



OBSAH ŠKOLENÍ

- 1) základy stavební tepelné techniky pro správné posuzování skladeb
- 2) samotné školení práce v aplikaci TEPELNÁ TECHNIKA 1D

Internet DEK
netDEKwifi

Základy TEPELNÉ OCHRANY BUDOV

- Nechceme rozebírat dopodrobna fyzikální teorii šíření tepla a vlhkosti, chceme se zabývat spíše aplikací tepelné ochrany budov v praxi
- Legislativní návaznost tepelné ochrany budov

ZÁKON 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)

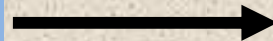
§ 2

Základní pojmy

- 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").

- Nechceme rozebírat dopodrobna fyzikální teorii šíření tepla a vlhkosti, chceme se zabývat spíše aplikací tepelné ochrany budov v praxi
- Legislativní návaznost tepelné ochrany budov

ZÁKON 183/2006 Sb.,
o územním plánování a
stavebním řádu (stavební zákon)



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

ČÁST TŘETÍ

POŽADAVKY NA BEZPEČNOST A VLASTNOSTI STAVEB

§ 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

- a) mechanická odolnost a stabilita,
- b) požární bezpečnost⁸⁾,
- c) ochrana zdraví osob a zvířat, zdravých životních podmínek a životního prostředí⁹⁾,
- d) ochrana proti hluku¹⁰⁾,
- e) bezpečnost při užívání,
- f) úspora energie a tepelná ochrana¹¹⁾.

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

§ 16

Úspora energie a tepelná ochrana

(1) Budovy musí být navrženy a provedeny tak, aby spotřeba energie na jejich vytápění, větrání, umělé osvětlení, popřípadě klimatizaci byla co nejnižší. Energetickou náročnost je třeba ovlivňovat tvarem budovy, jejím dispozičním řešením, orientací a velikostí výplní otvorů, použitými materiály a výrobky a systémy technického zařízení budov. Při návrhu stavby se musí respektovat klimatické podmínky lokality.

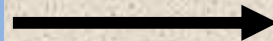
(2) Budovy s požadovaným stavem vnitřního prostředí musí být navrženy a provedeny tak, aby byly dlouhodobě po dobu jejich užívání zaručeny požadavky na jejich tepelnou ochranu splňující

- a) tepelnou pohodu uživatelů,
- b) požadované tepelně technické vlastnosti konstrukcí a budov,
- c) tepelně vlhkostní podmínky technologií podle různých účelů budov,
- d) nízkou energetickou náročnost budov.

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

- Nechceme rozebírat dopodrobna fyzikální teorii šíření tepla a vlhkosti, chceme se zabývat spíše aplikací tepelné ochrany budov v praxi
- Legislativní návaznost tepelné ochrany budov

ZÁKON 183/2006 Sb.,
o územním plánování a
stavebním řádu (stavební zákon)



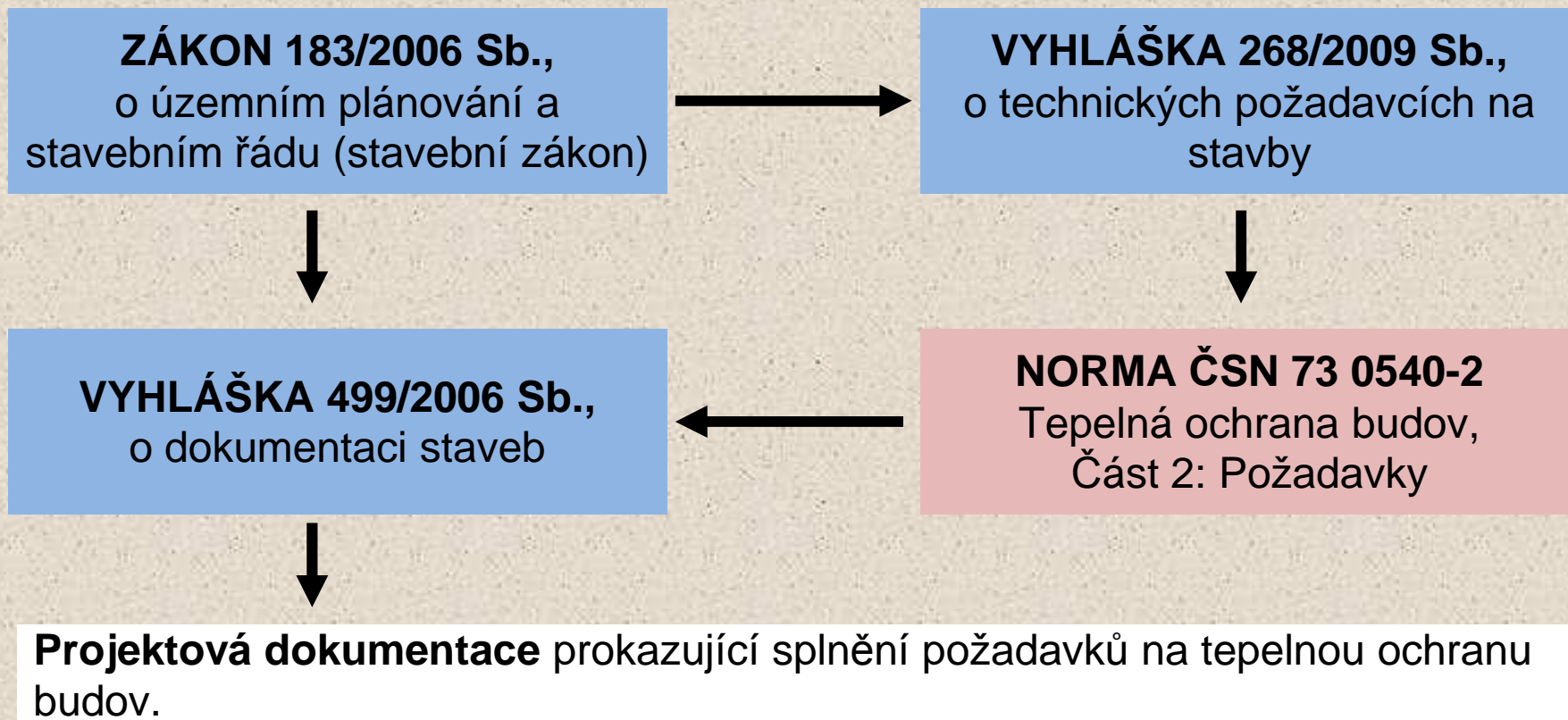
VYHLÁŠKA 268/2009 Sb.,
o technických požadavcích na
stavby



NORMA ČSN 73 0540-2
Tepelná ochrana budov,
Část 2: Požadavky

Požadavky závazné

- Nechceme rozebírat dopodrobna fyzikální teorii šíření tepla a vlhkosti, chceme se zabývat spíše aplikací tepelné ochrany budov v praxi
- Legislativní návaznost tepelné ochrany budov



Normy Tepelná ochrana budov

- Normy v oblasti tepelné ochrany budov tvoří ÚNMZ, TNK 43 – Tepelná ochrana budov
- V ČR máme soustavu národních norem ČSN 73 0540-1 až 4
- Dále jsou zde zavedeny normy evropské
- Národní normy ČSN 73 0540-1 až 4 tvoří jakýsi rámec pro posuzování tepelné ochrany v ČR, stanovují jednotnou terminologii (část 1), jednotné požadavky (část 2), říkají jaké mají být při prokazování splnění těchto požadavků uvažovány okrajové klimatické podmínky a materiálové vlastnosti (část 3) a jaké postupy mají být použity pro výpočty (část 4). Často se odkazují na evropské normy.

- Vybrané 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
Stavební prvky a stavební konstrukce - Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla - Výpočtová metoda

ČSN EN ISO 13788
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
Tepelné mosty ve stavebních konstrukcích - Tepelné toky a povrchové teploty - Podrobné výpočty

Požadavky normy ČSN 73 0540-2

Norma ČSN 73 0540-2

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



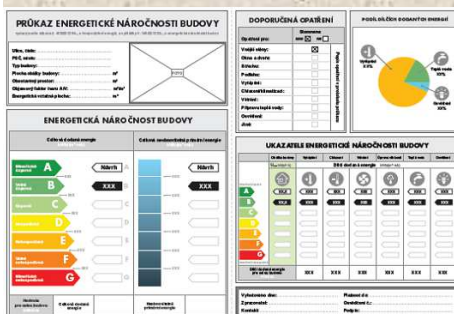
DEK

Požadavky energetické

- Souvisí s energetickou náročností a cenou za energii

Požadavky hygienické

- Souvisí s komfortem užívání a také se zdravotní nezávadností



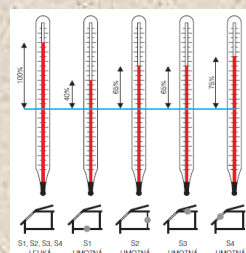
Povrchová kondenzace



Plísně na povrchu



Kondenzace uvnitř konstrukce



Přehřívání interiéru v letním období apod.

