

13. Tepelná ochrana budov

13.1 Úvod

Obor tepelné ochrany budov – stavební tepelná technika v sobě zahrnuje řešení problematiky v rozsahu působnosti základního požadavku č. 3 – hygiena, ochrana zdraví a životního prostředí a základního požadavku č. 6 – úspora energie a tepelná ochrana prvotně definované ve Směrnici Rady 89/106/EHS pro stavební výrobky a následně převzaté do českých právních předpisů např. nařízení vlády č. 190/2002 Sb. stanovující technické požadavky na stavební výrobky označované CE, nařízení vlády č. 163/2002 Sb. ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb. stanovující technické požadavky na stavební výrobky, do stavebního zákona a dalších technických předpisů a technických norem.

Základním požadavkům je třeba vyhovět a zajistit je řadou vzájemně souvisejících opatření a technických řešení, týkajících se zejména:

- stanovení a ověřování vlastností výrobků a sestav, ukazatelů užitných vlastností;
- stanovení a ověřování vhodnosti výrobků pro určené užití ve stavbě;
- projektování a návrhu stavby, provedení stavby a potřebné údržby stavby.

Základní požadavek č. 3 – hygiena, ochrana zdraví a životního prostředí se interpretuje tak, že stavba musí být navržena a postavena takovým způsobem, aby neohrožovala hygienu nebo zdraví jejích uživatelů nebo sousedů, především v důsledku výskytu vlhkosti ve stavebních konstrukcích nebo na površích uvnitř stavby.

Základní požadavek č. 6 – úspora energie a tepelná ochrana, se interpretuje tak, že stavba musí být v průběhu užívání energeticky efektivní, a to se zřetelem na klimatické podmínky a lokality zamýšlené realizace.

Cílem návrhu budovy musí být taková technická řešení, aby v celoročním průběhu budova splňovala v rozsahu uvedených základních požadavků technické požadavky na:

- a) tepelnou pohodu vnitřního obytného prostředí;
- b) tepelnou pohodu pracovního prostředí;
- c) technologický proces;
- d) chov zvířat, pěstování rostlin;
- e) nízkou energetickou náročnost při provozu budovy;
- f) zajištění očekávané životnosti stavebních konstrukcí dostatečnou prevencí vzniku tepelnětechnických a hygienických poruch;
- g) požadovaný/očekávaný dopad stavby v průběhu jejího užívání na životní prostředí.

Je zřejmé, že vedle uvedených dvou základních požadavků na stavby plní pálené zdicí prvky zároveň i další základní požadavky kladené na stavby. Svými vlastnostmi zajišťují mechanickou pevnost a stabilitu stavby, požární bezpečnost i ochranu stavby proti hluku.

13.2 Termíny a jejich praktická interpretace

Terminologii v oblasti stavební tepelné techniky stanoví ČSN 73 0540-1:2005 „Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie“. Norma vymezuje termíny užívané v oboru stavební tepelné techniky, definice veličin, jejich značky a jednotky popisující šíření tepla, vlhkosti a vzduchu stavebními materiály a konstrukcemi a popisuje veličiny charakterizující vnitřní a venkovní prostředí a další veličiny používané v ČSN 73 0540 - 2, 3 a 4. Norma sjednocuje a zpřesňuje termíny a definice užívané v normách EN, popř. EN ISO v oboru stavební tepelné techniky.

Rozhodná pro správný návrh tepelné ochrany budovy a průkazné naplnění základního požadavku č. 6 je správná interpretace a praktické užití tepelných a vlhkostních vlastností stavebních výrobků a zdiva v procesu navrhování stavebních konstrukcí a budov definovaných v EN 1745:2004 „Zdivo a výrobky pro zdivo – Metody pro stanovení návrhových tepelných hodnot“, v EN 10 456 „Stavební materiály a výrobky - Postupy stanovení deklarovaných a návrhových tepelných hodnot“ a v ČSN 73 0540-3:2005 „Tepelná ochrana budov – část 3: Návrhové hodnoty veličin“.

