísní.			

# Riziko kondenzace na vnitřním povrchu vrstvy



- Vyhodnocení rizika kondenzace na vnitřním povrchu vrstvy
- Posuzuje se výskyt kondenzace při extrémních a průměrných okrajových podmínkách
- Není závazným požadavkem ČSN 73 0540-2
- Doporučujeme posoudit v případě uzavírané větrané vzduchové vrstvy dvouplášťové střechy

Vyhodnocení rizika kondenzace na vnitřním povrchu vrstvy

Vrstva s rizikem kondenzace na povrchu

+ Přidat vrstvu




0000





# Riziko kondenzace na vnitřním povrchu vrstvy



Vyhodnocení rizika kondenzace na vnitřním povrchu vrstvy: 		
Hodnocená vrstva	2	Nevětraná vzduchová vrstva
Hodnocení při extrémních návrhových podmínkách:		
Na vnitřním povrchu konstrukce dochází ke kondenzaci vodní páry	NE	
Hodnocení při průměrných návrhových podmínkách:		
Na vnitřním povrchu konstrukce dochází ke kondenzaci vodní páry	NE	
<b>Hodnocení:</b>	Na vnitřním povrchu vrstvy nedochází ke kondenzaci vodní páry.	



ČSN

- Teplotní faktor vnitřního povrchu dle ČSN 73 0540-4
- Pro prostory do 60 % relativní vlhkosti je potřeba vyloučit riziko růstu plísní
- Pro prostory nad 60 % pokud nelze vyloučit riziko růstu plísní, je potřeba vyloučit riziko kondenzace. Zároveň je riziko růstu plísní potřeba vyloučit jiným způsobem.

## Teplotní faktor vnitřního povrchu dle ČSN 73 0540-4



### Požadavek na teplotní faktor stanovit pro kritickou relativní vlhkost $\varphi_{si,cr} = 80\%$ (riziko růstu plísní).


Pro prostory s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu  $\varphi_i \leq 60\%$  se jedná o závazný požadavek dle ČSN 73 0540-2.

### Požadavek na teplotní faktor stanovit pro kritickou relativní vlhkost $\varphi_{si,cr} = 100\%$ (riziko kondenzace).

Pouze pro prostory s návrhovou relativní vlhkostí vzduchu  $\varphi_i > 60\%$ , u kterých nelze vyloučit riziko růstu plísní pro  $\varphi_{si,cr} = 80\%$ . Zároveň musí být riziko růstu plísní vyloučeno jiným způsobem. V případě nesplnění požadavku musí být zajištěna bezchybná funkce konstrukce při povrchové kondenzaci a vyloučeno nepříznivé působení kondenzátu na navazující konstrukce (např. zajištěním odvodu kondenzátu). Pro prostory s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu  $\varphi_i \leq 60\%$  nelze tento postup použít.

# Teplotní faktor vnitřního povrchu



Teplotní faktor vnitřního povrchu (vnitřní povrchová teplota) dle ČSN 73 0540-4:				
Teplotní faktor vnitřního povrchu:	$f_{Rsi}$	0,963	-	
Požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu:	$f_{Rsi,N,80}$	0,751	-	
Povrchová teplota konstrukce:	$\theta_{si}$	19,4	°C	
Požadovaná minimální povrchová teplota konstrukce:	$\theta_{si,min,80}$	12,2	°C	
<b>Hodnocení:</b>	Konstrukce STR-27: 27 splňuje požadavek ČSN 73 0540-2:2011 na teplotní faktor vnitřního povrchu.			



EN  
ISO

- Teplotní faktor vnitřního povrchu dle EN ISO 13788
- Lze využít pro vyloučení rizika růstu plísní při průměrných okrajových podmínkách

## Teplotní faktor vnitřního povrchu dle ČSN EN ISO 13788



- **Požadavek na teplotní faktor stanovit pro kritickou relativní vlhkost  $\varphi_{si,cr} = 80\%$  (riziko růstu plísní).**

Tato volba slouží k vyhodnocení rizika růstu plísní při průměrných návrhových podmínkách.