Norma ČSN 73 0540-2

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



DEK

Požadavky na budovu jako celek



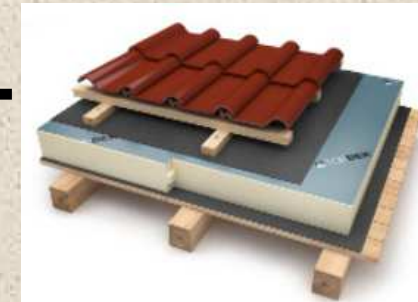
- Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy
- Celková průvzdušnost obálky budovy

Požadavky na místnost



- Letní tepelná stabilita
- Zimní tepelná stabilita

Požadavky na konstrukce



- Součinitel prostupu tepla
- Liniový a bodový činitel prostupu tepla (2D a 3D detaily)
- Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce
- Pokles dotykové teploty podlahy
- Bilance vlhkosti v konstrukci (maximální množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce)
- Konstrukční ochrana zabudovaného dřeva
- Průvzdušnost konstrukce



Součinitel prostupu tepla

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



DEK

Požadavky na budovu jako celek



- Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy
- Celková průvzdušnost obálky budovy

Požadavky na místnost



- Letní tepelná stabilita
- Zimní tepelná stabilita

Požadavky na konstrukce



- **Součinitel prostupu tepla**
- Liniový a bodový činitel prostupu tepla (2D a 3D detaily)
- Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce
- Pokles dotykové teploty podlahy
- Bilance vlhkosti v konstrukci (maximální množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce)
- Konstrukční ochrana zabudovaného dřeva
- Průvzdušnost konstrukce



Součinitel prostupu tepla

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



- Energetický požadavek
- **U [W/(m²·K)]**, celková výměna tepla v ustáleném stavu mezi dvěma prostředími vzájemně oddělenými stavební konstrukcí o tepelném odporu R s přilehlými mezními vzduchovými vrstvami

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

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

kde d je tloušťka vrstvy v konstrukci;

λ návrhová tepelná vodivost materiálu, buď vypočítaná podle ISO 10456, nebo stanovená z tabulkových hodnot.



Součinitel prostupu tepla

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU

ENERGETIKA

1D

2D

3D

DUTINA

KOMFORT

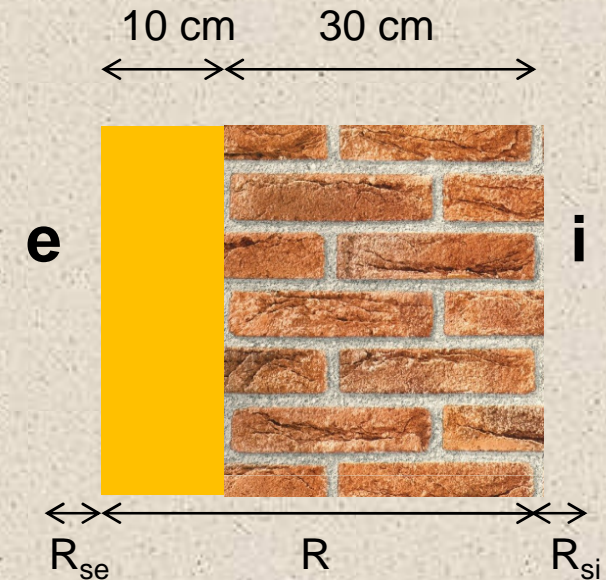
AKUSTIKA

DEK

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

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

- **Stěna CP 300 mm + 10 cm MW**
- Tepelný odpor zdiva: $0,3 / 0,86 = 0,35 \text{ K.m}^2/\text{W}$
- Tepelný odpor vaty: $0,1 / 0,041 = 2,44 \text{ K.m}^2/\text{W}$
- Celkem tepelný odpor R: $2,79 \text{ K.m}^2/\text{W}$
- Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{si} = ?$
- Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce $R_{se} = ?$





Součinitel prostupu tepla

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



DEK

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

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



e

i

- **Stěna CP 300 mm + 10 cm MW**
- Tepelný odpor zdiva: $0,3 / 0,86 = 0,35 \text{ K.m}^2/\text{W}$
- Tepelný odpor vaty: $0,1 / 0,041 = 2,44 \text{ K.m}^2/\text{W}$
- Celkem tepelný odpor R: $2,79 \text{ K.m}^2/\text{W}$
- Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{si} = 0,13 \text{ K.m}^2/\text{W}$
- Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce $R_{se} = 0,04 \text{ K.m}^2/\text{W}$
- Celkem $R_T = 2,96 \text{ K.m}^2/\text{W}$
- $U = 1 / 2,96 = \mathbf{0,34 \text{ W/m}^2.\text{K}}$



Součinitel prostupu tepla

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



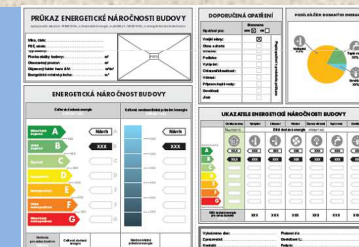
DEK

- Energetický požadavek
- Norma ČSN 73 0540-2 stanovuje 3 úrovně normových hodnot

- **Požadované hodnoty**
- **Doporučené hodnoty**
- **Doporučené hodnoty pro pasivní budovy**

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

Zpravidla nutné pro
splnění požadavků na
energetickou náročnost



Požadované hodnoty součinitele prostupu tepla se použijí pro hodnocení konstrukcí podle zvláštního předpisu⁶⁾
Použití hodnot doporučených se doporučuje všude tam, kde tomu nebrání technické, ekonomické nebo legisla-
tivní překážky. Hodnoty doporučené pro pasivní budovy se použijí zejména pro předběžný návrh konstrukcí
pasivní budovy.



Součinitel prostupu tepla

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



- Musí být splněno: $U \leq U_N$
- Pro vnitřní prostředí s vnitřní teplotou 18°C – 22°C včetně a s návrhovou relativní vlhkostí do 60% je požadovaná hodnota U_N pro různé typy konstrukcí stanovena přímo v normě
- **Střecha 0,24 W/m².K, stěna 0,30, okno 1,5, podlaha 0,45**

Tabulka 3 – Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převážující návrhovou vnitřní teplotou θ_{in} v intervalu 18 °C až 22 °C včetně

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m ² .K)]		Doporučené hodnoty budovy pro pasivní budovy
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	
Stěna vnější	0,30 ¹⁾	lehká: 0,20 těžká: 0,25	0,18 až 0,12
Stěna stěrná se sklonem nad 45°	0,30	0,20	0,15 až 0,12
Stěna 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
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)	0,30 ¹⁾	lehká: 0,20 těžká: 0,25	0,18 až 0,12
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemi ⁴⁾	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Strop a stěna vnitřní z vyztuženého nevytápěného prostoru	0,18	0,18	0,30 až 0,20
Strop a stěna vnitřní z vyztuženého k temperovanému prostoru	0,18	0,18	0,30 až 0,25
Strop a stěna vnitřní z temperovaného prostoru k venkovnímu prostoru	0,18	0,18	0,30 až 0,25
Podlaha a stěna temperovaného prostoru přilehlá k zemi ⁴⁾	0,45	0,30	0,48 až 0,30
Stěna mezi soustřednými budovami ⁵⁾	1,05	0,70	0,5
Strop mezi prostory s rozdílnou teplotou do 18 °C včetně	1,05	0,70	
Stěna mezi prostory s rozdílnou teplotou do 18 °C včetně	1,30	0,80	
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílnou teplotou do 8 °C včetně	2,3	1,45	
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílnou teplotou do 8 °C včetně	2,3	1,80	
Výplň otvorů ve vnitřní stěně a šikmé stěně z vyztuženého přírodního či umělého kamene, keramiky	1,4 ⁶⁾	1,2	0,8 až 0,8
Stěny výplň otvorů se sklonem do 45° z vyztuženého přírodního či umělého kamene	1,4 ⁶⁾	1,1	0,9
Ověrná výplň otvorů z vyztuženého přírodního či umělého kamene	1,7	1,2	0,8
Výplň otvorů vedoucích z vyztuženého do temperovaného prostoru	3,8	2,3	1,7
Výplň otvorů vedoucích z vyztuženého do venkovního prostoru	3,8	2,3	1,7
Rámy výplň otvorů se sklonem do 40° vedoucích z temperovaného prostoru do venkovního prostoru	2,8	1,7	1,4
Látko obšívkové (LOR) izolované jako vnitřní nebo vnější vrstva v rámcích otvorů, a prázdnou prostorou vyplněnou výplňovou izolací	5,2-8,8	0,3 + 1,4 ⁷⁾	
okna			0,2 + 1,4
A ₁ je: izolovaná plocha lehkého obvodového přísluší LORP v m ²			0,15 + 0,8-1,4
A ₂ je: plocha přísluší výplň otvorů obšívky přehrávkou k omezení úniku vzduchu prostřednictvím těsnění v LORP v m ²	A ₁ + 0,5	0,1 + 0,8-1,4	
Koeficient úniku výplně otvorů	–	1,2	0,9
tepelný únik výplně otvorů ⁸⁾	–	1,2	0,8–0,7
Rámy lehkého obvodového přísluší	–	1,8	1,2

Tabulka 3 – Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převážující návrhovou vnitřní teplotou θ_{in} v intervalu 18 °C až 22 °C včetně

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m ² .K)]		
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty budovy pro pasivní budovy
	$U_{N,20}$	$U_{rec,20}$	$U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,30 ¹⁾	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Střecha strmá se sklonem nad 45°	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
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)	0,30 ¹⁾	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemi ⁴⁾ , ⁵⁾	0,45	0,30	0,22 až 0,15

¹⁾ Pro jednovrstevné zdivo se nejvýše do 31.12.2012 připouští hodnota 0,30 W/m².K.
²⁾ Nejvýše do 31.12.2012 se připouští hodnota 1,7 W/m².K.
³⁾ Návazně na obvyklou praxi a technickou řešení, zejména v ohledu na postup výroby a možná omezení způsobu užívání se zájmem je možné odlišit na zjednodušené úrovni.
⁴⁾ V případě zjednodušeného a střešního vytápění se do hodnoty součinitele prostupu tepla nepřepočítává souava vnitřní izolace, ve které je umístěn výplň, směřen do interiéru.
⁵⁾ Platí i pro rámy vyztužených kombinací materiálů, včetně kovových, jako jsou například ocelové rámy.
⁶⁾ Doprovází výplňové okna podle ČSN 73 0845-4 B, bez vlivu ústřední, sluků vyztuženého přísluší podle ČSN EN 180 10079.
⁷⁾ Nejvýše do 31.12.2012 se připouští hodnota 1,5 W/m².K.