13.2.1 Tepelné vlastnosti

1. Deklarovaná hodnota vlastností stavebních výrobků, X_D , hodnota vlastnosti stavebních výrobků a zdiva pro jejich určené použití, normou dané referenční podmínky, prohlášená, deklarovaná výrobcem způsobem podle normy výrobku obvykle v návaznosti na označení výrobku CE. Způsob použití deklarovaných hodnot při navrhování a ověřování podle ČSN 73 0540-2 stanovuje ČSN 73 0540-3. Hodnota se označuje též zkratkou MDV, viz. např. EN 13707.

EN 1745 nestanoví tepelnou vlastnost ani hodnotu, kterou by měl výrobce deklarovat. Povinnost výrobce deklarovat tepelnou hodnotu u zdiva stanoví harmonizovaná EN 771-1/A1 „Specifikace zdicích prvků – Část 1: Pálené zdicí prvky“ pouze pro zdivo, na něž jsou kladeny tepelněizolační vlastnosti, to je zdivo určené jako tepelněizolační, popř. zdivo nosné s tepelněizolační funkcí. Z EN 777-1/A1 vyplývá, že deklarovanou hodnotou tepelné vlastnosti je pojmána ekvivalentní tepelná vodivost v suchém stavu, tedy hodnota nepoužitelná pro navrhování a posuzování stavebních konstrukcí a budov, neboli základní tepelná hodnota bez uvedení rozpětí.

2. Základní tepelná hodnota zdiva – průměrná ekvivalentní hodnota součinitele tepelné vodivosti nebo tepelného odporu zdiva v suchém stavu s uvedením rozdílu mezi průměrnou a mezní hodnotou uvedené tepelné veličiny, odvozená postupem podle EN 1745 (zřejmě ve tvaru $\lambda_{ev} = 0,18 \pm 0,02 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$). Základní tepelná hodnota zdiva není charakteristickou ani návrhovou hodnotou součinitele tepelné vodivosti nebo tepelného odporu ve smyslu ČSN 73 0540-3:2005 a nemůže být proto použita pro navrhování stavebních konstrukcí a budov a v tomto procesu nemá žádný praktický význam.

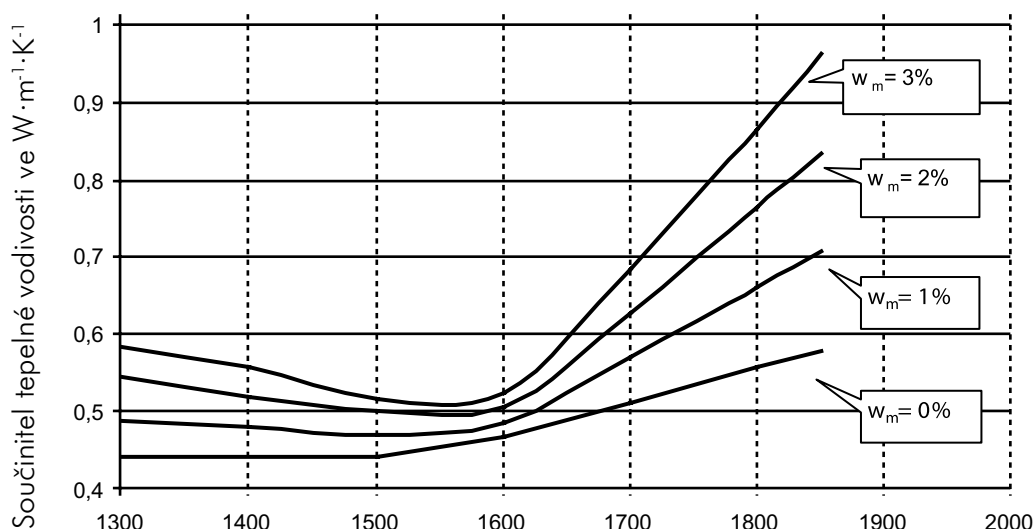
Rozdíl mezní hodnoty např. ekvivalentního součinitele tepelné vodivosti od hodnoty průměrné, stanovený pro konkrétní zdivo postupem podle EN 1745 není skutečným rozdílem příslušným pro zdivo z daných zdicích prvků a malt s jejich skutečnými vlastnostmi, stanovený statistickým vyhodnocením souboru výsledků měření závislosti ekvivalentního součinitele tepelné vodivosti na objemové hmotnosti v suchém stavu daného zdiva. Jedná se ve skutečnosti o rozdíl mezi průměrnou a mezní hodnotou ekvivalentního součinitele tepelné vodivosti daný smluvní – normovou závislostí uvedených veličin podle tabulky A1 EN 1745 odpovídající průměrné a mezní hodnotě objemové hmotnosti v suchém stavu daného zdiva (viz také obr. 1 v EN 1745). Jinak řečeno norma EN 1745 stanoví směrnici (sklon) závislosti ekvivalentního součinitele tepelné vodivosti/tepelného odporu na objemové hmotnosti zdiva v suchém stavu.