- **Požadavek na teplotní faktor stanovit pro kritickou relativní vlhkost  $\varphi_{si,cr} = 100\%$  (riziko kondenzace).**

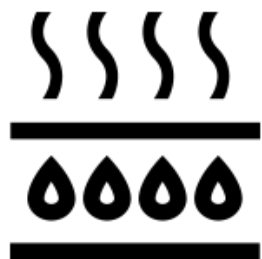
Pouze pro prostory s návrhovou relativní vlhkostí vzduchu  $\varphi_i > 60\%$ , u kterých nelze vyloučit riziko růstu plísní pro  $\varphi_{si,cr} = 80\%$ . Zároveň musí být riziko růstu plísní vyloučeno jiným způsobem. V případě nesplnění požadavku musí být zajištěna bezchybná funkce konstrukce při povrchové kondenzaci a vyloučeno nepříznivé působení kondenzátu na navazující konstrukce (např. zajištěním odvodu kondenzátu). Pro prostory s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu  $\varphi_i \leq 60\%$  nelze tento postup použít.

# Teplotní faktor vnitřního povrchu

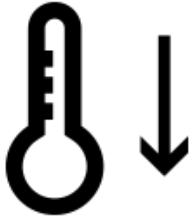


EN  
ISO

Teplotní faktor vnitřního povrchu dle ČSN EN ISO 13788:													
Požadované hodnoty pro jednotlivé měsíce:													
Měsíc		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\theta_{si,min,80}$	[°C]	14,93	15,70	15,77	16,52	17,55	18,70	19,03	18,82	17,64	16,55	15,76	15,70
$f_{Rsi,min,80}$	[-]	0,747	0,762	0,707	0,639	0,532	0,405	0,129	0,192	0,529	0,638	0,708	0,762
Pozn.: $\theta_{si,min,80}$ ... požadovaná minimální povrchová teplota konstrukce; $f_{Rsi,min,80}$ ... požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu.													
Kritický měsíc:										2	-		
Teplotní faktor vnitřního povrchu:										$f_{Rsi}$	0,963	-	
Požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu:										$f_{Rsi,N,80}$	0,762	-	
<b>Hodnocení:</b>		Konstrukce STR-27: 27 splňuje požadavek ČSN EN ISO 13788 na teplotní faktor vnitřního povrchu.											



- Vysychání zabudované vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788
- Vyhodnocení potenciálu vysychání konstrukce
- V současné verzi není k dispozici
- Připravujeme do dalších verzí



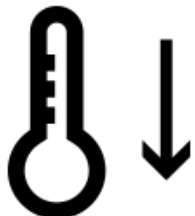
- Pokles dotykové teploty dle ČSN 73 0540-4
- Měl by být proveden pro všechny podlahové konstrukce

Pokles dotykové teploty dle ČSN 73 0540-4



- Podlaha s trvalou nášlapnou vrstvou z textilní podlahoviny
- Podlaha s povrchovou teplotou trvale vyšší než 26°C
- Podlaha s podlahovým vytápěním
- Ostatní

# Pokles dotykové teploty



<i>Pokles dotykové teploty dle ČSN 73 0540-4:</i>				
Tepelná jímavost	B	2 106,4	$W \cdot s^{0,5} / (m^2 \cdot K)$	
Pokles dotykové teploty:	$\Delta\theta_{10}$	5,40	°C	
Kategorie podlahy	II. Teplé			





