

**Stanovení základních veličin**

- podle ČSN 06 0210 [2] je území ČR rozděleno na  $\theta_e = -12^\circ\text{C}$ ,  $\theta_e = -15^\circ\text{C}$ ,  $\theta_e = -18^\circ\text{C}$ . Podrobnější údaje udává „referenční klimatický rok“
- při výpočtu stability dle ČSN 73 0540 z hlediska letního období  $\theta_{e,m} = 20,5^\circ\text{C}$
- relativní vlhkost vzduchu: pro teploty v rozmezí  $\theta_e = -21 / +25^\circ\text{C} \gg \varphi = (93\theta_e - 3153,5) / (\theta_e - 39,17)\%$
- hodnoty vnitřního prostředí závisí na druhu použití staveb. Dle ČSN 73 0540 rozlišujeme  
výpočtová vnitřní teplota  $\theta_i$   
výpočtová teplota vnitřního vzduchu  $\theta_a$   
 $\theta_a = \theta_i + 0,15U_c(\theta_e - \theta_e)$  ( $U_c$ ...součinitel prostupu tepla konstrukcí)
- hodnoty stavebních materiálů se určují z tabulek (rychlost)
- objemová hmotnost: vlhkostní stav materiálu
- součinitel tepelné vodivosti
- měrná tepelná kapacita:

**součinitel prostupu tepla**

- izolační vlastnosti stavebních k-cí (dříve tepelný odpor k-ce)
- šíření tepla: vedení (u stavebních k-cí), proudění, sálání
- vedení tepla: v pevných látkách - „Fourierův zákon“
- proudění tepla: v kapalinách a plynech - „Newtonův zákon“
- sálání tepla: přenos elektromagnetického záření
- tepelný odpor k-ce – jednorozměrné teplotní pole za ustáleného teplotního stavu  $R = d / \lambda$  ( $\text{m}^2\text{KW}^{-1}$ )  
 $R_{si}$ ...tepelný odpor na vnitřní straně ( $R_{si} = 1 / h_{si}$ )  
 $R_{se}$ ...tepelný odpor na vnější straně ( $R_{se} = 1 / h_{se}$ )  
 $h_{si}$ ...součinitel přestupu tepla na vnitřní straně (skripta 20)  
 $h_{se}$ ...součinitel přestupu tepla na vnější straně (skripta 20)
- uzavřená vzduchová vrstva – dochází k proudění a k sálání. Hodnoty z tabulky dle ČSN EN ISO 6946
- nehomogenní vrstva – (nestejnorodá) určujeme střední hodnotu součinitele tepel. vodivosti
- součinitel prostupu tepla –  $U = 1 / R_T$  ( $R_T$ ...vícevrstvá k-ce:  $R_T = R_{si} + R + R_{se}$ )
- kritériem pro normové požadavky je kritérium energetické, vyloučení stavebně-fyzikálních poruch
- dle ČSN 73 0540 relativní vlhkost  $\Phi_r \leq 60\%$ ,  $U < U_N$ , pro budovu s  $\theta_{im} = 20^\circ\text{C}$  lze hodnoty  $U_N$  najít v tabulce (ostatní výpočet)
- pro použití tabulky pro  $U_N$  dále:  
k-ce lehká do  $100\text{kgm}^{-2}$  a k-ce těžká  
pro k-ce přilehlé k zemině do vzdálenosti 1m –  $U_N$  pro stěny (skripta 24)  
nízkoenergetické domy 2/3 hodnot doporučených  
sousedně vytápěné byty s rozdílem teplot  $10^\circ\text{C}$

**výpočet obvodové stěny:**

	d(m)	$\lambda(\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1})$
omítká YTONG vnitřní	0,003	0,350
zdivo z tvárnice YTONG	0,300	0,120
omítká YTONG vnější	0,004	0,190

$R = (0,003 / 0,35) + (0,3 / 0,12) + (0,004 / 0,19) = 2,53\text{m}^2\text{KW}^{-1}$   
 $U = 1 / (1/8 + 2,53 + 1/23) = 0,37\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$   
 $U_N = 0,38\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$

