

# TEPELNÁ OCHRANA BUDOV A ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV



Ing. Tomáš Kupsa | vedoucí projektu DEKSOFT  
tomas.kupsa@dek-cz.com | 731 544 925

V dnešní době slyšíme o nutnosti snižování energetické náročnosti na každém kroku. Mluví se o nedostatku neobnovitelných zdrojů energie a tedy nutnosti těmito zdroji šetřit. Také se mluví o globálním oteplování způsobeném spalováním fosilních paliv a tedy nutnosti spalovat těchto paliv méně. V neposlední řadě se mluví o energetické bezpečnosti a tedy nutnosti dodávat méně energie a energetických zdrojů z politicky i jinak nestabilních regionů. Pro snižování energetické náročnosti se připravují různé vize nebo akční plány, uzavírají se nadnárodní dohody.

Udává se, že budovy se na celkové energetické náročnosti podílejí přibližně ze 30% (viz obr./01/), proto se snižování energetické náročnosti nevyhnutelně musí

týkat i jich. Byli jsme svědky postupného zavádění pojmů, jako jsou nízkoenergetické domy, pasivní domy nebo dokonce budovy s téměř nulovou spotřebou energie. Postupně jsou zaváděny povinnosti pro tvorbu různých dokumentů hodnotících energetickou náročnost (energetické audity, průkazy energetické náročnosti budov, energetické posudky) a také požadavky na energetickou náročnost budov. Zpříšňují se také energetické požadavky na konstrukce budov, jako je například součinitel prostupu tepla.

V první, energetické, části tohoto příspěvku se budeme zabývat současným legislativním stavem v oblasti energetické náročnosti budov. Shrňeme si, kdy je nutné zpracovávat jednotlivé průkazy energetické náročnosti budov a jaké

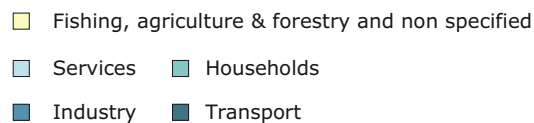
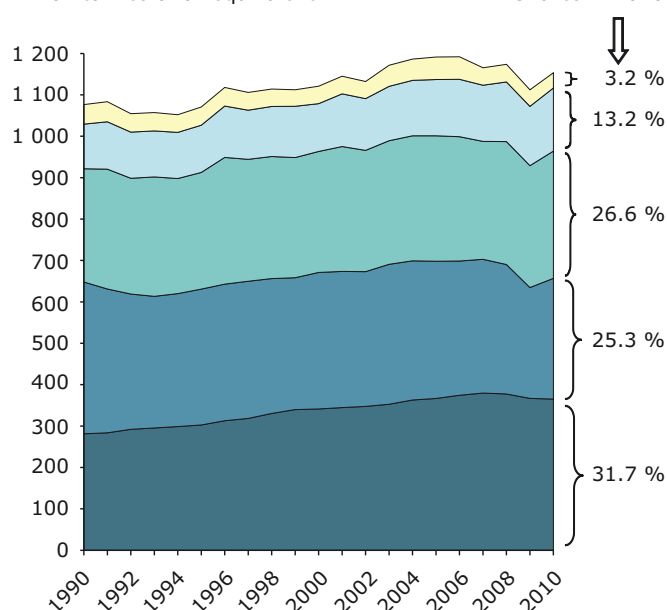
jsou současně platné požadavky na energetickou náročnost budov. Také se zastavíme u aktuálně připravovaných legislativních změn, zejména u novely zákona 406/2000 Sb., o hospodaření energií. V únoru tohoto roku byly poslaneckou sněmovnou schváleny dlouho připravované úpravy tohoto zákona, ale také některé okamžité pozměňovací návrhy. Podíváme se na některé tyto úpravy podrobněji a rozebereme, co tyto změny budou znamenat pro praxi.

V druhé, tepelnotechnické, části příspěvku se zamyslíme nad tím, jak zpříšňující se požadavky na energetickou náročnost ovlivňují obor tepelná ochrana budov. Ruku v ruce se snižováním energetické náročnosti se zvyšují požadavky na tepelný odpor obálky budovy. V této souvislosti by se mohlo zdát,

## Total final energy consumption

Million tonnes of oil equivalent

Shares in 2010



01 | Celková energetická spotřeba v EU po sektorech

že zvyšování tepelného odporu jednotlivých konstrukcí automaticky vyřeší i některé hygienické problémy související s tepelnou ochranou budov, že již nebude docházet k růstu plísní na vnitřních površích konstrukcí ani ke kondenzaci na výplních otvorů. Ukazuje se však, že to není pravda. Plísně ani kondenzace na povrchu konstrukcí obecně nezmizely. Vyšší tepelný odpor konstrukcí samozřejmě snižuje riziko těchto vlhkostních poruch, na scéně jsou ale další důsledky snižování energetické náročnosti. Budovy jsou například těsnější, to samozřejmě ovlivňuje vlhkostní režim uvnitř budov. U budov s nevhodným větráním může být negativní vliv zvýšené vlhkosti vnitřního vzduchu větší, než je pozitivní vliv zvýšeného tepelného odporu. Obor tepelná ochrana tedy čeká řada nových výzev. Toto zamýšlení doplníme o současné aktuality v oboru. Zmíníme se o přípravě revize normy ČSN 73 0540-3, *Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin*.

## ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV

### SOUČASNÉ POVINNOSTI ZPRACOVAT PENB

V České republice požadavky na energetickou náročnost budov

stanovuje zákon 406/2000 Sb., *o hospodaření energií*. V roce 2006 vešla v platnost novela tohoto zákona pod číslem 177/2006 Sb., s účinností od 1. 1. 2009, kterou byly zapracovány požadavky evropské směrnice 2002/91/ES *o energetické náročnosti budov* z 16. prosince 2002. Do naší legislativy byl zaveden pojem Průkaz energetické náročnosti budov (PENB) a bylo stanoveno, kdo, kdy a při jakém účelu musí nechat zpracovat PENB. Od 1. 1. 2009 měl povinnost zpracovat PENB stavebník, vlastník budovy nebo společenství vlastníků jednotek, a to v případě výstavby nové budovy nebo při větší změně dokončené budovy s celkovou podlahovou plochou nad 1000 m<sup>2</sup>.

Už tehdy bylo v souladu se směrnicí 2002/91/ES do zákona 406/2000 Sb. zapracována i povinnost zpracovat PENB při prodeji nebo nájmu budov nebo jejich částí. Tato povinnost však byla relativizována, a tedy de facto zrušena poslaneckým pozměňovacím návrhem. Ten stanovil povinnost PENB při prodeji nebo pronájmu jen pro případy, kdy zároveň probíhá výstavba této budovy nebo její větší obnova. Plnohodnotné zavedení požadavku PENB při prodeji a pronájmu přišlo až s novelou zákona 406/2000 Sb. s číslem 318/2012 Sb. U prodeje

a pronájmu ucelených částí budov byla stanovena možnost nahradit PENB vyúčtováním spotřeb energií za poslední 3 roky. Novelou 318/2012 Sb. byla také zavedena povinnost PENB na užívané bytové a administrativní budovy a na budovy užívané orgánem veřejné moci. Přehled povinnosti zpracovat PENB je na obrázku /02/.