- Pro podrobný výpočet dynamických parametrů, např. tepelné kapacity

Dynamické parametry konstrukcí dle ČSN EN ISO 13786

Doba trvání teplotních změn

1 hodina

Použít odpory při přestupu tepla

pro letní podmínky (hodnocení c

Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce

$R_{si}$

0.13

$m^2K/W$

Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce

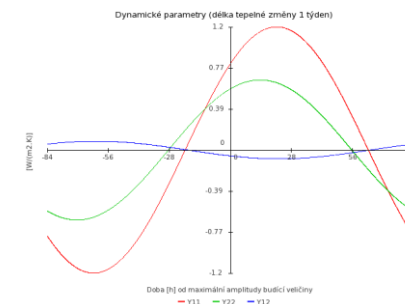
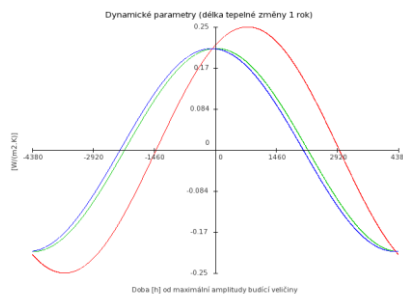
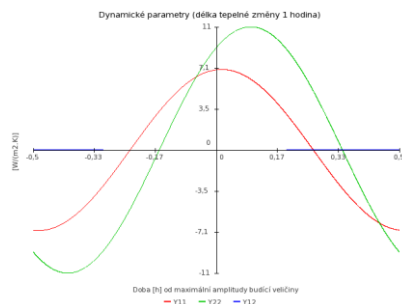
$R_{se}$

0.07

$m^2K/W$



# Dynamické parametry konstrukcí



## Dynamické parametry konstrukce dle ČSN EN ISO 13786:



Doba trvání teplotních změn		1 hodina	
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce		$R_{si}$	0,13 $m^2.K/W$
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce		$R_{se}$	0,07 $m^2.K/W$
Vnitřní tepelný přístup (Internal thermal admittance)		$Y_{11}$	6,94 $W/(m^2.K)$
Časový posun		$\Delta t_{11}$	0,02 h
Vnější tepelný přístup (External thermal admittance)		$Y_{22}$	11,48 $W/(m^2.K)$
Časový posun		$\Delta t_{22}$	0,03 h
Pravidelný prostup tepla (Periodic thermal transmittance)		$Y_{12}$	0,00 $W/(m^2.K)$
Časový posun		$\Delta t_{12}$	-0,28 h
Vnitřní plošná tepelná kapacita (Internal areal heat capacity)		$\kappa_1$	4 $kJ/(m^2.K)$
Vnější plošná tepelná kapacita (External areal heat capacity)		$\kappa_2$	7 $kJ/(m^2.K)$
Faktor úbytku (Decrement factor)		f	0,000 -

# Tabulka pro výběr výpočtu

## V manuálu Tepelná technika 1D - Základy práce s aplikací

19.4.1. DOPORUČENÉ VÝPOČTY PRO JEDNOTLIVÉ TYPY KONSTRUKCÍ

Výpočet	Konstrukce											
	Běžná	Se zabudovaným dřevem	S podhledem	Uzavíraná dvooplášťová střecha	Podlaha na zemině	Podlaha nad exteriérem	Vnitřní podlaha	Ve vlhkém prostředí <sup>1)</sup>	Ohrožená vznikem kondenzace <sup>2)</sup>	Stěna nebo střecha k zemině <sup>3)</sup>	Vnitřní stěna nebo strop	Se zabudovaným materiálem s obsahem vlhkosti
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
	X	X	X	X	-	X	X	X	-	-	X	X
	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	X <sup>4)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-
	X (80 <sup>5)</sup> )	X (80 <sup>5)</sup> )	X (80 <sup>5)</sup> )	X (80 <sup>5)</sup> )	X (80 <sup>5)</sup> )	X (80 <sup>5)</sup> )	X (100 <sup>6)</sup> )	X (80 <sup>5)</sup> )	X (80 <sup>5)</sup> )	X (80 <sup>5)</sup> )	X (80 <sup>5)</sup> )	X (80 <sup>5)</sup> )
	-	-	-	-	-	-	X (80 <sup>5)</sup> )	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-
	- <sup>7)</sup>	- <sup>7)</sup>	- <sup>7)</sup>	- <sup>7)</sup>	- <sup>7)</sup>	- <sup>7)</sup>	- <sup>7)</sup>	- <sup>7)</sup>	- <sup>7)</sup>	- <sup>7)</sup>	- <sup>7)</sup>	- <sup>7)</sup>

Pozn.: Pokud lze konstrukci zařadit do více kategorií, je potřeba provést posouzení vyžadovaná alespoň v jedné kategorii.