Součinitel prostupu tepla

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



DEK

- Pro prostory s vnitřní teplotou mimo interval 18°C – 22°C a s relativní vlhkostí do 60% včetně se požadavek přepočítává dle vzorce

$$U_N = U_{N,20} \cdot e_1$$

kde

$U_{N,20}$ je součinitel prostupu tepla z tabulky 3, ve $W/(m^2 \cdot K)$;

e_1 součinitel typu budovy; stanoví se ze vztahu:

$$e_1 = 16/(\theta_m - 4)$$

kde

θ_m je převažující návrhová vnitřní teplota, ve °C.

- Prostory s nižší teplotou – požadavek méně přísný (vyšší požadované U)
 - Obvodová stěna – byt (20°C) – **0,30 W/m².K**
 - Obvodová stěna – schodiště v bytovém domě (10°C) - **0,80 W/m².K**
- Prostory s vyšší teplotou – požadavek přísnější (nižší požadované U)
 - Obvodová stěna – operační sál nemocnice (25°C) – **0,23 W/m².K**



Součinitel prostupu tepla

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



DEK

- Pro prostory s návrhovou relativní vlhkostí nad 60% se požadavek stanovuje dle vzorce

$$U_{a,N} = \frac{0,6 \cdot (\theta_{ai} - \theta_w)}{R_{si} \cdot (\theta_{ai} - \theta_e)}$$

kde

θ_{ai} je návrhová teplota vnitřního vzduchu podle ČSN 73 0540-3, ve °C;

θ_e návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období podle ČSN 73 0540-3, ve °C; u konstrukcí přilehlých k jinému prostředí než je venkovní vzduch se použije návrhová teplota přilehlého prostředí v zimním období, např. návrhová teplota zeminy θ_g u konstrukcí přilehlých k terénu, teplota vnitřního vzduchu θ_{ai} na odvrácené straně vnitřních konstrukcí);

θ_w teplota rosného bodu podle ČSN 73 0540-3, ve °C;

R_{si} odpor při přestupu tepla, ve (m²·K/W). Podle ČSN EN ISO 13788 se uvažuje pro výplně otvorů $R_{si} = 0,13$ (m²·K/W), pro stavební konstrukce $R_{si} = 0,25$ (m²·K/W).

- Požadavek se stanovuje tak, aby při jeho splnění nedocházelo při návrhových podmínkách vnitřního prostoru ke kondenzaci na vnitřním povrchu konstrukce
- Obvodová stěna - bazén (29°C, 85%) - **0,14 W/m²·K**



Součinitel prostupu tepla

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



DEK

- Ve výpočtu součinitele prostupu tepla konstrukce se **musí zohlednit systematické tepelné mosty**:

5.2.4 Vliv tepelných mostů v konstrukci lze při hodnocení podle 5.2 zanedbat, pokud jejich souhrnné působení je menší nebo rovno 5 % hodnoty součinitele prostupu tepla.

POZNÁMKY

- 1 Součinitel prostupu tepla U odpovídá průměrné vnitřní povrchové teplotě $\theta_{s,i,m}$ hodnocené konstrukce; zahrnuje tedy vliv tepelných mostů obsažených v konstrukci (viz ČSN 73 0540-4).

- Jedná se například:
 - Kovové kotvy
 - Krokve ve vrstvě tepelné izolace
 - Zkosené vrstvy tepelné izolace
 - Vzduchové dutiny
 - Atd.



Součinitel prostupu tepla

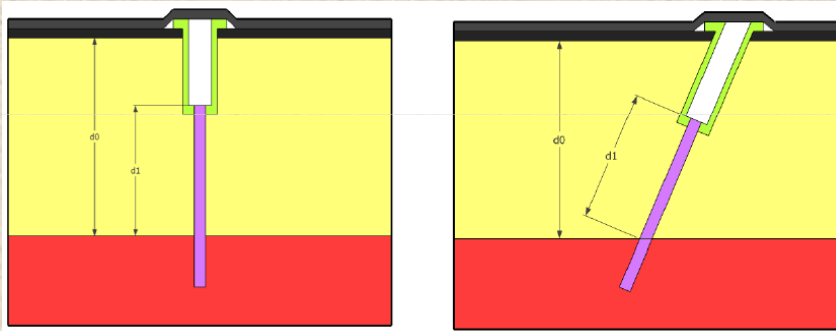
SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



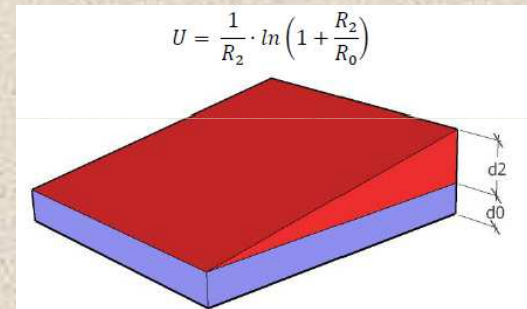
DEK

- Tepelné mosty se zohledňují:
 - Pomocí zjednodušených metod dle ČSN EN ISO 6946 (vše v TT1D)
 - Podrobným výpočtem 2D, 3D dle ČSN EN ISO 10211

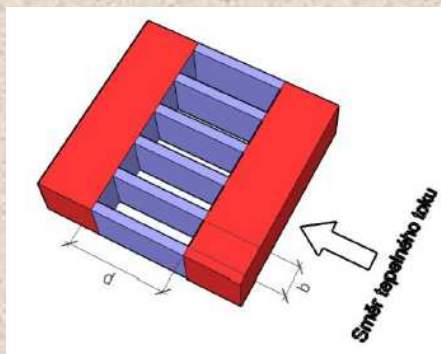
Korekce pro mechanicky kotvící prvky



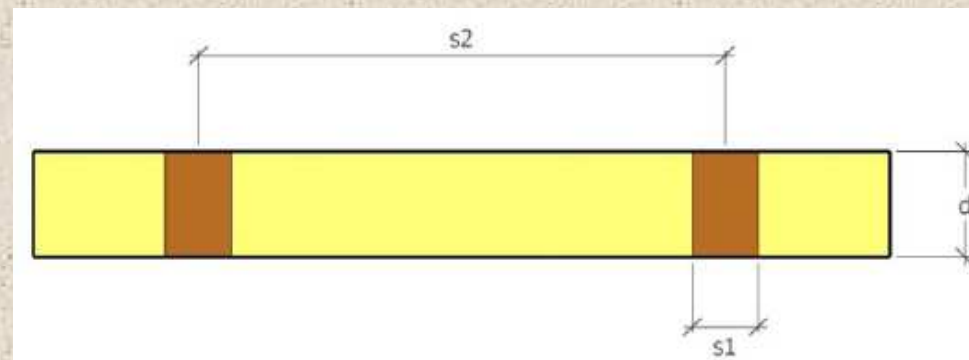
Zkosené vrstvy



Vzduchové vrstvy



Nehomogenní vrstvy





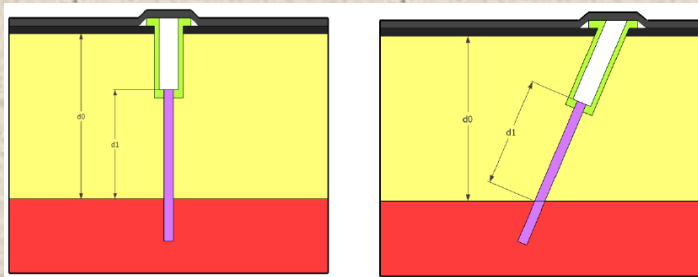
Součinitel prostupu tepla

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU

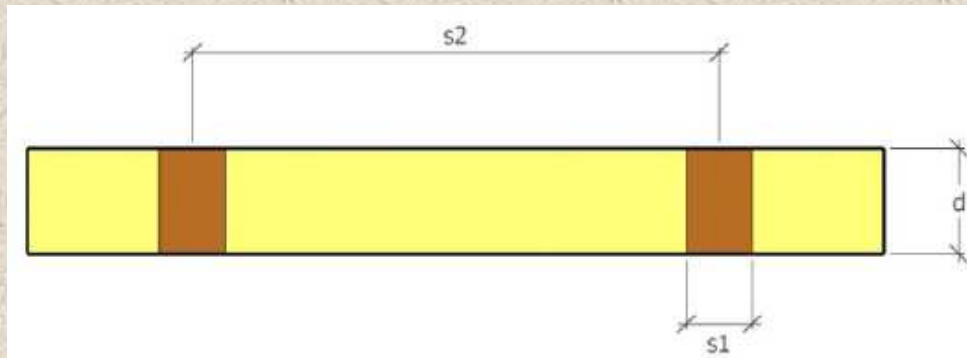


DEK

- Některé z tepelných mostů se zahrnují jako přírážka delta U k výslednému součiniteli prostupu tepla



- Některé se projeví zhoršením tepelné vodivosti materiálu (např. minerálních vláken)



Liniový a bodový činitel prostupu tepla

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



DEK

Požadavky na budovu jako celek



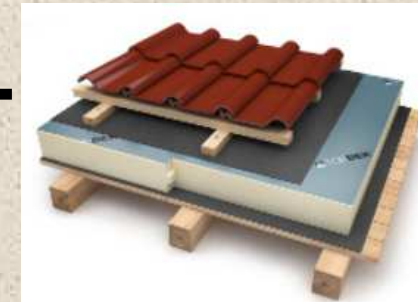
- Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy
- Celková průvzdušnost obálky budovy