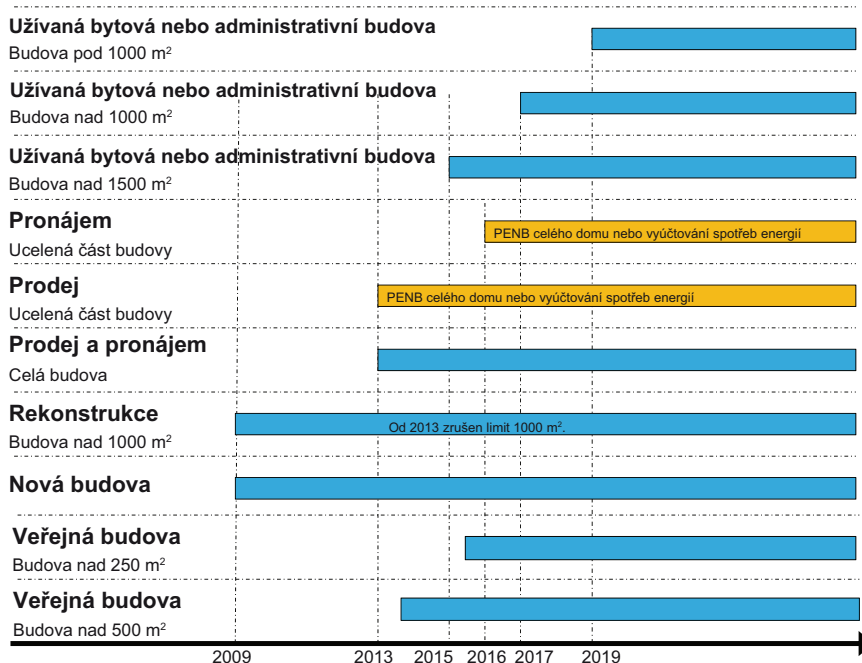
### ZKUŠENOSTI S DODRŽOVÁNÍM POVINNOSTI NECHAT ZPRACOVAT PENB

Povinnost zpracovávat PENB na novostavby a větší změny dokončených budov je od zavedení povinnosti od 1. 1. 2009 dodržována. PENB pro tyto účely musí být součástí projektové dokumentace ke stavebnímu řízení a stavební úřady jej vyžadují.

Při prodeji a pronájmu budov je zkušenost s dodržováním povinnosti zpracovávat PENB poněkud jiná. Zákon 406/2000 Sb. ukládá povinnost při prodeji a pronájmu nejen nechat zpracovat PENB a předat jej kupujícímu nejpozději v době podpisu smlouvy o prodeji nebo pronájmu, ale také zajistit uvedení ukazatelů energetické náročnosti uvedených v průkazu v informačních a reklamních materiálech při prodeji nebo pronájmu budovy. Při pohledu na inzeráty a reklamy najdeme tyto údaje o energetické náročnosti velmi zřídka. V tomto případě není PENB součástí projektové dokumentace, kterou by vždy posuzoval orgán veřejné správy. Státní energetická inspekce (SEI) provádí pouze namátkové kontroly majitelů prodávaných nemovitostí. Účinnost kontrol navíc komplikuje fakt, že SEI neumí účinně kontrolovat majitele, kteří prodávají svou nemovitost přes zprostředkovatele, tedy realitní kancelář. Obecně se uvádí, že povinnost PENB je v případě prodeje a pronájmu budov plněna jen v přibližně v 10% případech. Při pohledu na nabídky nemovitostí realitních kanceláří se zdá, že je toto procento ještě nižší.

Hlavním účelem povinnosti předkládat PENB při prodeji a pronájmu mělo být informování kupujícího o energetické náročnosti

02| Povinnosti zpracovat PENB dle 406/2000 Sb.



budovy. Tuto informaci má kupující dostávat ve formě grafického vyjádření třídy energetické náročnosti, tedy v obdobné formě, na jakou jsme si již zvykli u elektrických spotřebičů nebo u žárovek a zářivek. Je jenom na kupujícím, jestli tento parametr ve výběru nemovitosti zohlední nebo nikoli. Vzhledem k tomu, že informace o energetické náročnosti budov v inzerátech zpravidla uváděny nejsou, hlavní účel PENB pro prodej a pronájem budov zůstal nenaplněn.

NÁVRH NOVELY ZÁKONA  
406/2000 SB. ZE ZÁŘÍ ROKU 2014

Dne 3.9.2014 předložila vláda sněmovně návrh novely zákona 406/2000 Sb. Návrh této novely obsahoval mimo jiné také úpravy § 7a Průkaz energetické náročnosti, kde jsou stanoveny povinnosti zpracovat PENB. Navržené úpravy reagují na výše popsané problémy s plněním povinnosti zpracovat PENB při prodeji a pronájmu.

Návrh zákona například zavádí povinnosti také pro zprostředkovatele prodeje, tedy realitní kanceláře. V případě prodeje nebo pronájmu budovy nebo ucelené části budovy prostřednictvím zprostředkovatele musí vlastník budovy předat grafickou část průkazu zprostředkovateli a ten uvede klasifikační třídu ukazatele energetické náročnosti v informačních a reklamních materiálech. Pokud zprostředkovatel prodeje nebo pronájmu neobdrží grafickou část průkazu, uvede v reklamních a informačních materiálech nejhorší klasifikační třídu, třídu G. Pokud realitní kancelář klasifikační třídu neuvede, hrozí jí sankce až 100 000 Kč. Pro realitní kanceláře by to nemělo znamenat žádnou zásadní komplikaci. Buď realitní kancelář PENB od majitele budovy dostane a vystaví klasifikační třídu dle PENB, nebo PENB nedostane a vystaví kategorii G. Tato povinnost zřejmě zajistí, že u všech prodáváných a pronajímaných budov bude nově dostupná informace o energetické náročnosti. Lze očekávat, že minimálně těsně po případném schválení novely, bude většina

budov v kategorii G – tedy mimořádně nevhodná. Nebude to ani tak dáno skutečným stavem budovy, ale tím, že majitel nepředal PENB zprostředkovateli prodeje. Také lze očekávat, že se postupem času začne počet budov v kategorii G snižovat tím, že se zvýší počet zpracovaných PENB.