3. Návrhová (výpočtová) hodnota vlastností stavebních výrobků/zdiva, X_U , hodnota dané vlastnosti určená za specifických venkovních a vnitřních podmínek, které mohou být považovány za typické pro chování stavebních materiálů, výrobků, zdiva a výplní otvorů. Návrhová hodnota se stanoví výpočtem nebo z tabulek podle ČSN 73 0540-3. Návrhová hodnota tepelných vlastností zdiva se může stanovit výpočtem podle EN 1745 pro určené národní vlhkostní podmínky podle ČSN 73 0540-3. Určené konkrétní vlhkostní podmínky musí odpovídat vlhkostnímu namáhání zdiva v dané konstrukci stavby, ale nesmí být nižší než určené národní vlhkostní podmínky.

Návrhová hodnota musí zohledňovat podmínky zabudování zdicích prvků a malt pro zdivo ve stavební konstrukci a její užití v podmínkách provozu budovy a musí též zahrnovat i variabilitu hodnot vlastností způsobenou v procesu výroby tj., aby návrhová hodnota nebyla běžně překročena s danou pravděpodobností a s předem stanovenou spolehlivostí.

4. Součinitel tepelné vodivosti λ ve $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ vyjadřuje schopnost homogenní vrstvy materiálu vést teplo. Hodnota součinitele tepelné vodivosti udává množství tepla proudícího homogenní vrstvou materiálu o tloušťce 1 m, je-li rozdíl povrchových teplot vrstev materiálu 1 K.

Součinitel tepelné vodivosti je základní tepelnou hodnotou, vlastností stavebních materiálů a výrobků. Je závislý zejména na objemové hmotnosti a vlhkosti. U pálených a silikátových materiálů obvykle platí, že se zvyšující se vlhkostí a objemovou hmotností v suchém stavu se zvyšuje hodnota součinitele tepelné vodivosti. Z následujícího obrázku je zřejmé, že u cihelného střepeu součinitel tepelné vodivosti vzrůstá s objemovou hmotností, jak je tomu obvyklé pouze v případě suchého stavu střepeu. Při zvyšující se vlhkosti cihelného střepeu je do objemové hmotnosti cca $1\,600\,kg \cdot m^{-3}$ stav opačný, součinitel tepelné vodivosti mírně klesá s objemovou hmotností cihelného střepeu a až od uvedené hodnoty objemové hmotnosti, která byla označována za hranici lehčeného střepeu přikře stoupá se směrnici zvyšující se stoupajícím obsahem vlhkosti cihelného střepeu.



Obr. 13-1 Objemová hmotnost páleného cihelného střepeu v suchém stavu v $kg \cdot m^{-3}$
[F. Mrlík Vlhkostní problémy stavebních materiálů. ALFA 1985]

Pro orientaci a porovnání tepelné vodivosti běžných stavebních materiálů s tepelnou vodivostí zdiva z různých druhů zdicích prvků uvedenou níže slouží následující tabulka.

Tab. 13-1 Návrhové hodnoty součinitele tepelné vodivosti vybraných materiálů dle ČSN 73 0540-3:2005.