<sup>1)</sup> Prostředí s relativní návrhovou relativní vlhkostí nad 60 % (např. bazény)

<sup>2)</sup> Konstrukce, která je ohrožena vznikem kondenzace v jakémkoliv jejím místě (např. nedostatečná statická rezerva). V případě ohrožení pouze určitých vrstev není potřeba vyloučit kondenzaci v celé konstrukci.

<sup>3)</sup> U konstrukcí blízko venkovnímu vzduchu by mělo být provedeno posouzení jako pro konstrukce k exteriéru (např. pro vegetační střechy)

<sup>4)</sup> Extrémní podmínky - netrvají dlouho, pokud nedochází ke kondenzaci ve velkém množství tak je i při odkapu pojme spodní plášť střechy, není tedy ohrožena funkce konstrukce. Průměrné podmínky - trvají dlouho, v případě kondenzace již hrozí reálné riziko projevu vlhkosti - doporučuje se kondenzaci při těchto podmínkách zcela vyloučit.

<sup>5)</sup> Hodnota v závorce 80 znamená vyhodnocení na riziko růstu plísní

<sup>6)</sup> Hodnota v závorce 100 znamená vyhodnocení na riziko kondenzace na vnitřním povrchu v případě, že pro 80 % není vyhovující

<sup>7)</sup> Výpočet je automaticky proveden při výpočtech v aplikacích Energetika a Tepelná technika Komfort pro přesné stanovení tepelné kapacity jednotlivých konstrukce

Výpočet	Konstrukce											
	Běžná	Se zabudovaným dřevem	S podhledem	Uzavíraná dvooplášťová střecha	Podlaha na zemině	Podlaha nad exteriérem	Vnitřní podlaha	Ve vlhkém prostředí <sup>1)</sup>	Ohrožená vznikem kondenzace <sup>2)</sup>	Stěna nebo střecha k zemině <sup>3)</sup>	Vnitřní stěna nebo strop	Se zabudovaným materiálem s obsahem vlhkosti
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
	X	X	X	X	-	X	X	X	-	-	X	X
	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	X <sup>4)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-
	X (80 <sup>5)</sup> )	X (80 <sup>5)</sup> )	X (80 <sup>5)</sup> )	X (80 <sup>5)</sup> )	X (80 <sup>5)</sup> )	X (80 <sup>5)</sup> )	X (80 <sup>5)</sup> )	X (100 <sup>6)</sup> )	X (80 <sup>5)</sup> )	X (80 <sup>5)</sup> )	X (80 <sup>5)</sup> )	X (80 <sup>5)</sup> )
	-	-	-	-	-	-	-	X (80 <sup>5)</sup> )	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-
	- <sup>7)</sup>	- <sup>7)</sup>	- <sup>7)</sup>	- <sup>7)</sup>	- <sup>7)</sup>	- <sup>7)</sup>	- <sup>7)</sup>	- <sup>7)</sup>	- <sup>7)</sup>	- <sup>7)</sup>	- <sup>7)</sup>	- <sup>7)</sup>

Tepelná technika 1D

# SPECIFIKA VÝPOČTU SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA PRO NZÚ

- Výpočetní postupy a okrajové podmínky jsou stanoveny v Metodickém pokynu k upřesnění výpočetních postupů a okrajových podmínek
- k dispozici na [www.nzu2013.cz](http://www.nzu2013.cz)