Návrh zákona také omezuje nutnost zpracovat PENB u prodáváných a pronajímaných budov. Nově majitel budovy nebude muset PENB zpracovávat, pokud prodává nebo pronajímá budovu postavenou před 1.1.1947, u které nebyla od tohoto data provedena větší změna dokončené budovy. Na tomto se ale musí obě strany, prodávající a kupující, nebo nájemce a pronajímatel, písemně dohodnout. Návrhem zákona se také upřesňují kontroly Státní energetickou inspekcí. Zákon zavazuje SEI každoročně zkontrolovat tolik PENB, jejichž počet odpovídá alespoň jedné dvacetině průkazů vydaných v předcházejícím kalendářním roce.

PROCES SCHVALOVÁNÍ NOVELY  
ZÁKONA 406/2000 SB.

Dne 29.10.2014 prošel vládní návrh novely zákona prvním čtením v poslanecké sněmovně. Návrh zákona byl přikázán k projednání výborům. Hospodářský výbor projednal návrh zákona 19.1.2015 a vydal usnesení, ve kterém návrh doporučuje Poslanecké sněmovně Parlamentu ČR schválit. Druhé čtení návrhu zákona proběhlo 20.1.2015. Na schůzi Poslanecké sněmovny byly nad rámec dříve navržených a široce prokonzultovaných úprav zákona navrženy také nové pozměňovací návrhy. Jeden z nich byl poměrně zásadní, protože navrhl celkové zrušení požadavku zpracovat PENB na užívané bytové domy a administrativní budovy. Dne 11.2.2015 byl ve třetím čtení zákon včetně pozměňovacích návrhů schválen. Pro schválení zákona již chybí pouze schválení senátem a prezidentem. Účinnost zákona se předpokládá od 1.7.2015.

*Pozn. V době psaní tohoto článku ještě není znám výsledek projednání senátem.*

Pozměňovací návrh na zrušení

požadavku zpracovat PENB na užívané bytové domy a administrativní budovy odbornou veřejnost velmi překvapil. Návrh na zrušení povinnosti se totiž objevil v době, kdy již povinnost u bytových a administrativních budov nad 1500 m<sup>2</sup> měla být splněna (povinnost zpracovat PENB do 1.1.2015). Zrušení tohoto požadavku se již nedotkne těch, kteří poctivě PENB dle zákona nechali zpracovat, pouze „omilostní“ ty, co zákonnou povinnost nesplnili.

V praxi se zrušení požadavku zpracovat PENB na užívané bytové domy a administrativní budovy částečně projeví i na realitním trhu. V obrázku /02/ je uvedeno, že při prodeji a pronájmu části budovy (například bytu nebo kanceláře) je možné nahradit PENB vyúčtováním spotřeb energií za poslední 3 roky. Tato výjimka měla být v podstatě jen přechodná. Požadavek na PENB na užívané bytové domy a administrativní budovy měl totiž zajistit, že k 1.1.2019 již měly mít všechny bytové a administrativní budovy svůj PENB, který by byl použitelný i při prodeji či pronájmu ucelené části. Inzeráty na prodávané nebo pronajímané byty by tak mohly obsahovat stejný štítek s kategorií energetické náročnosti jako celé budovy a nebylo by již nutné při prodeji a pronájmu bytu či kanceláře dokládat spotřeby energií. Se zrušením výše uvedeného požadavku se této povinnosti nezbavíme a kupující bude ochuzen o jednu podstatnou informaci o bytu či kanceláři.

## TEPELNÁ OCHRANA BUDOV

NENÍ POŽADAVEK NA VNITŘNÍ  
POVRCHOVOU TEPLITU JIŽ  
NADBYTEČNÝ?

V této části článku se pokusíme ukázat, jaký vliv měly normové požadavky na tepelný odpor konstrukcí na eliminaci rizika povrchové kondenzace a rizika růstu plísní. Také se chceme zamyslet nad tím, jestli už v dnešní době přísných požadavků na tepelný odpor není požadavek na vnitřní povrchovou teplotu nadbytečný.

V roce 1962 byla v Československu

vydána první norma ČSN s požadavky na tepelnou ochranu budov. Tato norma stanovila požadavky na tepelný odpor konstrukcí obálky budovy. Z dnešního pohledu se jednalo o velmi mírné požadavky. Například požadavek na tepelný odpor vnější stěny byl stanoven na 0,7 m<sup>2</sup>.K/W. To odpovídá požadovanému součiniteli prostupu tepla 1,09 W/m<sup>2</sup>.K. Požadavek splňovala stěna z plných pálených cihel o tloušťce 45 cm. O 15 let později, v roce 1977 byla norma novelizována a byly poprvé zpřísněny požadavky na tepelný odpor. Obvodová stěna již musela mít tepelný odpor 0,95 m<sup>2</sup>.K/W. To odpovídá požadovanému součiniteli prostupu tepla 0,89 W/m<sup>2</sup>.K. Požadavek splňovala stěna z plných pálených cihel o minimální tloušťce 66 cm.

V této době se požadavky na tepelný odpor konstrukcí stanovovaly zejména s důvodu eliminace negativních vlhkostních jevů na povrchu konstrukcí, zejména vzniku povrchové kondenzace. Z tabulky /01/ můžeme zjistit, že splněním požadavku z roku 1962 na tepelný odpor stěny byla vyloučena povrchová kondenzace při maximální relativní vlhkosti vnitřního vzduchu v zimním období 45%, v roce 1977 dokonce

při vlhkosti 55%. Konstrukce obálky budovy, a to zejména okna, byly v této době poměrně netěsné. Vnitřní prostory byly těmito netěsnostmi poměrně intenzivně větrány. Tento fakt se sice podílel na poměrně vysoké spotřebě energie na krytí tepelných ztrát větráním, ale zároveň bylo v zimním období zajištěno účinné odvlhčení vnitřního vzduchu. Relativní vlhkost vnitřního vzduchu byla tedy zpravidla výrazně nižší než výše uvedené mezní relativní vlhkosti. Při splnění tehdejších požadavků na tepelný odpor tedy zpravidla nehrozila povrchová kondenzace.