**výpočet dvouplášťové střechy:**

	d(m)	$\lambda(\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1})$
sádrokarton	0,012	0,220
parozábrana Sarvanap 1000	0,001	-
izolační deska ORSIL S	0,240	0,040
difúzní fólie	0,001	-
otevřená vzduchová vrstva	-	-
tašková krytina	-	-

u k-cí s větranou mezerou uvažujeme pouze vrstvy od interiéru k vzduch. mezeře s tím, že na vnitřní i na vnější straně použijeme  $R_{si}$   
 $R = (0,012 / 0,22) + (0,24 / 0,04) = 6,05\text{m}^2\text{KW}^{-1}$   
 $U = 1 / (1/10 + 6,05 + 1/10) = 0,16\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$   
 $U_N = 0,24\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$

**výpočet podlahové k-ce na terénu:**

	d(m)	$\lambda(\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1})$
betonová mazanina 0,04	1,23	-
lepenka A400H	0,0007	-
pěnový polystyren	0,08	0,044
živičná hydroizolace	0,0044	-
podkladní beton	0,08	-
zemina	-	-

u konstrukci v kontaktu se zeminou uvažujeme vrstvy od hydroizolace směrem k vnitřnímu povrchu, dále neuvažujeme  $R_{se}$   
 $R = (0,04 / 1,23) + (0,08 / 0,044) = 1,85\text{m}^2\text{KW}^{-1}$   
 $U = 1 / (1/6 + 1,85) = 0,5\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$

jedná se o podlahovou k-ce dále jak 1m od rozhraní zeminy a vnějšího vzduchu:  $U_N = 0,6\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$  respektive  $U_N = 0,4\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$  ( $0,4 < U < 0,6$ )

### **difúze a kondenzace vodní páry**

- k difúzi vodní páry dochází tehdy, když k-ce odděluje dvě prostředí s rozdílnými tlaky vodní páry (vzorce ve skriptech)
- zjištění výskytu kondenzace vodní páry se provádí pro okrajové podmínky (zimní období)
- pokud podíl otvorů činí více jak 1% celkové plochy (např. fólie) je tato fólie nefunkční z hlediska difúzních vlastností
- pokud v k-ci dochází ke kondenzaci, provádí se roční bilance
  - A) výpočet bez vlivu slunečního záření (např. dvouplášťové střešní k-ce)
  - B) s vlivem slunečního záření (např. jednoplášťové střešní k-ce)
- výsledná početní hodnota roční bilance je buď aktivní (kladná): veškerá vlhkost zkondenzovaná v průběhu ročního cyklu se během téhož cyklu vypaří nebo je pasivní: nedokáže se vypařit a dochází k hromadění zkondenzované vlhkosti uvnitř k-ce
- v případě, že dochází ke kondenzaci:
  - nesmí ohrozit funkci k-ce
  - roční bilance kondenzace a vypařování musí být aktivní
  - ročně zkondenzované množství nesmí přesáhnout normativní limit
- zásady navrhování:
  - správné řazení vrstev, kdy difúzní odpor vrstev klesá směrem od vnitřního povrchu (největší difúzní odpor na vnitřním líci) – v praxi těžko dosažitelné

### **nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce**

- poklesem vnitřní povrchové teploty k-ce pod teplotu rosného bodu vnitřního vzduchu vzniká kondenzace vodní páry
- vlhkost vnitřního vzduchu přesahuje 80% vznikají plísně
- většinou se nejedná o jednosměrné šíření tepla, ale o dvojrozměrné, příp. trojrozměrné – používá se termín tepelný most
- jednosměrné šíření tepla: pro ideální fragment k-ce, lze řešit i graficky
- dvojrozměrné šíření tepla: vychází z druhého „Fourierova zákona“. Vychází z pravouhlé sítě a soustavy diferenčních lineárních rovnic → nutnost PC ☺
- trojrozměrné šíření tepla: není příliš obvyklé (náročné i na PC)
- normové požadavky – vnitřní povrchová teplota v lbovou. bodě k-ce  $\theta_{si} \geq \theta_{sIN}$
- pro stavební k-ce je kritická vnitřní povrchová vlhkost  $\Phi_{si,cr} = 80\%$ , pro výplně otvorů  $\Phi_{si,cr} = 100\%$ , pro vzduchovou mezeru  $\Phi_{si,cr} = 90\%$
- k výpočtu se používá program AREA
- izoterma: křivka závislosti objemu na tlaku při stálé teplotě