**Metodický pokyn k upřesnění výpočetních postupů a okrajových podmínek**

**Oblast podpory A – Snižování energetické náročnosti stávajících rodinných domů**

**Metodický pokyn k upřesnění výpočetních postupů a okrajových podmínek**

**Oblast podpory B – Výstavba rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností**

1. Výpočet součinitele prostupu tepla bude proveden dle ČSN 73 0540-4:2005 a ČSN EN ISO 6946:2008.

- Aplikace Tepelná technika 1D je navržena v souladu s ČSN 73 0540-4:2005 a ČSN EN ISO 6946:2008, proto je tento bod při použití aplikace automaticky dodržen

2. Tepelné odpory při přestupu tepla pro výpočet součinitele prostupu tepla se uvažují pro zimní období dle ČSN 73 0540-3:2005.

Povrch	Konstrukce / povrch	Tepelný odpor při přestupu tepla
		$R_{si}, R_{se} [(m^2 \cdot K)/W]$
Vnější	jednoplášťová	0,04
	dvouplášťová	Stejně jako $R_{si}$
Zemina	styk se zeminou	0
Vnitřní	stěna (horizont. tep. tok)	0,13
	střecha (tep. tok vzhůru)	0,10
	podlaha (tep. tok dolů)	0,17

Pozn.: Hodnoty platí pro běžnou emisivitu vnitřního povrchu 0,9. Je-li emisivita vnitřního povrchu jiná, lze pro účely výpočtu tepelných toků použít výpočet tepelného odporu při přestupu tepla podle ČSN EN ISO 6946:2008, příloha A.

- Při použití automatického doplňování odporů při přestupu tepla budou vybrány vždy faktory odpovídající ČSN 73 0504-3:2005 a které jsou uvedeny v tabulce

Odpory při přestupu tepla

vybrat automaticky ▼

- V případě jiné emisivity, než 0,9 je možno použít volbu zadat vlastní hodnoty a použít pomocný výpočet dle ČSN EN ISO 6946:2008, přílohy A

Odpory při přestupu tepla

zadat vlastní hodnotu ▼



3. Součinitel prostupu tepla konstrukce se stanoví bez vlivu zeminy a přilehlých nevytápěných prostor. Přídavné tepelné odpory  $R_u$   $[(m^2.K)/W]$  se do výpočtu součinitele prostupu tepla nezahrnují.

- Konstrukce přilehlé k zemině je potřeba zadávat bez podkladních vrstev a zeminy
- Přídavné tepelné odpory nejsou v aplikaci Tepelná technika 1D povoleny

4. Do tepelného odporu se započítávají pouze ty vrstvy, které jsou účinně chráněny před účinky vlhkostí. U střech se jedná o vrstvy pod hydroizolací, u podlah o vrstvy nad hydroizolací s výjimkou nenasákavých tepelně izolačních materiálů (oblast použití uvádí výrobce v listu výrobku) jako jsou např. extrudovaný polystyren, pěnové sklo, apod. U dvouplášťových konstrukcí se započítávají pouze vrstvy vnitřního pláště, tj. vrstvy mezi interiérem a větranou vzduchovou vrstvou.
- V případě dvouplášťových konstrukcí se při vložení materiálu větraná vzduchová vrstvy automaticky ve výpočtu neuvažují vrstvy od větrané vzduchové vrstvy k exteriéru

5. Ve výpočtu součinitele prostupu tepla je uvažováno s návrhovou hodnotou součinitele tepelné vodivosti  $\lambda_{u}$  [W/(m.K)]. Ta je odvozena z ČSN 73 0540-3:2005, tab. A.1, A.2, B.1, C.1 a C.2, dle typu materiálu a předpokládané objemové hmotnosti. U ostatních materiálů neuvedených v ČSN 73 0540:2005 se postupuje odborným odhadem dle míry vlhkostní nasákavosti materiálu. Standardně se uvažuje s přírážkou 7-10% u nasákavých materiálů (minerální vlna) a 3-5% u méně nasákavých materiálů (EPS).