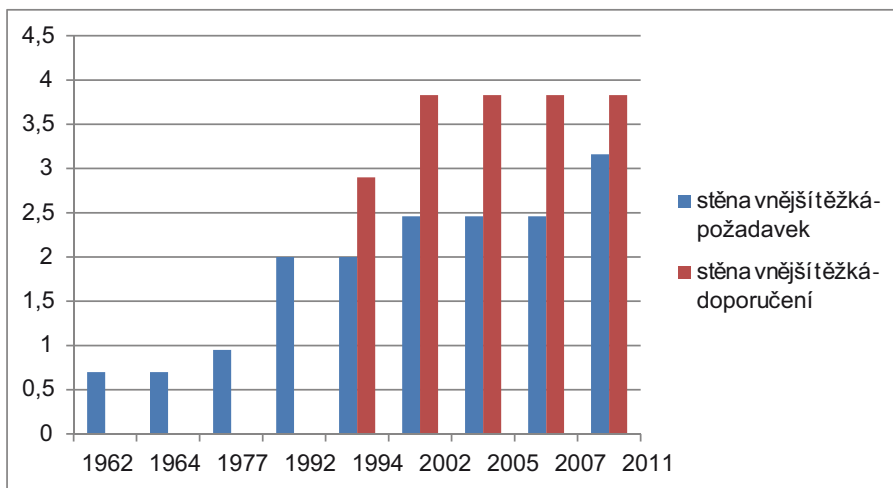
Další zpřísnění požadavků na tepelný odpor konstrukcí obálky budovy se odehrávalo až po sametové revoluci. K revizím normy došlo postupně v roce 1992, 1994, 2002, 2005, 2007 a naposledy v roce 2011. Již první revizí v roce 1992 došlo k dramatickému zpřísnění požadavků na tepelný odpor. Například požadavek na vnější obvodovou stěnu se zvýšil více než dvojnásobně. To se již začala projevovat snaha o snižování energetické náročnosti. V roce 1994 byly zavedeny vedle požadovaných hodnot tepelného odporu také hodnoty doporučené. Tepelný odpor konstrukcí se začal řešit pomocí jeho „převrácené“ hodnoty, součinitele prostupu tepla se

započtením přestupových odporů. K dalšímu významnému zpřísnění požadavků na součinitel prostupu tepla došlo v roce 2002. Od té doby jsou změny požadavků na jednotlivé konstrukce pouze mírné. Zvyšují se však doporučené hodnoty na součinitel prostupu tepla, resp. zavádějí se nová doporučení pro nízkoenergetické a pasivní domy. Příklad vývoje požadavků a doporučení na tepelný odpor pro vnější obvodovou stěnu je uveden na obrázku /03/.

Při pohledu do tabulky /01/ je zřejmé, že pokud konstrukce splňuje požadavek na tepelný odpor dle ČSN z roku 1992, prakticky pro běžné vnitřní prostředí nehrozí povrchová kondenzace na vnitřním povrchu konstrukcí, a to ani při relativních vlhkostech vnitřního vzduchu v zimním období kolem 70%. V této době se však již nespokojíme s vyloučením kondenzace. Při posuzování vnitřní povrchové teploty již pro nás není limitní 100% relativní vlhkost, při které dochází ke kondenzaci, ale relativní vlhkost 80%, při které hrozí riziko růstu plísní. I toto kritérium vychází pro konstrukce splňující požadavek na tepelný odpor příznivě. Při pohledu do tabulky /02/ vidíme, že riziko růstu plísní nehrozí v ploše konstrukcí splňujících požadavek na tepelný odpor platný

Tabulka 01 | Vyloučení povrchové kondenzace konstrukcemi splňující v dané době platné požadavky na tepelný odpor dle normy ČSN 73 0540-2

Posouzení vnitřní povrchové teploty v ploše konstrukce 1D	Relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\phi_i$							
	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%
Požadavek na nejnižší povrchovou teplotu pro vyloučení povrchové kondenzace $\theta_{si, \min, 100}$	5,8 °C	7,6 °C	9,3 °C	10,8 °C	12,2 °C	13,4 °C	14,7 °C	15,8 °C
1962: R = 0,7 m <sup>2</sup> .K/W Cihla plná tl. 45 cm $\theta_{si} = 9,5$ °C	ANO	ANO	ANO	NE	NE	NE	NE	NE
1977: R = 0,95 m <sup>2</sup> .K/W Cihla plná tl. 66 cm $\theta_{si} = 12,2$ °C	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	NE	NE	NE
1992: R = 2,00 m <sup>2</sup> .K/W Cihla plná tl. 154 cm $\theta_{si} = 16,5$ °C	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
2002: R = 2,46 m <sup>2</sup> .K/W Cihla plná tl. 193 cm $\theta_{si} = 17,3$ °C	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
2011: R = 3,16 m <sup>2</sup> .K/W Cihla plná tl. 252 cm $\theta_{si} = 18,1$ °C	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Pozn. Pro výpočet požadavku na minimální vnitřní povrchovou teplotu (resp. kritického faktoru vnitřního povrchu) byl použit vzorec z normy ČSN 73 0540-2:2011, odstavec 5.1.4. Hodnota $\phi_{i,r}$ byla uvažována přímo dle této tabulky. Nebylo uvažováno se snižováním relativní vlhkosti vlivem větrání vnitřního prostoru suchým venkovním vzduchem ani s bezpečností přírůzkou $\Delta\phi_i$ .								



03| Vývoj požadované a doporučené hodnoty tepelného odporu R [m².K/W] vnější těžké stěny od roku 1962

v roce 1992 až do limitní relativní vlhkosti vnitřního vzduchu 55%. V ploše konstrukcí splňujících požadavek na tepelný odpor platný v roce 2002 a později nehrozí růst plísní až do limitní relativní vlhkosti vnitřního vzduchu 60%.

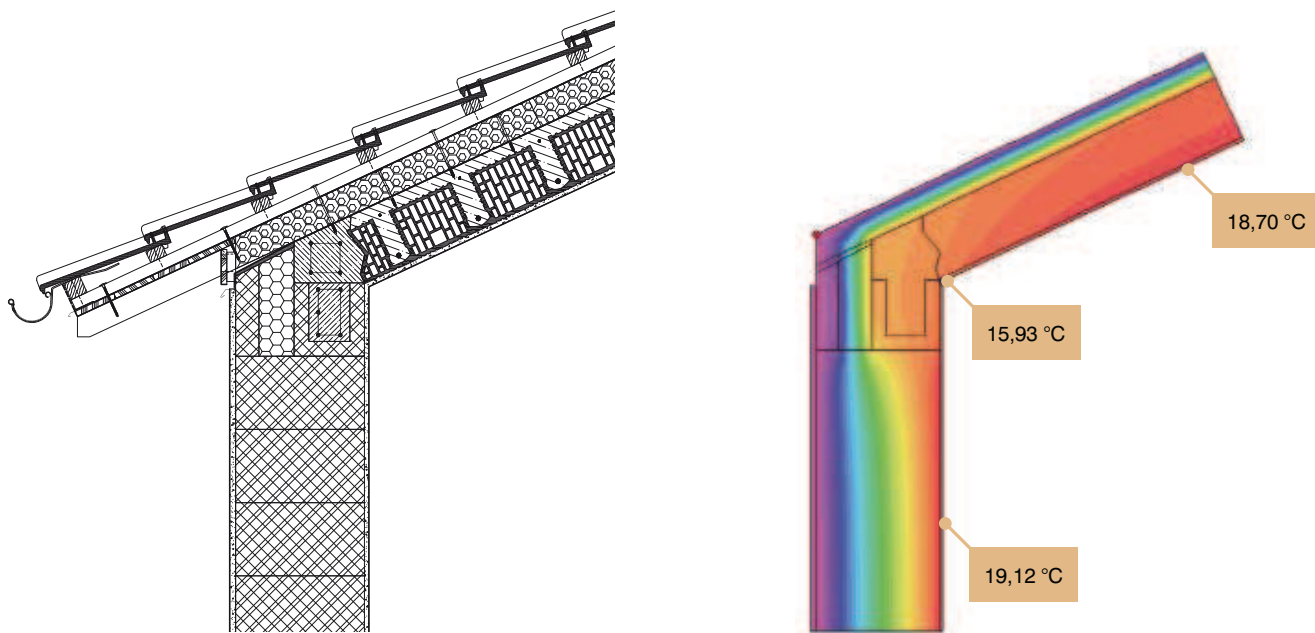
Požadavek na vnitřní povrchovou teplotu však musí být splněn i v místech tepelné vazby, tedy v 2D detailech i 3D detailech. Vzhledem k tomu, že v místě tepelné vazby je prakticky vždy povrchová teplota nižší než v plochách konstrukcí, hrozí největší riziko růstu plísní právě v těchto místech. Každá tepelná vazba je jiná. Jiná bude povrchová teplota v místě napojení okna na obvodovou stěnu, jiná