Požadavky na místnost



- Letní tepelná stabilita
- Zimní tepelná stabilita

Požadavky na konstrukce



- Součinitel prostupu tepla
- Liniový a bodový činitel prostupu tepla (2D a 3D detaily)
- Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce
- Pokles dotykové teploty podlahy
- Bilance vlhkosti v konstrukci (maximální množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce)
- Konstrukční ochrana zabudovaného dřeva
- Průvzdušnost konstrukce

Liniový a bodový činitel prostupu tepla

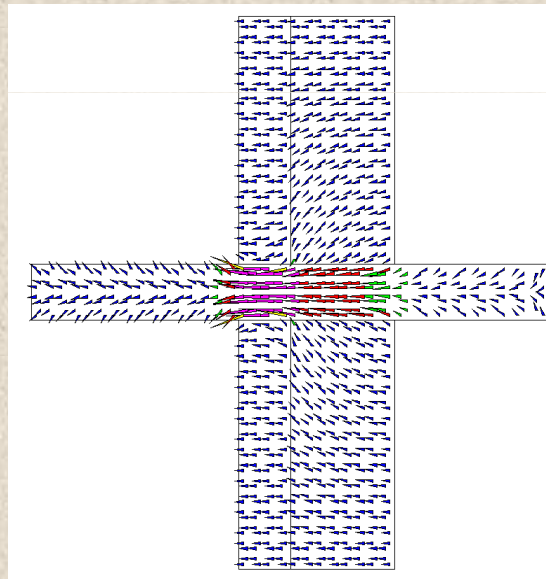
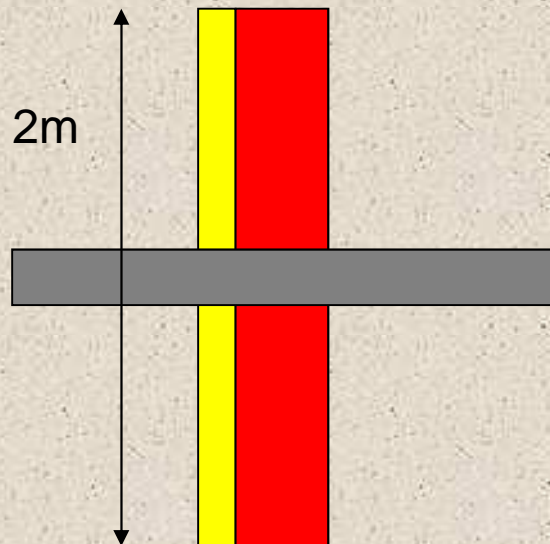
SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



DEK

- Liniový a bodový činitel prostupu tepla jsou vlastně 2D a 3D obdobou součinitele prostupu tepla skladby (1D)
- Je to vlastně přídavný tepelný tok tepelnou vazbou oproti stavu bez ní

$$Q_p = \sum U_i A_i \Delta\theta_{ie} + \sum \psi_j l_j \Delta\theta_{ie} \quad U=0,28 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

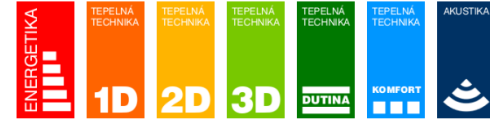


Tepelná propustnost $L=1,04 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

Liniový činitel prostupu tepla $\psi=1,04-2\cdot 0,28=0,48 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

Liniový a bodový činitel prostupu tepla

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



DEK

- Norma stanovuje požadavky tabulkou:

Tabulka 6 – Požadované a doporučené hodnoty lineárního a bodového činitele prostupu tepla tepelných vazeb mezi konstrukcemi

Typ lineární tepelné vazby	Lineární činitel prostupu tepla [W/(m·K)]		
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy
	Ψ_N	Ψ_{rec}	Ψ_{pas}
Vnější stěna navazující na další konstrukci s výjimkou výplně otvoru, např. na základ, strop nad nevytápěným prostorem, jinou vnější stěnu, střechu, lodžii či balkon, markýzu či arkýf, vnitřní stěnu a strop (při vnitřní izolaci), aj.	0,20	0,10	0,05
Vnější stěna navazující na výplň otvoru, např. na okno, dveře, vrata a část prosklené stěny v parapetu, bočním oslění a v nadpraží	0,10	0,03	0,01
Střecha navazující na výplň otvoru, např. střešní okno, světlík, poklop výlezu	0,30	0,10	0,02
Typ bodové tepelné vazby	Bodový činitel prostupu tepla [W/K]		
	χ_N	χ_{rec}	χ_{pas}
Průnik tyčové konstrukce (sloupy, nosníky, konzoly, apod.) vnější stěnou, podhledem nebo střechou	0,4	0,1	0,02

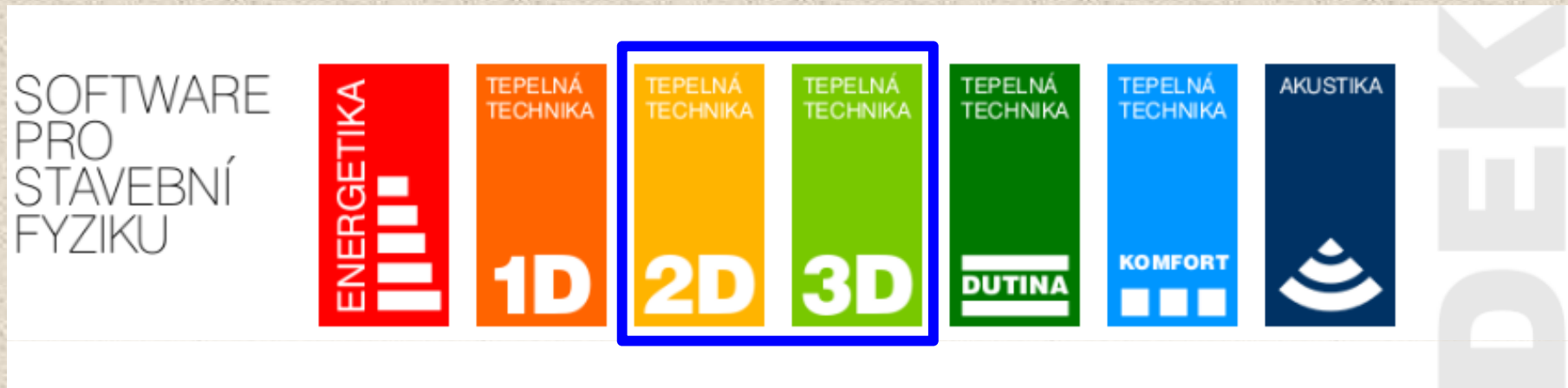
Liniový a bodový činitel prostupu tepla

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



DEK

- Posouzení této veličiny připravujeme v dalších programech:





Nejnižší vnitřní povrchová teplota

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



DEK

Požadavky na budovu jako celek



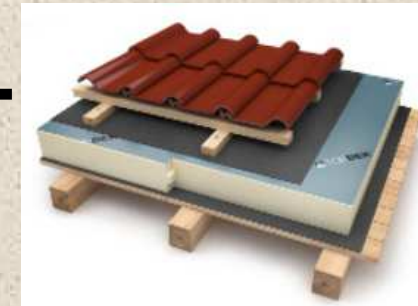
- Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy
- Celková průvzdušnost obálky budovy

Požadavky na místnost



- Letní tepelná stabilita
- Zimní tepelná stabilita

Požadavky na konstrukce



- Součinitel prostupu tepla
- Liniový a bodový činitel prostupu tepla (2D a 3D detaily)
- **Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce**
- Pokles dotykové teploty podlahy
- Bilance vlhkosti v konstrukci (maximální množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce)
- Konstrukční ochrana zabudovaného dřeva
- Průvzdušnost konstrukce



Nejnižší vnitřní povrchová teplota

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



DEK

kritická vnitřní povrchová teplota (*critical surface temperature*)

$\theta_{si,cr}$ [°C], teplota, při které při definované teplotě vnitřního vzduchu θ_{ai} a relativní vlhkosti vnitřního vzduchu φ nabývá relativní vlhkost vzduchu φ_{si} v těsné blízkosti povrchu (v mezní vrstvě) hodnoty kritické relativní (povrchové) vlhkosti φ_{cr} , např. $\varphi_{cr} = 100\%$ u výplňových otvorů a $\varphi_{cr} = 80\%$ u stavebních otvorů. Je to teplota, při které poměr částečného tlaku vodní páry a částečného tlaku nasycené vodní páry v mezní vrstvě bezprostředně u povrchu konstrukce je vyšší nebo roven hodnotě 1,0 pro výplňové otvory a 0,8 pro ostatní konstrukce.



Na vnitřním povrchu stavební konstrukce s relativní vlhkostí vyšší než 80% hrozí riziko růstu plísní.