### **pokles dotykové teploty podlahové konstrukce**

- podlahu hodnotíme z hlediska kontaktního ochlazovacího účinku na lidský organismus
- tepelná jímavost se určuje pro zimní období
- okrajové podmínky: počáteční teplota povrchu nohy  $\theta_k = 33^\circ\text{C}$ , doba kontaktu nohy s podlahou  $t = 600\text{s}$
- podle schopnosti podlahy odnímat teplo:
  - studená podlahy – dochází k dalšímu pozvolnějšímu poklesu kontaktní teploty
  - teplé podlahy – dochází k nárůstu kontaktní teploty
- hodnotu poklesu dotykové teploty podlahové k-ce určíme z tepelné jímavosti podlahové k-ce, která je rovna tepelné jímavosti horního povrchu nášlapné vrstvy
- nejnižší vrstva podlahové k-ce:
  - u podlah na terénu vrstva nad hydroizolací
  - u ostatních vrstva stropní k-ce
- členění podlahových k-cí do čtyř kategorií:
  - velmi teplá (dětský pokoj, ložnice, ...) do  $3,8^\circ\text{C}$
  - teplá (obývací pokoj, pracovna, kuchyň, ...) od  $3,8^\circ\text{C}$  d  $5,5^\circ\text{C}$
  - méně teplá (koupelna, WC, předstíň, ...) od  $5,5^\circ\text{C}$  d  $6,9^\circ\text{C}$
  - studená (budovy a místnosti bez požadavků) od  $6,9^\circ\text{C}$
- pokles dotykové teploty se nemusí ověřovat s celoplošnou vrstvou textilní podlahoviny a u podlah s povrchovou teplotou trvale vyšší než  $26^\circ\text{C}$

### **tepelná stabilita místností v letním období**

- zkoumá chování vnitřního prostoru v případě, že je místnost v letním období osluněna a dochází k nárůstu teploty vnitřního vzduchu → přehřívání
- výpočet se provádí pro tzv. kritickou místnost (orientace: východ, západ, jih, jihovýchod, jihozápad)
- kritéria pro hodnocení dle ČSN 73 0540-2 obě mají stejnou váhu
  - nejvyšší denní vzestup teploty vzduchu v místnosti  $\Delta\theta_{ai,max}$
  - nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti  $\theta_{ai,max}$
- normové požadavky jsou uvedené v tabulce a musejí být vždy vyšší nebo rovné než vypočtené budovy s klimatizací ( $\Delta\theta_{ai,max} \leq 12^\circ\text{C}$  nebo  $\theta_{ai,max} \leq 32^\circ\text{C}$ )

### **tepelná stabilita místností v zimním období**

- zabývá se chováním místnosti v zimním období v době přerušení vytápění (otopná přestávka, havárie...)
- hodnotícím kritériem je pokles teploty v místnosti, hodnotí se kritická místnost, která se nemusí shodovat s místností pro letní stabilitu
- konstrukce dělíme na:
  - symetricky chladnoucí k-ce – rozdělují prostory, jejichž teploty se na počátku chladnutí neliší o více než  $5^\circ\text{C}$  (vnitřní)
  - nesymetricky chladnoucí k-ce - rozdělují prostory, jejichž teploty se na počátku chladnutí liší o více než  $5^\circ\text{C}$  (obvodové, vnitřní)
  - konstrukce polonekonečné – k-ce v kontaktu se zemí (pokles teploty pouze na vnitřní straně)
- budovy s pružnou otopnou soustavou (minimum akumulčních k-cí, solární tepelné zisky,...) neoptimálnější způsob vytápění

### **stavebně energetické vlastnosti budov**

- metodika hodnocení: dříve tepelná charakteristika budovy, dnes měrná potřeba tepla vytápění budovy → nový pojem
- hodnocení u novostaveb:
  - plocha tvorových výplní nepřekročí 15% plochy celkové podlahové, lze objekt hodnotit pomocí součinitele prostupu tepla  $U_N$
  - pokud plocha přesáhne 15% je třeba použít k hodnocení průměrný součinitel prostupu tepla  $U_{em}$
- umístění stavby ovlivňuje: teplota vnějšího vzduchu, rychlost větru (ne: uzavřená údolí, severní svah, solitérní umístění, otevřená krajina)
- geometrické řešení objektu ovlivňuje: tepelnou ztrátu s rostoucí plochou obalových k-cí
- dispoziční řešení ovlivňuje: vztah ke světovým stranám, vztah mezi vytápěnými a nevytápěnými místnostmi, průsvitné k-ce na jihu, nevytápěné zóny na sever – vytápěné na jih