v místě u napojení ploché střechy na obvodovou stěnu v místě atiky. Víme, že povrchová teplota v místě 2D detailu je v prvním, níže uvedeném, případě přibližně o 3°C nižší, než v ploše konstrukcí (viz obr./04/). Ve druhém případě bude rozdíl teplot 5°C. První případ popisuje běžnou tepelnou vazbu se souvislou vrstvou tepelné izolace (viz tabulka /03/), druhý případ tepelnou vazbu, kde je souvislost tepelné izolace přerušena nebo významně lokálně snížena tloušťka tepelné izolace (viz tabulka /04/). Tabulky /03/ a /04/ si oproti tabulkám /01/ a /02/ omezíme jen na konstrukce splňující „porevoluční“ požadavky.

Z tabulky /03/ je zřejmé, že pokud konstrukce v ploše splňují současně platné požadavky na součinitel prostupu tepla, lze předpokládat, že ani v jejich tepelných vazbách nebude hrozit riziko růstu plísní při relativní vlhkosti vnitřního vzduchu do 50%. Tabulka /04/ nám říká, že u složitějších detailů, kde není zachována celistvá vrstva tepelné izolace, nebo je tepelná izolace v místě detailu zeslabena, nehrozí významné riziko růstu plísní při relativní vlhkosti vnitřního vzduchu do 45%. Současně platná ČSN 73 0540-3 stanovuje návrhové vnitřní podmínky běžných budov: návrhová vnitřní teplota  $\theta_{i} = 20^{\circ}\text{C}$ , návrhová relativní vlhkost  $\phi = 50\%$ . ČSN 73 0540-2 pak pro stanovení

Tabulka 02| Vyloučení rizika růstu plísní konstrukcemi splňující v dané době platné požadavky na tepelný odpor dle normy ČSN 73 0540-2

Posouzení vnitřní povrchové teploty v ploše konstrukce 1D	Relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\phi$							
	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%
Požadavek na nejnižší povrchovou teplotu pro vyloučení rizika růstu plísní $\theta_{si, min}, 80$	9,0 °C	10,9 °C	12,6 °C	14,2 °C	15,6 °C	16,9 °C	18,2 °C	19,3 °C
1962: R = 0,7 m².K/W Cihla plná tl. 45 cm $\theta_{si} = 9,5^{\circ}\text{C}$	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1977: R = 0,95 m².K/W Cihla plná tl. 66 cm $\theta_{si} = 12,2^{\circ}\text{C}$	ANO	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1992: R = 2,00 m².K/W Cihla plná tl. 154 cm $\theta_{si} = 16,5^{\circ}\text{C}$	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	NE	NE	NE
2002: R = 2,46 m².K/W Cihla plná tl. 193 cm $\theta_{si} = 17,3^{\circ}\text{C}$	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	NE	NE
2011: R = 3,16 m².K/W Cihla plná tl. 252 cm $\theta_{si} = 18,1^{\circ}\text{C}$	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	NE	NE
Pozn. Pro výpočet požadavku na minimální vnitřní povrchovou teplotu (resp. kritického faktoru vnitřního povrchu) byl použit vzorec z normy ČSN 73 0540-2:2011, odstavec 5.1.4. Hodnota $\phi_{i,r}$ byla uvažována přímo dle této tabulky. Nebylo uvažováno se snižováním relativní vlhkosti vlivem větrání vnitřního prostoru suchým venkovním vzduchem ani s bezpečnostní přírůzkou $\Delta\phi$ .								



požadavku na vnitřní povrchovou teplotu pracuje se sníženou hodnotou návrhové relativní vlhkosti. Tímto se zohledňuje kladný vliv větrání interiéru venkovním vzduchem o nízké teplotě. Vnitřní povrchová teplota se posuzuje pro extrémní návrhové teploty v zimním období, v závislosti na lokalitě od  $-13^{\circ}\text{C}$  do  $-21^{\circ}\text{C}$ . Takto chladný vzduch je velmi suchý. Pokud větráme tímto vzduchem interiéru, relativní vlhkost v interiéru se velmi snižuje. Návrhová relativní vlhkost

v interiéru pro stanovení požadavku se dle normy ČSN 73 0540-2 uvažuje v závislosti na lokalitě v rozmezí 45% – 47%.

Z výše uvedeného je zřejmé, že pokud konstrukce v ploše splňují současné požadavky na tepelný odpor, pak je vysoká pravděpodobnost, že v ploše konstrukcí i v běžných tepelných vazbách, bude vyhovující vnitřní povrchová teplota. U složitějších konstrukčních detailů se změnami

v tloušťce tepelné izolace však hrozí, že požadavek splněn nebude. Tyto detaily je nutné tepelnětechnicky důsledně posuzovat a optimalizovat. V některých případech může optimalizace detailu znamenat i potřebu navýšení tepelného odporu konstrukcí v ploše.

Nemůžeme tedy konstatovat, že by byl požadavek na vnitřní povrchovou teplotu v dnešní době přísných požadavků na tepelný odpor nadbytečný.