Materiál, jeho označení	Rozmezí objemové hmotnosti v suchém stavu v $kg \cdot m^{-3}$	Rozmezí součinitele tepelné vodivosti λ_u ve $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$
Pěnový polystyren - EPS	15-35	0,039-0,044
Výrobky z minerální vlny - MW	50-150	0,041-0,049
Vápenocementová omítka - MVC	1600	0,88
Perlitová omítka	250-500	0,10-0,18
Měkké dřevo kolmo k vláknům	400	0,18
Beton hutný	2 100-2 300	1,23-1,36
Ocel uhlíková	7850	50
Ocel chromniklová 22% Cr, 22% Ni	7850	15

5. Ekvivalentní součinitel tepelné vodivosti λ_{ev} ve $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$, schopnost vrstvy dané tloušťky sestávající z různých materiálů popř. vzduchových vrstev vrstvených rovnoběžně s tepelným tokem šířit teplo. Ekvivalentní součinitel tepelné vodivosti udává tepelnou vodivost nehomogenní vrstvy stejné tloušťky, která se v ploše nebo v průřezu může sestávat

z různých druhů materiálů. Hovoří se o nestejnorodé vrstvě s různými materiály ve vrstvě kolmé na tepelný tok (ve směru teplotního spádu). Ekvivalentní součinitel tepelné vodivosti stanovený zkouškou nebo výpočtem je vztažen k určujícím vlastnostem zdiva bez omítek včetně jeho tloušťky, uspořádání zdiva, geometrickým parametrům zdicích prvků apod. Při výrazné tepelné nehomogenitě a rozdílnosti tepelných vlastností jednotlivých materiálů ve vrstvě zdiva by nebylo přesné z této hodnoty stanovit přepočtem např. tepelný odpor zdiva silnějšího/slabšího. Míra nepřesnosti vzrůstá např. s rozdílností objemové hmotnosti cihelného střepeu obvodového žebra a žeber vnitřních, s rozdílem ekvivalentní tepelné vodivosti vrstvy ložné spáry a nehomogenní vrstvy zdicích prvků, u zdiva ze zdicích prvků s velikostí úchytných otvorů, kanálků pro výplňový beton apod. Ekvivalentní hodnoty slouží k rychlému porovnání účinnosti tepelněizolační schopnosti jednotlivých vrstev a slouží jako vstupní hodnoty pro další výpočty.

Ekvivalentní součinitel tepelné vodivosti se stanoví:

- výpočtem podle ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody v návaznosti na EN ISO 6946 Stavební prvky a stavební konstrukce – Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla – Výpočtová metoda popř. na EN ISO 10211-1 Tepelné mosty ve stavebních konstrukcích – Výpočet tepelných toků a povrchových teplot – Část 1: Základní metody.
- měřením dle EN 12664 Tepelné chování stavebních materiálů a výrobků – Stanovení tepelného odporu metodami chráněné topné desky a měřidla tepelného toku – Suché a vlhké výrobky o středním a nízkém tepelném odporu popř. dle EN 1934 Tepelné chování budov – Stanovení tepelného odporu metodou teplé skříně při použití měřiče tepelného toku – Zdivo, nebo dle EN ISO 8990 Tepelná izolace – Stanovení vlastností prostupu tepla v ustáleném stavu – Kalibrovaná a chráněná teplá skříně a následným výpočtem z hodnoty tepelného odporu nebo součinitele prostupu tepla vrstvy. V případě výpočtu ekvivalentního součinitele tepelné vodivosti zdiva např. z naměřených hodnot tepelného odporu je třeba mít na paměti, zda byl fragment měřen s omítkami nebo bez nich.

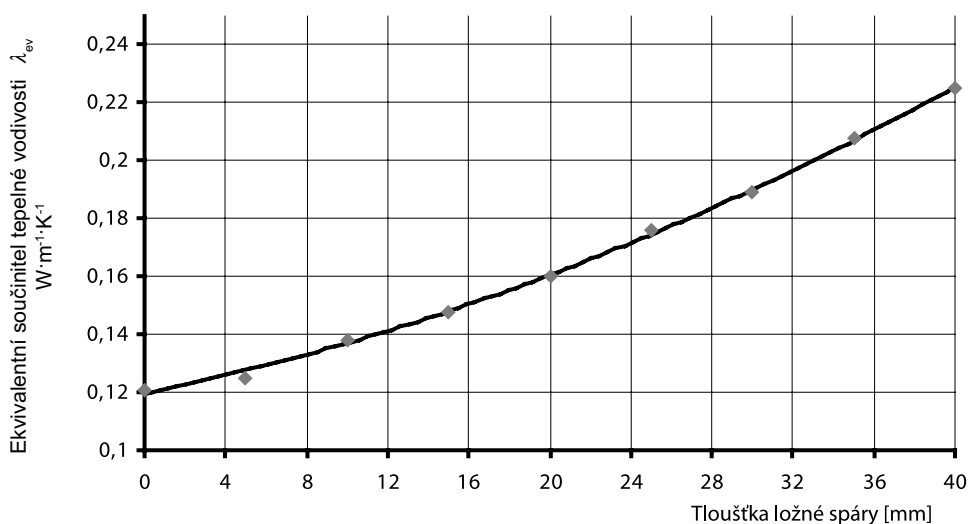
Z naměřené hodnoty tepelného odporu R fragmentu zdiva bez omítek o tloušťce d v m, se ekvivalentní hodnota součinitele tepelné vodivosti λ_{ev} stanoví ze vztahu