Nejnižší vnitřní povrchová teplota

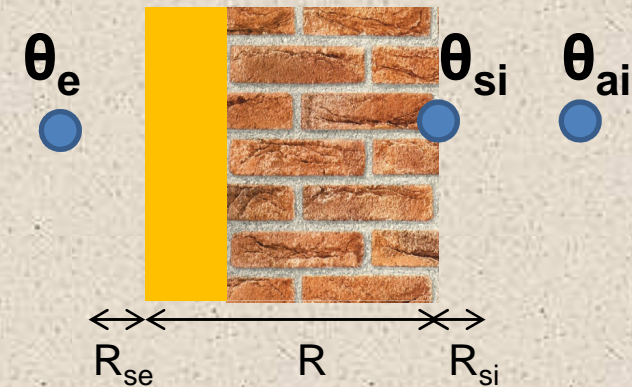
SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



DEK

- Požadavek na nejnižší povrchovou teplotu je prevencí proti těmto poruchám
- Splnění požadavku se hodnotí pomocí tzv. teplotního faktoru vnitřního povrchu $f_{R_{si}}$ (bezrozměrná veličina)

$$f_{R_{si}} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_{ai} - \theta_e} = 1 - \frac{\theta_{ai} - \theta_{si}}{\theta_{ai} - \theta_e}$$



- $f_{R_{si}} = 1$ znamená, že je povrchová teplota konstrukce stejná jako je teplota vnitřního vzduchu. Mezi stěnou a vnitřním vzduchem je teplotní odpor vyšší než 0, takže teplota povrchu je v podstatě vždy nižší, než teplota vnitřního vzduchu. Hodnota $f_{R_{si}} = 1$ je tedy spíše teoretická. Prakticky nabývá hodnot od 0 do 1.



Nejnižší vnitřní povrchová teplota

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



- Dle ČSN 73 0540-2 se stanovuje požadavek takto:

$$f_{R_{si,cr}} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot \theta_{ai}}{\theta_{ai} - \theta_{ex}} \cdot \frac{1}{1,1 - 17,269 / \ln(\varphi_{i,r} / \varphi_{si,cr})}$$

Vnitřní a venkovní
návrhové teploty

Relativní vlhkost vnitřního vzduchu
pro stanovení požadavku na vnitřní
povrchovou teplotu

80% stavební konstrukce
100% výplně

VZT

Přirozené větrání

$$\varphi_{i,r} = \varphi_i + \Delta\varphi_i$$

$$\Delta\varphi_i = 5 \%$$

$$\varphi_{i,r} = \varphi_i + 100 \cdot \Delta\varphi_r \cdot (\theta_e + 5) + \Delta\varphi_i,$$

pro stavební konstrukce nejméně však

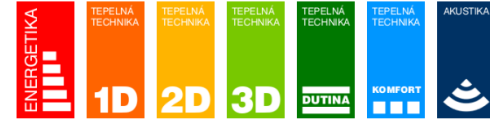
$$\varphi_{i,r} = \varphi_i - 10 + \Delta\varphi_i$$

Princip snížení návrhové relativní vlhkosti při větrání
velmi chladným vzduchem (vysušuje)



Nejnižší vnitřní povrchová teplota

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



- Pro běžné vnitřní prostředí (20°C, 50%) stanovuje požadavek v tabulce přímo norma, s jinými okrajovými podmínkami pomůže program (TT1D)

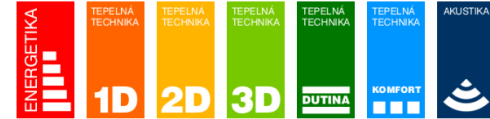
Tabulka 1 – Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi, \alpha}$ pro návrhovou relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_i = 50\%$

Konstrukce	Návrhová teplota vnitřního vzduchu θ_{si} [°C]	Návrhová venkovní teplota θ_e [°C]								
		-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21
		Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi, \alpha}$								
Stavební konstrukce	20,0	0,748	0,746	0,744	0,751	0,757	0,764	0,770	0,776	0,781
	20,3	0,750	0,747	0,745	0,752	0,759	0,765	0,771	0,777	0,782
	20,6	0,751	0,749	0,747	0,754	0,760	0,766	0,772	0,778	0,783
	20,9	0,753	0,751	0,748	0,755	0,762	0,768	0,773	0,779	0,784
	21,0	0,753	0,751	0,749	0,756	0,762	0,768	0,774	0,779	0,785
Výplň otvoru podle 3.4	20,0	0,647	0,648	0,649	0,649	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650
	20,3	0,649	0,650	0,651	0,652	0,652	0,652	0,652	0,652	0,651
	20,6	0,652	0,653	0,653	0,654	0,654	0,654	0,654	0,654	0,653
	20,9	0,654	0,655	0,655	0,656	0,656	0,656	0,656	0,655	0,655
	21,0	0,655	0,656	0,656	0,656	0,657	0,657	0,656	0,656	0,655



Nejnižší vnitřní povrchová teplota

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



- V normě je uvedena i odpovídající teplota vnitřního povrchu – lépe představitelná hodnota

Tabulka 2 – Teplota odpovídající kritickému teplotnímu faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ pro návrhovou relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_i = 50\%$

Konstrukce	Návrhová teplota vnitřního vzduchu θ_{ai} [°C]	Návrhová venkovní teplota θ_e [°C]								
		-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21
		Teplota odpovídající kritickému teplotnímu faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$								
Stavební konstrukce	20,0	11,68	11,36	11,04	11,02	11,02	11,02	11,02	11,02	11,02
	20,3	11,98	11,62	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30
	20,6	12,23	11,92	11,59	11,58	11,58	11,58	11,58	11,58	11,58
	20,9	12,53	12,21	11,85	11,86	11,86	11,86	11,86	11,86	11,86
	21,0	12,60	12,29	11,96	11,96	11,96	11,96	11,96	11,96	11,96
Výplň otvoru podle 3.4	20,0	8,35	8,03	7,72	7,36	7,05	6,70	6,35	6,00	5,65
	20,3	8,61	8,30	7,98	7,67	7,32	6,97	6,62	6,28	5,89
	20,6	8,91	8,59	8,25	7,94	7,59	7,24	6,90	6,55	6,16
	20,9	9,17	8,86	8,51	8,21	7,86	7,52	7,17	6,79	6,44
	21,0	9,27	8,96	8,62	8,27	7,97	7,62	7,24	6,90	6,51



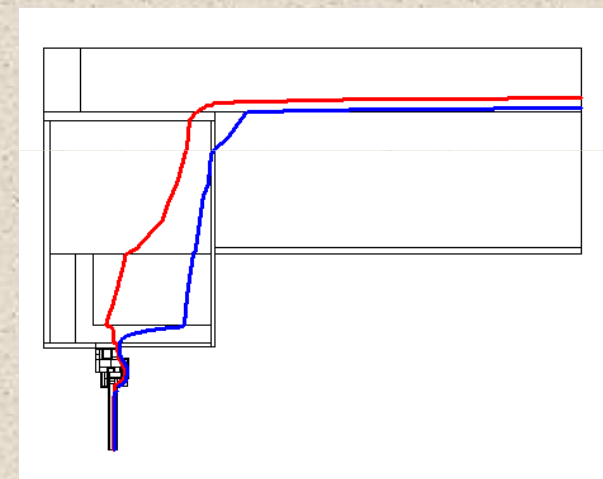
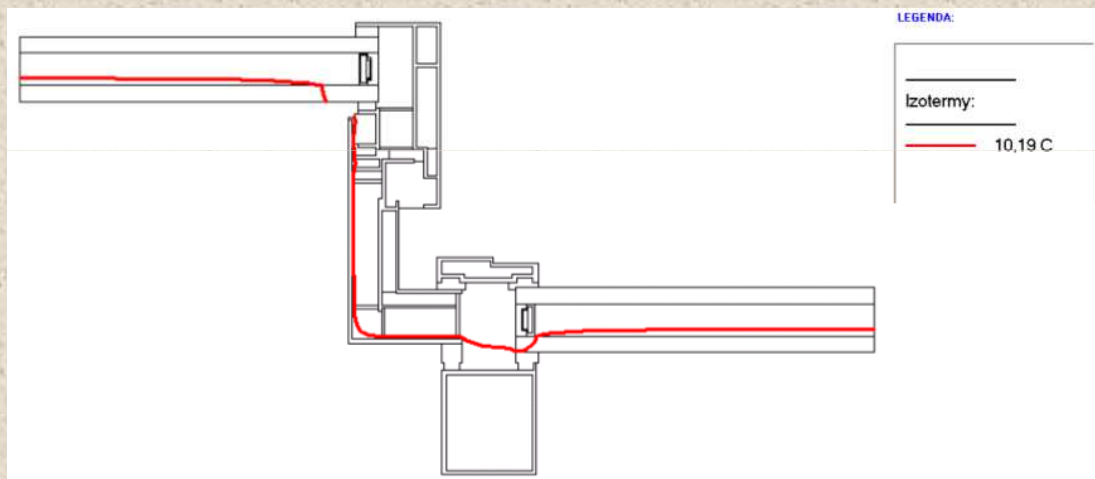
Nejnižší vnitřní povrchová teplota

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU

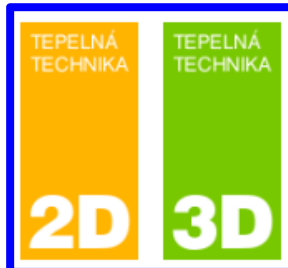


DEK

- U skladby obvykle platí, že pokud je splněn součinitel prostupu tepla, tak bude splněn požadavek i na vnitřní povrchovou teplotu
- U detailů požadavek na vnitřní povrchovou teplotu platí také, tam je ale pro výpočet potřeba využít výpočet 2D či 3D



SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



DEK



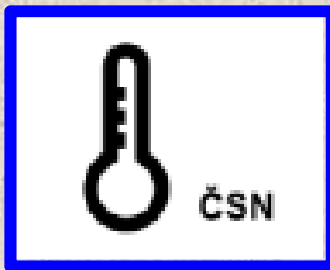
Nejnižší vnitřní povrchová teplota

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



DEK

- Obecně existují 2 typy posouzení vnitřní povrchové teploty
- Dle ČSN 73 0540-2 (pro zimní návrhové teploty – extrémní)
- Dle ČSN EN ISO 13788 (pro měsíční návrhové teploty – průměry)
- Oba postupy jsou zprogramované v aplikaci TT1D
- **Pro posouzení splnění požadavků normy se používá postup dle ČSN 73 0540-2 (výchozí nastavení programu)**





Pokles dotykové teploty podlahy

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



DEK

Požadavky na budovu jako celek



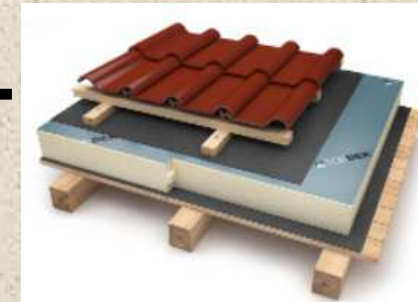
- Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy
- Celková průvzdušnost obálky budovy

Požadavky na místnost



- Letní tepelná stabilita
- Zimní tepelná stabilita

Požadavky na konstrukce



- Součinitel prostupu tepla
- Liniový a bodový číselník prostupu tepla (2D a 3D detaily)
- Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce
- Pokles dotykové teploty podlahy
- Bilance vlhkosti v konstrukci (maximální množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce)
- Konstrukční ochrana zabudovaného dřeva
- Průvzdušnost konstrukce



Pokles dotykové teploty podlahy

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



- Jedná se o 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.