- V aplikaci je k dispozici kompletní katalog materiálů dle ČSN 73 0540-3:2005
- Pro ostatní materiály jsou v aplikaci k dispozici pomocné výpočty (procentuální přírážka a výpočet dle ČSN EN ISO 10456) pro stanovení návrhových hodnot např. z deklarované hodnoty tepelné vodivosti

Tepelnou vodivost stanovit

návrhovou hodnotou

na základě charakteristických podmínek

pro okamžitou hmotnostní vlhkost materiálu

z deklarované hodnoty

Použít materiál

6. Zhoršující vlivy opakovaně se vyskytující tepelně vodivějších konstrukčních (např. dřevěné konstrukce ve vrstvě izolace) a dalších prvků se zohlední pomocí ekvivalentního součinitele tepelné vodivosti dle ČSN EN ISO 6946:2008, odst. 6.2 a ČSN 730540-4:2005. Pouze vlivy, které takto zahrnout nelze (např. vliv srážkové vody na obrácené střechy, vliv mechanicky kotvících prvků procházejících tepelně izolační vrstvou, vliv opakujících se kovových prvků, apod.), se zohlední ve formě přírážky  $\Delta U$  [W/(m<sup>2</sup>.K)] dle ČSN EN ISO 6946:2008.

Kvalita řešení	Přírážka $\Delta U$ [W/(m <sup>2</sup> .K)]
Konstrukce téměř bez tepelných mostů	0,02
Konstrukce s mírnými tepelnými mosty	0,05
Konstrukce s běžnými tepelnými mosty	0,10
Konstrukce s výraznými tepelnými mosty	0,20

Součinitel prostupu tepla dané konstrukce se může vypočítat také pomocí dvourozměrného vedení tepla dle ČSN EN ISO 10211:2009.

- V aplikaci je k dispozici pomocný výpočet ekvivalentní tepelné vodivosti nesourodých materiálů