$$\lambda_{ev} = d/R.$$

Typickým příkladem nestejnorodé vrstvy je zdivo, kde zdicí prvky jsou odděleny ložnou maltovou spárou a styčnou maltovou spárou nebo zalomenou styčnou vzduchovou vrstvou lemovanou obvodovým žebrem (spoj P+D). Tepelnětechnické vlastnosti takovéto nestejnorodé vrstvy, její tepelný odpor, ekvivalentní součinitel tepelné vodivosti vrstvy ovlivňují zejména tyto faktory:

- součinitel tepelné vodivosti jednotlivých materiálů/dané vzduchové vrstvy zastoupené v nestejnorodé vrstvě;
- plocha materiálů s vyšší hodnotou součinitele tepelné vodivosti; určující je tedy tloušťka maltování a rozměry zdicích prvků v rovině kolmé na tepelný tok;
- tepelný odpor (ekvivalentní tepelná vodivost) vrstvy ložné (styčné) spáry závisí na způsobu maltování ložné spáry (maltování v pásech nebo v plné ploše) a styčné spáry a její tvarové řešení – tloušťka a rozvinutá délka obvodového žebra boku zdicího prvku;
- geometrické a tvarové faktory zdicích prvků;
- popř. záteky zdicí malty do děr nebo dutin prvku.

Vliv uvedených faktorů je zřejmý z následující závislosti ekvivalentního součinitele tepelné vodivosti na tloušťce ložné spáry zdiva o tl. 400 mm ze zdicích prvků typu THERM s kapsou na maltu ve styčných spárách.



Obr.13-2 Závislost ekvivalentního součinitele tepelné vodivosti cihelného zdiva tvarovek na tloušťce ložné spáry. [Witzany: Zásady správného zdění a omítání svislých a vodorovných konstrukcí z pálených cihel. ABF 2000]

Pro orientaci a porovnání tepelné vodivosti běžných materiálů uvedených výše s ekvivalentní tepelnou vodivostí zdiva z různých druhů zdicích prvků s různou objemovou hmotností slouží následující tabulka.

Tab. 13-2 Návrhové ekvivalentní hodnoty součinitele tepelné vodivosti $\lambda_{ev,u}$ nehomogenní vrstvy (zdiva) dle ČSN 73 0540-3:2005.

Nehomogenní vrstva stavební konstrukce. Zdivo	Rozmezí objemové hmotnosti v suchém stavu v kg·m ⁻³	Rozmezí ekvivalentního součinitele tepelné vodivosti
		$\lambda_{ev,u}$ ve W·m ⁻¹ ·K ⁻¹
Zdivo z plných cihel CP rozměrů 290/140/65	1 700-1 800	0,78-0,84
Zdivo z příčně děrovaných cihel CD 36, podle ČSN 72 2611, 360/240/113, tloušťka zdiva 240 mm	1 300-1 400	0,79-0,88
Zdivo z příčně děrovaných pálených prvků CD TÝN I rozměrů 290/190/215, tloušťka zdiva 190 mm	1 200-1 300	0,59-0,64
Zdivo z příčně děrovaných pálených prvků CD INA-A rozměrů 365/245/140, tloušťka zdiva 365 mm	1 000	0,36
Zdicí prvek z 36,5 P+D; (247/365/238)	720	0,18
Ložná spára zdicí malta IP 35 W bez přerušení, styčná spára na sucho		
Zdicí prvek 36,5 P+D; (247/365/238)	670	0,14
Ložná spára zdicí malta tepelněizolační bez přerušení, styčná spára na sucho		