Tabulka 7 – Kategorie podlah z hlediska poklesu dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$

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

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



DEK

- Požadavky norma stanovuje pro různé prostory kategorií podlahy

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.	
	učebna, kabinet	II.		
Občanská budova	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.	
	kancelář	II.		
	hotelový pokoj	II.		
	pokoj v ubytovně	III.	II.	
	sál kina, divadla	II.		
	místa pro hosty v restauraci	III.	II.	
	prodejna potravin	III.		
	Výrobní budova	trvalé pracovní místo při sedavé práci	II.	
		trvalé pracovní místo bez podlahky nebo předepsané teplé obuvi	III.	II.
sklad se stálou obsluhou		IV.	III.	



Pokles dotykové teploty podlahy

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



DEK

- Tento požadavek není potřeba řešit u podlah s kobercem a u podlah, kde je trvale udržována teplota nad 26°C (bazény)
- Podlaha s dlažbou obvykle vychází do 4. kategorie – tzn. nepoužitelné ani do chodby a kuchyně bytu ! (velmi přísné)
- Do ložnice může být lamino (podložka cca 4 mm, 2 mm obvykle na splnění požadavku nestačí)
- Posuzování zatím není součástí TT1D – předpoklad únor 2014



Bilance vlhkosti v konstrukci

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



DEK

Požadavky na budovu jako celek



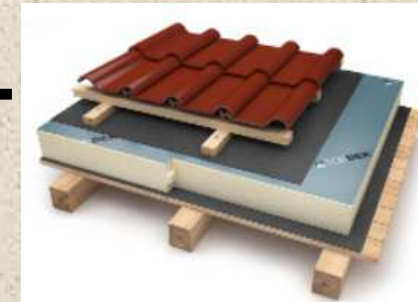
- Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy
- Celková průvzdušnost obálky budovy

Požadavky na místnost



- Letní tepelná stabilita
- Zimní tepelná stabilita

Požadavky na konstrukce

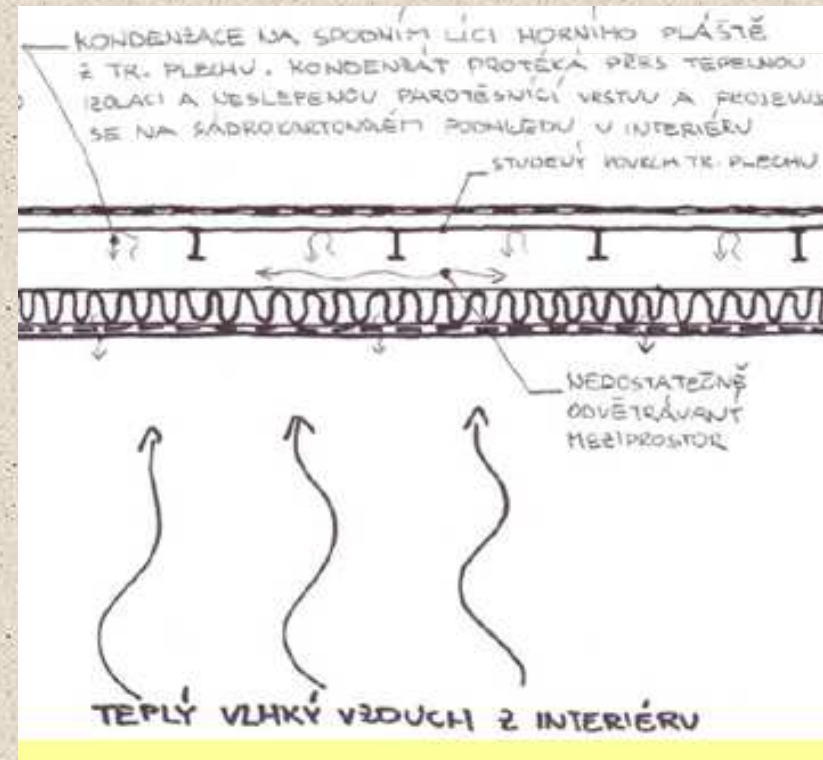


- Součinitel prostupu tepla
- Liniový a bodový činitel prostupu tepla (2D a 3D detaily)
- Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce
- Pokles dotykové teploty podlahy
- **Bilance vlhkosti v konstrukci (maximální množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce)**
- Konstrukční ochrana zabudovaného dřeva
- Průvzdušnost konstrukce

- Požadavek normy je prevencí proti nadměrné kondenzaci uvnitř konstrukce a následným vlhkostním problémům



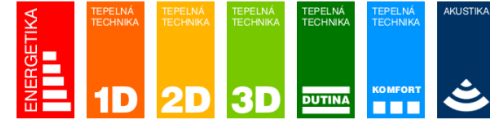
- Zásada – ekvivalentní difúzní odpor vrstev konstrukce by měl klesat směrem do exteriéru.
- Vysoký faktor difúzního odporu na vnitřní straně konstrukce (parozábrana) = nižší riziko kondenzace v konstrukci
- Vysoký faktor difúzního odporu na vnější straně konstrukce = vyšší riziko kondenzace v konstrukci



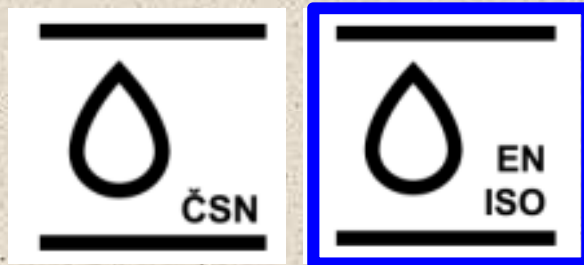


Bilance vlhkosti v konstrukci

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



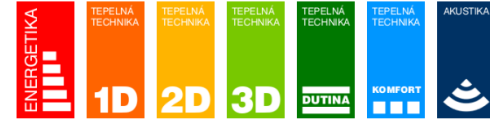
- Obecně existují 2 typy posouzení bilance vodní páry uvnitř konstrukce
- Dle ČSN 73 0540-4 (pro zimní návrhové teploty – extrémní)
- Dle ČSN EN ISO 13788 (pro měsíční návrhové teploty – průměry)
- Oba postupy jsou zprogramované v aplikaci TT1D
- **Pro posouzení splnění požadavků normy se používá postup dle ČSN EN ISO 13788 (výchozí nastavení programu)**





Bilance vlhkosti v konstrukci

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



- Norma stanovuje 2 požadavky:
 - Maximální množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce
 - Roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce
- **Maximální množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce**

6.1.2 Pro stavební konstrukci, u které kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce nehrozí její požadovanou funkci, se požaduje omezení ročního množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce M_c , v $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$, tak, aby splňovalo podmínku:

$$M_c \leq M_{c,N} \quad (21)$$

Pro jednopláškovou 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:

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

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

pro ostatní stavební konstrukce je nižší z hodnot:

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

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

Pro stavební konstrukce podle 6.1.2 zároveň platí požadavek podle 6.2.



Bilance vlhkosti v konstrukci

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



Skladba konstrukce od interiéru

Pořadí	Materiál	d [m]	λ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	ρ [kg/m ³]	μ [-]	Uvažovat ve výpočtu	+ Přidat materiál			
1.	Železobeton (2400)	0,3	1.58	1020	2400	29	Ano				
2.	SBS modifikovaný asfaltový pás P	0,004	0.21	1470	1200	30000	Ano				
3.	EPS 100	0,16	0.038	1270	25	50	Ano				
4.	SBS modifikovaný asfaltový pás P	0,007	0.21	1470	1200	30000	Ano				

Šíření vodní páry v konstrukci dle ČSN EN ISO 13788:

Měsíc	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1. rozhraní										x	0,4640	m	
g_c [kg/m ²]	0,001	0,002	0,003	0,003	0,003	0,002	0,001	-0,001	-0,002	-0,003	-0,003	-0,001	
M_a [kg/m ²]	0,001	0,003	0,005	0,008	0,011	0,013	0,013	0,013	0,010	0,007	0,004	0,003	
Povrchová kondenzace													
M_a [kg/m ²]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Celkem													
M_a [kg/m ²]	0,001	0,003	0,005	0,008	0,011	0,013	0,013	0,013	0,010	0,007	0,004	0,003	
Maximální roční množství zkondenzované vodní páry v konstrukci									$M_{c,N}$	0,100	kg/(m ² .a)		
Maximální množství kondenzátu v konstrukci									M_c	0,013	kg/(m ² .a)		
Hodnocení:	Konstrukce v hodnocení neuspěla. Maximální množství kondenzátu splňuje požadavky ČSN 73 0540-2.												