## Pomocné výpočty

Zkosené vrstvy

Vzduchové vrstvy

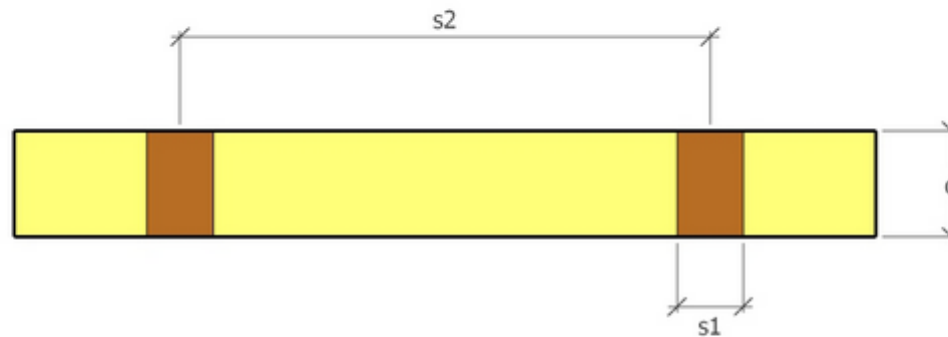
Nestejnorodé vrstvy

Parozábrany

Spárová difuze

### Nestejnorodé vrstvy

Výpočet dle ČSN EN ISO 6946



Šířka prostupujících prvků

$s_1$

m

Osová vzdálenost prostupujících prvků

$s_2$

m

Tloušťka vrstvy

$d_0$

m

- Zároveň je možno využít i pomocného výpočtu  $\Delta U$

## Korekce součinitele prostupu tepla

Výpočet dle ČSN EN ISO 6946

Pro vzduchové dutiny

Pro mechanicky kotvící prvky

Pro obrácené střechy

Vrstva obsahující kotevní prvek

Tloušťka tepelněizolační vrstvy obsahující kotvící prvek

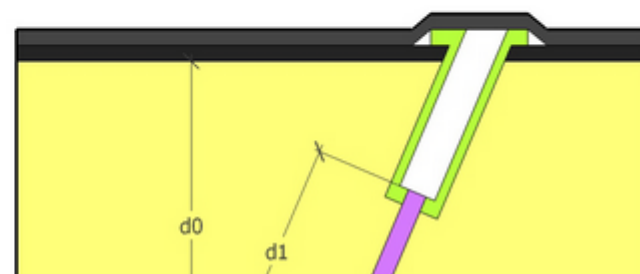
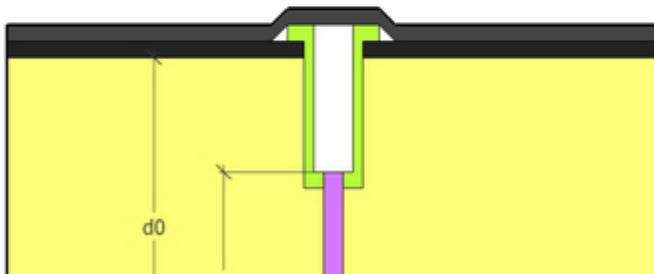
$d_0 =$   m

Délka kotvícího prvku, který proniká tepelněizolační vrstvou

$d_1 =$   m

Součinitel

$\alpha =$   -



7. Hodnota součinitele prostupu tepla konstrukce se zkosenými vrstvami, která se použije do výpočtu měrné roční potřeby tepla na vytápění  $E_A$  [kWh/m<sup>2</sup>.rok] a v případném posouzení splnění podmínek Programu na součinitel tepelné vodivosti, se vypočte dle ČSN EN ISO 6946:2008, příloha C.
- V aplikaci je k dispozici pomocný výpočet pro zkosené vrstvy dle ČSN EN ISO 6946:2008, přílohy C

## Pomocné výpočty

Zkosené vrstvy

Vzduchové vrstvy

Nestejnorodé vrstvy

Parozábrany

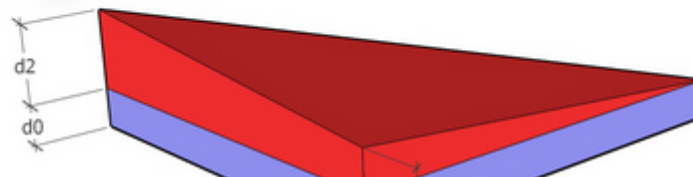
Spárová difuze

### Ekvivalentní tloušťka zkosených vrstev

Výpočet dle ČSN EN ISO 6946 pro běžné tvary a pro spády nepřevyšující 5 %

Typ zkosené vrstvy

Trojúhelníková plocha, rozdílné ▾



- Protokol výpočtu součinitele tepla byl navržen, aby splňoval všechny body metodického pokynu
- Pro zaokrouhlení součinitele prostupu tepla  $U$  na 3 desetinná místa je potřeba zvolit typ výpočtu pro NZÚ

<b>Skladba konstrukce od interiéru:</b>									
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor dif. odporu		
-	-	$d$	$\lambda$	$\lambda_{ekv}$	$c$	$\rho$	$\mu$		
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[-]		
1	Ocel uhlíková	0,0005	50,000	-	870	7 850	5 000,0		
2	Výrobky z minerální vlny (MW) (125)	0,2000	0,045	-	1 080	125	3,0		
3	Ocel uhlíková	0,0005	50,000	-	870	7 850	5 000,0		
4	Výrobky z minerální vlny (MW) (100)	0,0600	0,055	-	1 015	100	2,0		
5	Sádrokarton	0,0125	0,220	-	1 060	750	9,0		
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						$R_{si}$	0,25	0,13	m <sup>2</sup> .K/W
Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce (šíření vlhkosti / šíření tepla)						$R_{se}$	0,04	0,04	m <sup>2</sup> .K/W



Děkuji za pozornost

# DEKSOFT

## Tepelná technika 1D

[www.stavebni-fyzika.cz](http://www.stavebni-fyzika.cz)  
[info@stavebni-fyzika.cz](mailto:info@stavebni-fyzika.cz)