6. Tepelný odpor vrstvy, zdiva, konstrukce R v m²·K·W⁻¹, je tepelněizolační vlastnost vrstvy materiálu, zdiva konstrukce, nestejnorodé vrstvy, dané tloušťky. Je-li známa hodnota součinitele tepelné vodivosti vrstvy materiálu λ , nebo její ekvivalentní hodnota λ_{ev} a povrchy vrstvy jsou kolmé na směr tepelného toku a jsou vzájemně rovnoběžné, je tepelný odpor dán podílem tloušťky vrstvy a součinitele tepelné vodivosti, popř. její ekvivalentní hodnoty. Tepelné odpory jednotlivých vrstev konstrukce lze vzájemně sčítat.

7. Součinitel prostupu tepla, U -hodnota ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ stanoví celkovou výměnu tepla v ustáleném stavu mezi dvěma prostředími vzájemně oddělenými stavební konstrukcí, zdívem o tepelném odporu R . Zahrnuje vliv všech tepelných mostů včetně vlivu prostupujících hmoždinek a kotev, které jsou součástí konstrukce, zdiva. Součinitel prostupu tepla udává množství tepla ve wattech, které prostoupí plochou $1 m^2$ konstrukce při rozdílu teplot prostředí $1 K$. Jedná se tedy o jednotkovou tepelnou ztrátu prostupem H_T tepla vztáženou na plocha $1 m^2$ dané stavební konstrukce a rozdíl teplot prostředí $1 K$, které odděluje.

8. Zdicí prvek, stavební výrobek, obvykle tvárnice, cihla, tvarovka, blok daného tvaru, rozměrů s příslušným geometrickým uspořádáním otvorů, zářezů, drážek, prohlubní nebo bez nich, který určeným uspořádáním a vzájemným spojením tvoří zdivo s určenými vlastnostmi. Rozlišuje se zdicí prvek plný, děrovaný nebo vícevrstvý.

9. Tepelný most, část dané stavební konstrukce, kde se její tepelný odpor místně významně mění:

- úplným nebo částečným průnikem stavební konstrukce nebo vrstvy materiálu s odlišnou tepelnou vodivostí (konstrukce je tepelně nestejnorodá), nebo stavební konstrukce obsahuje alespoň jednu nestejnorodou vrstvu,
- změnou tloušťek vrstev stavební konstrukce;
- rozdílem mezi vnitřními a vnějšími plochami stavební konstrukce, např. výztužným žebrem.

Vliv tepelného mostu se zohledňuje při výpočtu tepelného odporu konstrukce R a součinitele prostupu tepla U . Tepelný most ovlivňuje tepelné vlastnosti stavební konstrukce stanovené výpočtem nebo měřením. Důsledkem výskytu tepelného mostu v konstrukci je v porovnání se stejnou konstrukcí bez tepelného mostu, zvýšení hustoty tepelného toku a lokální snížení vnitřní povrchové teploty konstrukce. Tepelné mosty jsou bodové a lineární.

Tepelným mostem není vzájemný styk dvou nebo více druhů stavebních konstrukcí, např. konstrukční styk obvodového pláště a stropní konstrukce, příčky a obvodové konstrukce apod. Tato tepelná nestejnorodost se nazývá tepelnou vazbou.

10. Tepelná vazba je rozhraní mezi dvěma a více konstrukcemi, kde tepelný tok v konstrukcích je významně změněn jejich vzájemným působením. Je to zvláštní případ tepelného mostu, odlišný od ostatních svou nepřidatelností k jedné či druhé konstrukci. V některých přejímaných normách EN/ISO se nazývá i tato tepelná nestejnorodost tepelným mostem přesto, že ze vzájemných souvislostí je zřejmé, že se jedná o tepelné vazby. Vliv tepelné vazby se nezahrnuje při výpočtu nebo měření tepelného odporu konstrukce R nebo součinitele prostupu tepla U jednotlivých konstrukcí, ale až při výpočtu měrné ztráty prostupem tepla H_T a průměrného součinitele prostupu tepla U_{em} apod. Obdobně jako u tepelných mostů se rozlišují lineární a bodové tepelné vazby.