- Norma stanovuje 2 požadavky:
 - Maximální množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce
 - Roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce
- **Roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce**

6.2 Roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce

Ve stavební konstrukci s připuštěnou omezenou kondenzací vodní páry uvnitř konstrukce podle 6.1.2 nesmí v roční bilanci kondenzace a vypařování vodní páry zůstat žádné zkondenzované množství vodní páry, které by trvale zvyšovalo vlhkost konstrukce. Roční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce M_c , v $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$, tedy musí být nižší než roční množství vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce M_{ev} , v $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$.



Bilance vlhkosti v konstrukci

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



Skladba konstrukce od interiéru

Pořadí	Materiál	d [m]	λ [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	ρ [kg/m ³]	μ [-]	Uvažovat ve výpočtu	+ Přidat materiál			
1.	Železobeton (2400)	0,3	1.58	1020	2400	29	Ano				
2.	SBS modifikovaný asfaltový pás P	0,004	0.21	1470	1200	30000	Ano				
3.	EPS 100	0,16	0.038	1270	25	50	Ano				
4.	SBS modifikovaný asfaltový pás P	0,007	0.21	1470	1200	30000	Ano				

Šíření vodní páry v konstrukci dle ČSN EN ISO 13788:



Měsíc	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. rozhraní										x	0,4640	m
g_c [kg/m ²]	0,001	0,002	0,003	0,003	0,003	0,002	0,001	-0,001	-0,002	-0,003	-0,003	-0,001
M_a [kg/m ²]	0,001	0,003	0,005	0,008	0,011	0,013	0,013	0,013	0,010	0,007	0,004	0,003
Povrchová kondenzace												
M_a [kg/m ²]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Celkem												
M_a [kg/m ²]	0,001	0,003	0,005	0,008	0,011	0,013	0,013	0,013	0,010	0,007	0,004	0,003
Maximální roční množství zkondenzované vodní páry v konstrukci									$M_{c,N}$	0,100	kg/(m ² .a)	
Maximální množství kondenzátu v konstrukci									M_c	0,013	kg/(m ² .a)	
Hodnocení:	Konstrukce v hodnocení neuspěla. Maximální množství kondenzátu splňuje požadavky ČSN 73 0540-2.											



Konstrukční ochrana dřeva

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



Požadavky na budovu jako celek



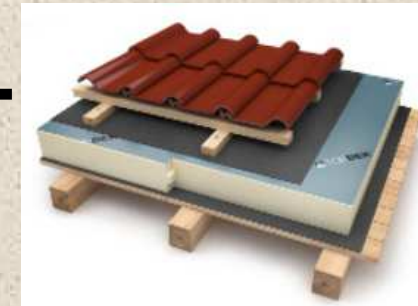
- Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy
- Celková průvzdušnost obálky budovy

Požadavky na místnost



- Letní tepelná stabilita
- Zimní tepelná stabilita

Požadavky na konstrukce



- Součinitel prostupu tepla
- Liniový a bodový činitel prostupu tepla (2D a 3D detaily)
- Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce
- Pokles dotykové teploty podlahy
- Bilance vlhkosti v konstrukci (maximální množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce)
- **Konstrukční ochrana zabudovaného dřeva**
- Průvzdušnost konstrukce



Konstrukční ochrana dřeva

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



- Požadavek normy je prevencí proti degradaci dřeva vlivem biologického napadení

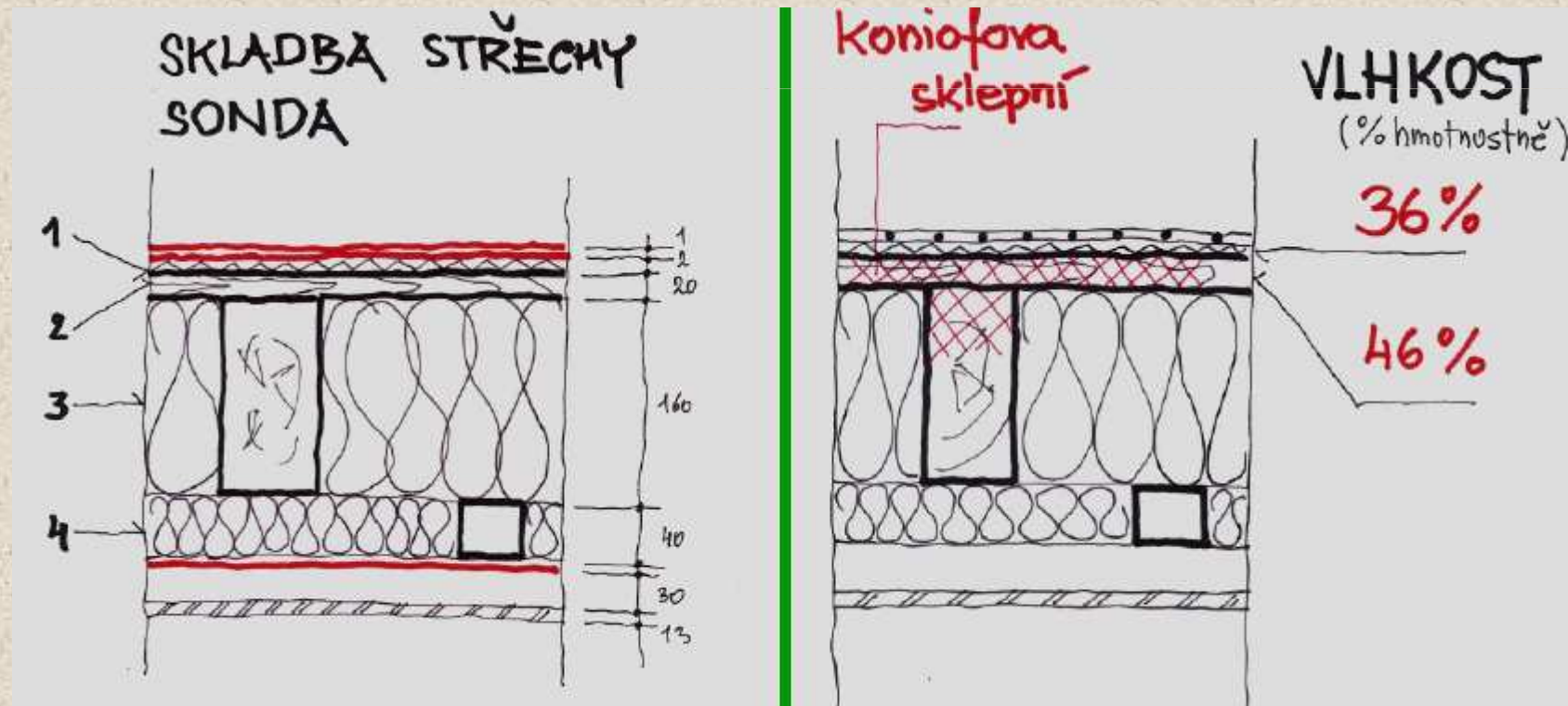




■ ČSN 73 0540-2

Při zabudování dřeva a/nebo materiálů na bázi dřeva do stavebních konstrukcí je nutné dodržet jeho dovolenou vlhkost např. podle ČSN EN 14220. Překročí-li za normových podmínek užívání rovnovážná hmotnostní vlhkost dřeva nebo materiálu na bázi dřeva 16 %, je požadovaná funkce konstrukce ohrožena.

Chyby normy – upraveno změnou Z1 již je 18%



Požadavky na budovu jako celek



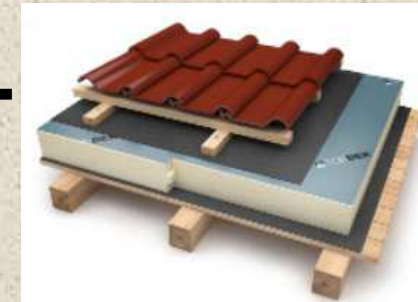
- Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy
- Celková průvzdušnost obálky budovy

Požadavky na místnost



- Letní tepelná stabilita
- Zimní tepelná stabilita

Požadavky na konstrukce

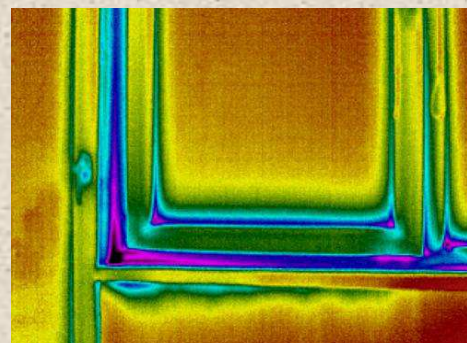
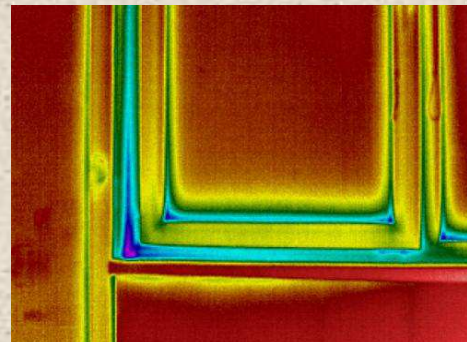
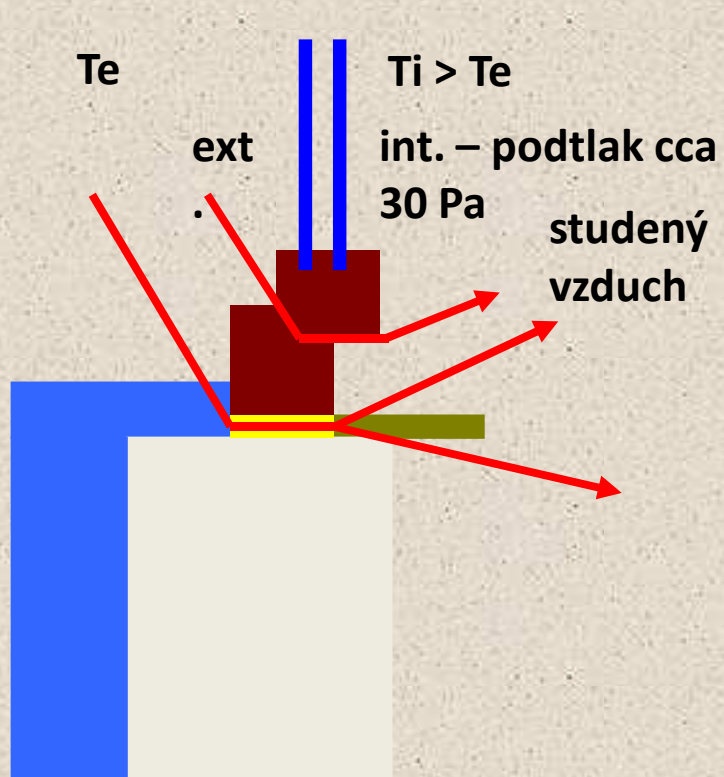