Tabulka 03 | Posouzení rizika růstu plísní v tepelných vazbách (2D detaily) – snížení povrchové teploty o  $3^{\circ}\text{C}$  oproti ploše konstrukce

Posouzení vnitřní povrchové teploty v ploše konstrukce 2D Snížení povrchové teploty o $3^{\circ}\text{C}$ oproti ploše	Relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\phi_i$							
	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%
Požadavek na nejnižší povrchovou teplotu pro vyloučení rizika růstu plísní $\theta_{si, \min, 80}$	9,0 °C	10,9 °C	12,6 °C	14,2 °C	15,6 °C	16,9 °C	18,2 °C	19,3 °C
1992: $R = 2,00 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ Cihla plná tl. 154 cm $\theta_{si} = 13,5^{\circ}\text{C}$	ANO	ANO	ANO	NE	NE	NE	NE	NE
2002: $R = 2,46 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ Cihla plná tl. 193 cm $\theta_{si} = 14,3^{\circ}\text{C}$	ANO	ANO	ANO	ANO	NE	NE	NE	NE
2011: $R = 3,16 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ Cihla plná tl. 252 cm $\theta_{si} = 15,1^{\circ}\text{C}$	ANO	ANO	ANO	ANO	NE	NE	NE	NE
Pozn. Pro výpočet požadavku na minimální vnitřní povrchovou teplotu (resp. kritického faktoru vnitřního povrchu) byl použit vzorec z normy ČSN 73 0540-2:2011, odstavec 5.1.4. Hodnota $\phi_{i,r}$ byla uvažována přímo dle této tabulky. Nebylo uvažováno se snižováním relativní vlhkosti vlivem větrání vnitřního prostoru suchým venkovním vzduchem ani s bezpečnostní přírážkou $\Delta\phi_i$ .								

Tabulka 04| Posouzení rizika růstu plísní v tepelných vazbách (2D detaily) – snížení povrchové teploty o 5°C oproti ploše konstrukce

Posouzení vnitřní povrchové teploty v ploše konstrukce 2D Snížení povrchové teploty o 5°C oproti ploše	Relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\phi_i$							
	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%
Požadavek na nejnižší povrchovou teplotu pro vyloučení rizika růstu plísní $\theta_{si, min, 80}$	9,0 °C	10,9 °C	12,6 °C	14,2 °C	15,6 °C	16,9 °C	18,2 °C	19,3 °C
1992: R = 2,00 m <sup>2</sup> .K/W Cihla plná tl. 154 cm $\theta_{si} = 11,5^\circ\text{C}$	ANO	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2002: R = 2,46 m <sup>2</sup> .K/W Cihla plná tl. 193 cm $\theta_{si} = 12,3^\circ\text{C}$	ANO	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2011: R = 3,16 m <sup>2</sup> .K/W Cihla plná tl. 252 cm $\theta_{si} = 13,1^\circ\text{C}$	ANO	ANO	ANO	NE	NE	NE	NE	NE

Pozn. Pro výpočet požadavku na minimální vnitřní povrchovou teplotu (resp. kritického faktoru vnitřního povrchu) byl použit vzorec z normy ČSN 73 0540-2:2011, odstavec 5.1.4. Hodnota  $\phi_i, r$  byla uvažována přímo dle této tabulky. Nebylo uvažováno se snižováním relativní vlhkosti vlivem větrání vnitřního prostoru suchým venkovním vzduchem ani s bezpečnostní přírážkou  $\Delta\phi_i$ .

## VĚTRÁNÍ BUDOV A VLIV NA VNITŘNÍ POVRCHOVOU TEPLOTU

V nedostatečně větraném interiéru se zvyšuje mimo jiné relativní vlhkost a tedy i riziko vlhkostních poruch jako jsou plísně na stavebních konstrukcích či kondenzace na oknech. V nedostatečně větraném interiéru se ale také nedá zdravě žít pro přebytek oxidu uhličitého.

Tlak na snižování energetické náročnosti se netýká pouze snižování tepelných ztrát prostupem tepla přes konstrukce, ale logicky také snižování tepelných ztrát větráním. Větrání budovy lze rozdělit na větrání nucené, pomocí vzduchotechniky, a přirozené, zpravidla občasným otevřením oken. K větrání nekontrolované přispívají také netěsnosti výplní otvorů i dalších stavebních konstrukcí a jejich vazeb. V době, kdy je vnitřní prostředí užíváno osobami, je samozřejmě nutná dostatečná výměna vzduchu pro odvod CO<sub>2</sub> nebo vlhkosti. Proto, i když budeme mít velmi těsnou obálku budovy, tak v době užívání budovy osobami zpravidla žádnou energii neušetříme. Jiné to je mimo provozní dobu budovy. Zde je význam těsnosti budovy pro energetickou úsporu zcela zásadní. Z hlediska snižování energetické náročnosti budov je tedy zvyšování požadavku na vzduchotěsnost naprosto relevantní.

Dostatečná těsnost budovy nám

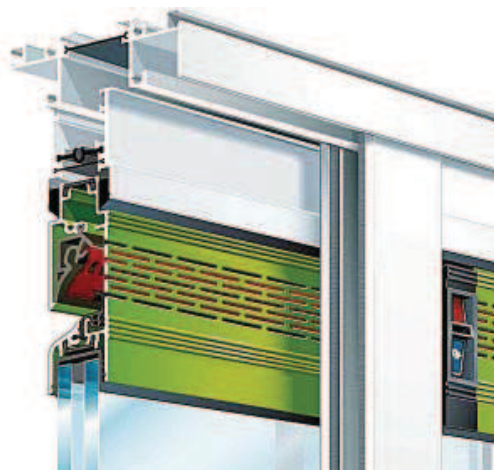
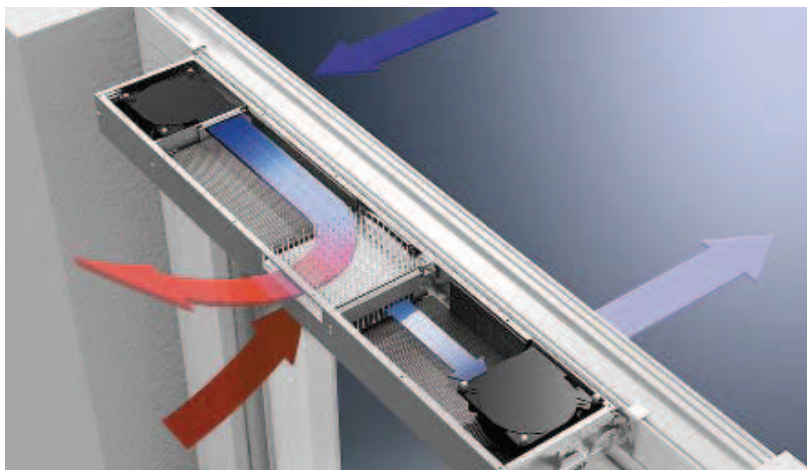
zajistí velkou úsporu energie na krytí tepelných ztrát větráním mimo provozní dobu objektu. Otázkou ale zůstává, jak se tato těsnost budovy projeví v provozní době budovy. Jaké nároky nám klade zvýšená těsnost budovy na systém větrání v budově?

U budov větraných nuceně je vysoká těsnost obálky budovy určitě výhodou. Vzduchotechnika bývá dimenzována na hygienicky potřebnou výměnu vzduchu. Veškeré netěsnosti obálky budovy budou znamenat vyšší výměnu vzduchu, než je potřeba a tedy i větší tepelné ztráty. Vliv netěsností se ještě zvyšuje, pokud je součástí vzduchotechniky také rekuperační jednotka. Teplo ze vzduchu procházejícího netěsnostmi obálky budovy samozřejmě nebude rekuperované.

U budov větraných přirozeně již těsná obálka budovy jednoznačným přínosem být nemusí. Pokud je výměna vzduchu netěsnostmi nižší, klade to samozřejmě vyšší nároky na přívod vzduchu jiným způsobem, u přirozeného větrání na větrání otevřením oken. Okna je nutno pro dostatečné větrání interiéru otvírat častěji. Zde ale můžeme narazit na problém, že zvýšená frekvence otevření oken nemusí být provozně možná. Měření koncentrace CO<sub>2</sub> a vlhkosti v ložnicích obytných domů nám ukazují, že dostatečné větrání není možné zajistit při zavřených oknech ani při oknech otevřených do mikroventilační polohy.

Vyhovujícího větrání je možné docílit intenzivním vyvětráním otevřením okna přibližně každé 2 až 4 hodiny. To ale například v noci není moc reálné. Důsledkem tohoto stavu může být ranní relativní vlhkost vzduchu v ložnici někdy i výrazně překračující 60%. Na takovouto vlhkost nejsou dimenzovány konstrukce obálky budovy a i přes jejich vysoký tepelný odpor hrozí riziko vlhkostních poruch na jejich vnitřním povrchu. Na stavebních konstrukcích může hrozit riziko růstu plísní. Nejdříve se ale nevyhovující stav projeví kondenzací na oknech. Je také otázkou, jak příjemný je spánek v místnosti s přebytkem CO<sub>2</sub>.

Při opakujícím se kondenzátu na oknech pak často dochází k reklamacím a ke sporům, kdo za to může. Tyto spory jsou poměrně komplikované. Obecně lze říci, že na vině bude buď nevhodná konstrukce, nevhodné užívání budovy (tedy neužívání budovy v souladu s návrhovými podmínkami) nebo kombinace obojího. Za nevyhovující konstrukci odpovídá pouze projektant nebo dodavatel stavby, za užívání budovy uživatelem. Často je ke sporu ale přizván i výrobce okna. Projektant, dodavatel stavby i výrobce zpravidla prokazují, že okno je vyhovující, a že příčina problému leží v užívání bytu. Často mají pravdu. Konstrukce mohou být opravdu vyhovující, nestandardní je vnitřní relativní vlhkost. Musíme se ale ptát, zda za tento stav skutečně může uživatel bytu. Můžeme po uživateli bytu



chtít, aby zajistil vyhovující vnitřní podmínky tím, že bude v noci každé 2-4 hodiny vstávat a větrat otevřením oken?

Problémy s kondenzací na oknech se na úrovni norem řešil v roce 2012 tím, že byla vydána změna Z1 normy ČSN 73 0540-2, která zrušila do té doby závazný požadavek na vnitřní povrchovou teplotu okna. Většina odborné technické veřejnosti s tímto nesouhlasila, požadavek byl zrušen přímo ÚNMZ na základě právních argumentů, že požadavek stanovuje dodatečný požadavek na výrobky a tedy brání volnému pohybu zboží v Evropské unii. Problém uživatelů bytů se tímto nevyřešil, jen už není nutné posuzovat, zda je na oknech splněn požadavek na vnitřní povrchovou teplotu pro návrhové podmínky nebo nikoli a zda je tedy na vině nevhodné užívání či ne. Kondenzát na okně již není možné účinně reklamovat, i když k němu dochází za normových podmínek užívání. V současné době se jedná o zrušení změny Z1 a znovuzavedení požadavku na vnitřní povrchovou teplotu výplní otvorů.

Je ale zřejmé, že ani případné znovuzavedení požadavku na vnitřní povrchovou teplotu výplní otvorů problémy s kondenzací na oknech nevyřeší. Návrh konstrukcí splňujících požadavek na vnitřní povrchovou teplotu pouze zajistí, že nebude k vlhkostním problémům docházet při návrhových normových podmínkách. V dnešní době se ale musíme zabývat i tím, aby

bylo vůbec reálné užívat budovy v mezích těchto návrhových podmínek. Výše popsaná nutnost absurdně častého větrání otevřením oken vede k myšlenkám nezvyšovat tolik těsnost budov. Zní to logicky, ale jaké konstrukce máme nechat netěsné? Zřejmě nikdo nechce, aby bylo větrání realizováno střechami, stěnami nebo jinými stavebními konstrukcemi. Průvzdušnost těchto konstrukcí může vést ke kondenzaci vodní páry uvnitř konstrukce nebo zafoukávání studeného venkovního vzduchu až k vnitřním povrchům konstrukcí a tím k riziku plísní na těchto površích. Máme tedy používat méně těsná okna? Ale jak netěsná by tato okna měla být, když pro hygienickou výměnu vzduchu nestačí ani mikroventilační poloha? A jak budeme snižovat energetickou náročnost, když bude intenzivní neregulované větrání netěsnými okny probíhat i mimo provozní dobu budovy?

Vypadá to, že východiskem může být změna pohledu na přirozené větrání. K přirozenému větrání nemusí docházet jen občasným otevřením oken, ale například různými systémovými prvky, jako jsou různé průvětrníky nebo větrací klapky. Mohou být regulovány a ovládány manuálně uživatelem budovy, nebo automaticky na základě údajů o vlhkosti nebo CO<sub>2</sub> z vnitřních čidel. Také jsou na trhu k dispozici různé automatické rekuperační jednotky instalované přímo do okna. Všechny tyto výrobky mohou při správném návrhu zajistit dostatečný přísun

čerstvého vzduchu v provozní době budovy a zároveň je možné je uzavřít pro neprovozní dobu.

REVIZE ČSN 73 0540-3

Výše jsme se zmiňovali o normě ČSN 73 0540-2, která stanovuje požadavky na tepelnou ochranu budov. Nyní se zmíníme o normě ČSN 73 0540-3 *Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin*.

Nejdříve si představme, co norma ČSN 73 0540-3 obsahuje:

- návrhové hodnoty veličin stavebních materiálů a výrobků pro tepelnětechnické výpočty
- návrhové hodnoty parametrů vnitřního a venkovního prostředí pro tepelnětechnické výpočty

Pro druhý z výše uvedených bodů již několik let probíhá iniciativa, která má za cíl identifikovat všechna klimatická data v normách týkajících se energetické náročnosti a vnitřního prostředí budov a tato data revidovat na základě jednotných aktualizovaných klimatických dat od Českého hydrometeorologického ústavu. Tato iniciativa probíhá pod vedením doc. Ing. Jiřího Sedláka, CSc. V blízké době má proběhnout jednání mezi zástupci Ministerstva průmyslu a obchodu, VUT v Brně a ČHMÚ ve věci vypsání úkolu pro vytvoření návrhových dat pro zimní období pro posuzování tepelné ochrany budov. Výsledky úkolu mají sloužit jako podklad pro zpracování



nové normy, pravděpodobně ČSN 73 0540-5. Počítá se tedy s budoucím přesunutím návrhových hodnot parametrů vnitřního a venkovního prostředí z normy ČSN 73 0540-3 do nové normy ČSN 73 0540-5. V normě ČSN 73 0540-5 se počítá s umístěním měsíčních návrhových dat.