- Součinitel prostupu tepla
- Liniový a bodový činitel prostupu tepla (2D a 3D detaily)
- Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce
- Pokles dotykové teploty podlahy
- Bilance vlhkosti v konstrukci (maximální množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce)
- Konstrukční ochrana zabudovaného dřeva
- Průvzdušnost konstrukce

7.1.2 Průvzdušnost spár a netěsností ostatních konstrukcí obálky budovy

V obvodových konstrukcích se nepřipouští netěsnosti a neutěsněné spáry, kromě funkčních spár výplní otvorů a funkčních spár lehkých obvodových plášťů. Všechna napojení konstrukcí mezi sebou musí být provedena trvale vzduchotěsně podle dosažitelného stavu techniky.

- Splnění tohoto požadavku se nepočítá, ale měří



podtlak



Okrajové podmínky ČSN 73 0540-3

Návrhové parametry venkovního prostředí

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU

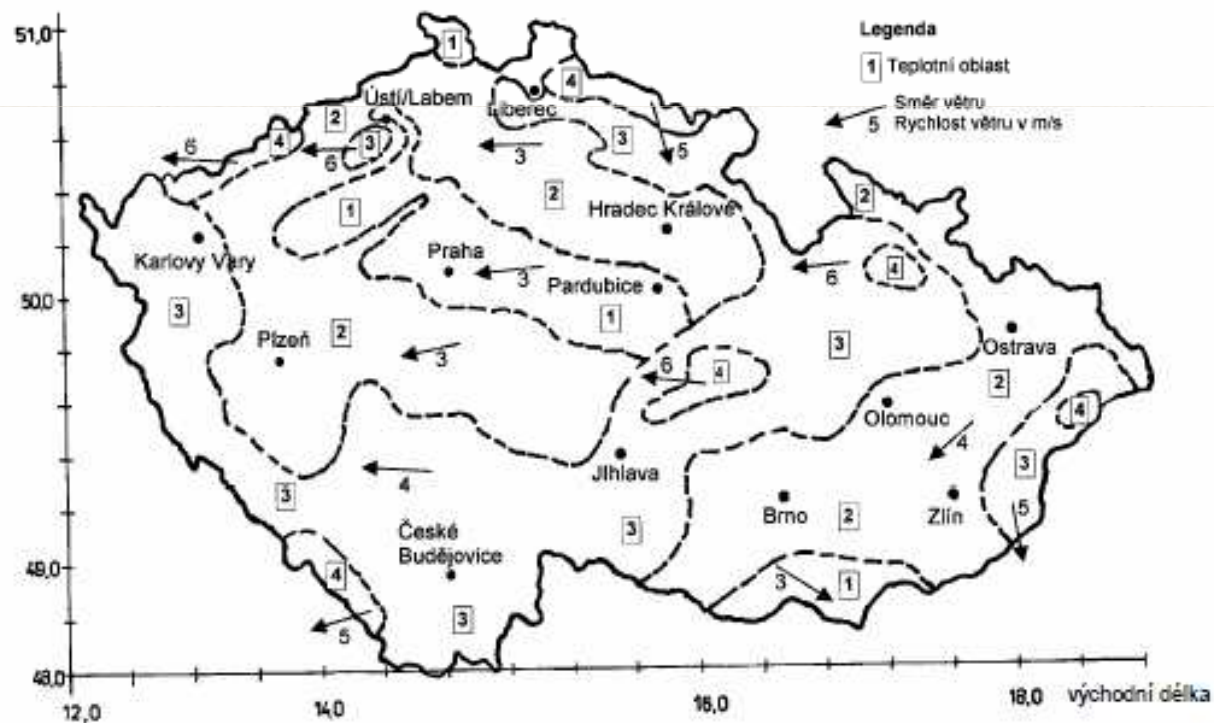


DEK

- Návrhová teplota v zimním období (extrémní) – dle ČSN 73 0540-3
- Stanovuje se dle teplotní oblasti a dle nadmořské výšky

Příloha H (normativní)

Návrhové hodnoty parametrů venkovního prostředí



Obrázek H.1 – Teplotní oblasti v zimním období, směr a rychlost převládajících větrů

Návrhové parametry venkovního prostředí

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



DEK

- Průměrné měsíční teploty venkovního vzduchu v ročním průběhu dle ČSN 73 0540-3
- Jen dle nadmořské výšky, možno interpolovat

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

Nadmořská výška místa budovy h [m n.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

Návrhové parametry vnitřního prostředí

SOFTWARE
PRO
STAVEBNÍ
FYZIKU



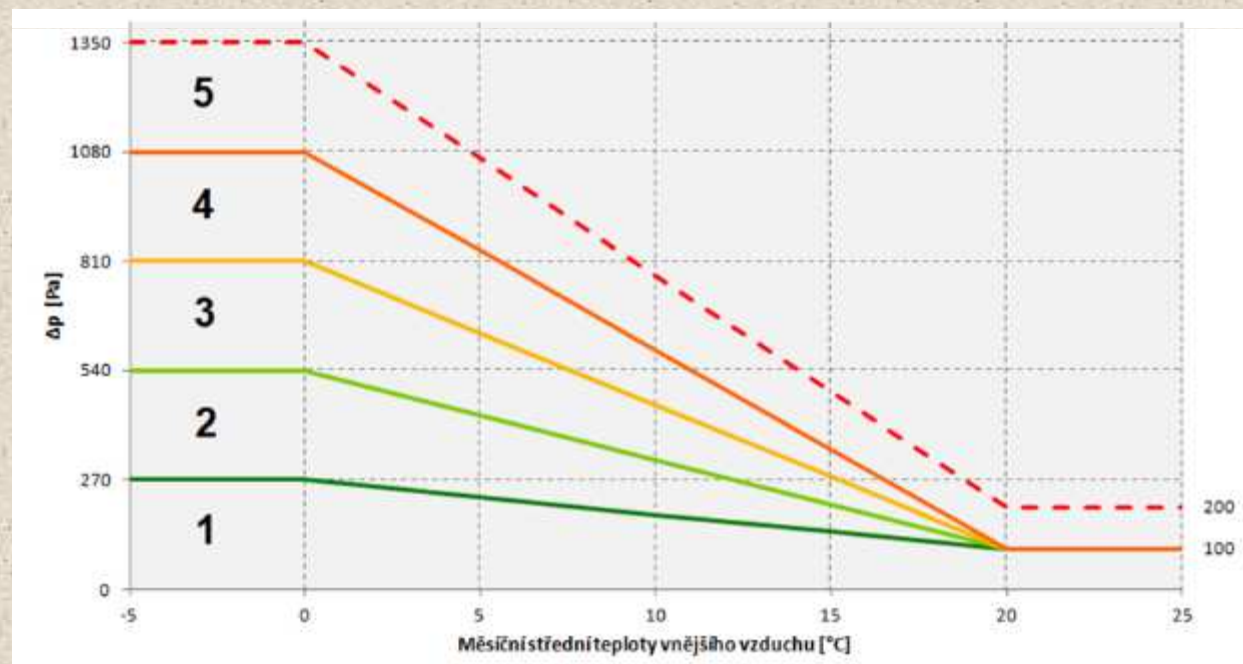
DEK

- Návrhová teplota a relativní vlhkost vnitřního prostředí – dle ČSN 73 0540-3

Druh místnosti s požadovaným stavem vnitřního prostředí	Návrhová vnitřní teplota v zimním období θ_i °C	Relativní vlhkost vnitřního vzduchu φ 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	φ ²⁾
Klozety	20	50
Vytápěné vedlejší místnosti (předsíně, chodby, aj.)	15	50
Vytápěná schodiště	10	50
1.2 Občasné užívané (rekreační) - v době provozu		
Obývací místnosti (obývací pokoje, ložnice, jídelny, jídelny s kuchyňským koutem, pracovny, dětské pokoje)	20	50
Kuchyně	20	50
Koupelny	24	φ ²⁾
Klozety	20	50
Vytápěné vedlejší místnosti (předsíně, chodby, aj.)	15	50
Vytápěná schodiště	10	50
Občasné užívané (rekreační) - mimo provoz	5	80

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.



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

- 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 měsíční střední teploty vnějšího vzduchu na základě známé produkce vodní páry, objemu a násobnosti výměny vzduchu v interiéru. Výsledná přirážka Δp se stanoví pomocí následujícího vzorce.

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

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.