Iniciativu ohledně klimatických dat chceme nadále podrobně sledovat. Důležitá je pro nás zejména otázka klimatických dat pro energetické výpočty. Pokud mají být v normě ČSN 73 0540-5 uvedena jednotná měsíční klimatická data pro energetické výpočty, měla by zde být uvedena i jednotná hodinová klimatická data pro energetické výpočty. Lze totiž předpokládat, že se ve výpočtech energetické náročnosti budou v budoucnu stále ve větší míře prosazovat přesnější hodinové výpočty, které eliminují mnohá omezení energetických výpočtů v měsíčním kroku výpočtu.

Vzhledem k plánovanému přesunu návrhových hodnot parametrů vnitřního a venkovního prostředí do nové normy, budou stěžejním předmětem revize normy ČSN 73 0540-3 návrhové hodnoty veličin stavebních materiálů a výrobků pro tepelnětechnické výpočty. V březnu tohoto roku měl být Ing. Lubomírem Keimem dokončen rozborový úkol RÚ/0004/14, týkající se analýzy stanovení návrhových hodnot součinitele tepelné vodivosti (pozn.: V době psaní tohoto článku nejsou výsledky rozborového úkolu k dispozici). Tento rozborový úkol má předcházet letos naplánované revizi normy ČSN 73 0540-3. V tomto článku si dále představíme některé argumenty, kvůli nimž vnímáme potřebu normy ČSN 73 0540-3 revidovat.

Pro tepelnětechnické výpočty jsou nejdůležitějšími materiálovými vlastnostmi:

- tepelná vodivost,
- faktor difuzního odporu.

Do výpočtů samozřejmě vstupují i jiné vlastnosti, jako jsou měrná tepelná kapacita nebo objemová hmotnost, ale ty už neovlivňují výsledky výpočtů v takové míře jako vlastnosti výše uvedené.

Ohledně tepelné vodivosti věnujeme obvykle hlavní pozornost tepelným izolacím. V oblasti tepelných izolací by norma ČSN 73 0540-3 měla podle našeho názoru doznat podstatných změn. Do normy je předně nutné přidat návrhové vlastnosti tepelných izolací, které v normě uvedeny nejsou, ale v praxi se již poměrně běžně používají. Jedná se například o polystyreny s příměsí grafitu (šedý polystyren), tepelné izolace PIR (polyisokianurát) nebo perimetrické tepelné izolace. U tepelných izolací, které v normě uvedeny jsou, bude potřeba upravit označení, třídění i návrhové technické vlastnosti. Například polystyreny je vhodné třídít dle označení ČSN 13 163 (EPS 70, EPS 100 atd.). U minerálních vláken je potřeba zvážit jiné třídění než to dosavadní podle objemové hmotnosti. Výrobci již objemovou hmotnost u svých výrobců neuvádějí. Na základě výše uvedeného rozborového úkolu je potřeba revidovat hodnoty tepelné vodivosti. Lze předpokládat, že se u běžných tepelných izolací hodnoty měrné tepelné vodivosti o něco sníží.

Při revizi normy ČSN 73 0540-3 by se nemělo zapomenout na materiály, které jsou v tepelnětechnických výpočtech podstatné z hlediska svého vysokého difuzního odporu. Jedná se zejména o materiály, které se používají ve skladbách jako parotěsnící nebo hydroizolační vrstvy. V současné normě najdeme asfaltové pásy zadané obchodními názvy, jako jsou Sklobit, Ruberoid, Pebit a mnoho dalších. Tyto pásy je již v praxi nepoužívají. Naopak zde nenajdeme materiály zadané obecnou materiálovou charakteristikou, jako jsou:

- SBS modifikované asfaltové pásy,
- APP modifikované asfaltové pásy,
- oxidované asfaltové pásy,
- asfaltové pásy s hliníkovou, vložkou.

Podobná se situace u hydroizolačních fólií. Znovu zde najdeme například fólii s obchodním názvem Fartafan apod. Vhodnější by bylo uvést fólie obecnou materiálovou charakteristikou:

- PVC-P hydroizolační fólie,
- HDPE hydroizolační fólie,

- ECB hydroizolační fólie,
- polyizobutylénová hydroizolační fólie,
- vinyl-acetát-etylénová hydroizolační fólie,
- TPO/GPO hydroizolační fólie.

Při revizi normy je také potřeba se zamyslet nad uvedením doplňujících informací k některým uvedeným materiálům. Považujeme například za nutné uvést, že některé uvedené vlastnosti materiálů není možné v tepelnětechnických výpočtech použít přímo, ale vždy je nutné zohlednit obvyklý způsob zabudování materiálu do konstrukce například použitím vhodné korekce dané materiálové vlastnosti. Tato problematika se týká zejména materiálů s vysokým faktorem difuzního odporu obvykle používaných ve skladbě v pozici parotěsnící vrstvy. Jako příklad můžeme uvést polyetylenovou fólii o obvyklé tloušťce 0,2 mm. Pokud takovouto fólii realizujeme například u šikmé střechy ze spodní strany na podklad z měkkých minerálních vláken, pak je zřejmé, že se nám nemůže podařit napojit fólii v jejích spojích naprosto těsně. Další netěsnosti určitě způsobí kotvení sádkartonových profilů. Výsledný difuzní odpor zabudované fólie ve skladbě bude vlivem netěsností výrazně nižší, než je v laboratoři změřená hodnota faktoru difuzního odporu fólie. Pokud při návrhu konstrukce neprovedeme korekci faktoru difuzního odporu uvedeného pro fólii v normě ČSN 73 0540-3, můžeme se při tepelnětechnickém posouzení skladby dopustit fatální chyby. Výpočtově bude skladba vyhovující, nicméně v reálné konstrukci se mohou objevit zásadní vlhkostní problémy způsobené kondenzací vodní páry uvnitř konstrukce.

Informace o rozborovém úkolu RÚ/0004/14 a samotné revizi ČSN 73 0540-3 naleznete na webu [www.stavebni-fyzika.cz](http://www.stavebni-fyzika.cz) v sekci Podpora > Normy > Normotvorba. Na stejném místě můžete případně připojit Vaše připomínky k normě ČSN 73 0540-3.

<Tomáš Kupsa>