13.2.2 Vlhkostní vlastnosti

1. Sorpční hmotnostní vlhkost u_{sb} v %, rovnovážná, ustálená hodnota hmotnostní vlhkosti materiálu obklopeného vzduchem se stálou relativní vlhkostí a teplotou, která se ustálí v původně vysušeném materiálu. Sorpce je proces výměny vodní páry mezi obklopujícím vzduchem s danou teplotou a relativní vlhkostí a porézním materiálem, např. cihelným stěpem.

2. Charakteristická hmotnostní vlhkost $u_{23/80}$ v %, ustálená sorpční hmotnostní vlhkost materiálu stanovená při teplotě vzduchu $\theta_a = (23 \pm 2) ^\circ C$ a relativní vlhkosti vzduchu $\varphi_a = (80 \pm 3) \%$, ke které je vztážená charakteristická hodnota tepelné veličiny, součinitele tepelné vodivosti/tepelného odporu apod.

3. Faktor difuzního odporu μ [-], relativní schopnost vrstvy materiálu propouštět vodní páru difuzí, je poměrem difuzního odporu materiálu a difuzního odporu vrstvy vzduchu o téže tloušťce, při smluvních podmínkách. Faktor difuzního odporu se rozlišuje podle podmínek zkoušky, zda zkouška probíhá při nízké vlhkosti nebo vysoké vlhkosti což v praxi odpovídá stavu, zda se materiál nachází mimo nebo v kondenzační zóně, popř. je v přímém styku s venkovním prostředím. Při nízké vlhkosti se značí μ_d a při vysoké vlhkosti se značí μ_w .

4. Normová hmotnostní vlhkost u_n v %, vlhkost materiálu/výrobku, ke které jsou při experimentálně nestanovené hodnotě praktické vlhkosti vztáženy návrhové hodnoty tepelných vlastností materiálů, výrobků a zdiva.

5. Návrhová hmotnostní vlhkost; praktická hmotnostní vlhkost u_v v %, vlhkost materiálu určená na základě vyhodnocení řady hodnot okamžité hmotnostní vlhkosti materiálu stanovených na základě systematického sledování

vlhkosti materiálu zabudovaného ve venkovní stavební konstrukci v průběhu užívání budovy. Je výpočtově stanovena s 90 % pravděpodobností, že nebude v průběhu užívání budovy překročena při dodržení určujících parametrů vnitřního a venkovního prostředí podle ČSN 73 0540-3.

13.3 Tepelné a vlhkostní vlastnosti zdicích prvků a zdiva

13.3.1 Určující vlastnosti

Určující vlastnosti tepelných vlastností jsou fyzikální vlastnosti materiálů, výrobků a zdiva, a referenční podmínky, na kterých je přímo závislá hodnota tepelné veličiny. Znalost těchto vlastností a referenčních podmínek je nutná pro správnou praktickou interpretaci tepelné veličiny, výsledku zkoušky, vzájemné porovnávání tepelných vlastností jednotlivých výrobků, zdiva z různých typů zdicích prvků a musí být proto uváděny souběžně s danou tepelnou veličinou.

Určující vlastnosti ekvivalentního součinitele tepelné vodivosti, popř. tepelného odporu

zdicích prvků jsou:

- hmotnostní vlhkost v %;
- objemová hmotnost v suchém stavu v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$;
- objemová hmotnost v suchém stavu cihelného střepu v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$;
- střední teplota při měření tepelného odporu ve $^{\circ}\text{C}$;
- typ zdicích prvků LD/HD;
- rozměry, tvar a geometrické vlastnosti zdicích prvků – počet řad otvorů, počet otvorů v řadě, řazení otvorů ve směru tepelného toku (střídavě, za sebou), tvar otvorů, tloušťka obvodových a vnitřních žeber, poměrný objem otvorů, souhrnná tloušťka vnitřních a obvodových žeber, viz. EN 771-1/A1, popř. Příloha B EN 1745;
- rovinnost styčných ploch u zdicích prvků s tenkou ložnou spárou.

malt pro zdivo jsou:

- hmotnostní vlhkost v %;
- objemová hmotnost v suchém stavu v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$;
- střední teplota při měření součinitele tepelné vodivosti ve $^{\circ}\text{C}$ (obvykle 10°C).

Pro analýzu výsledků, porovnávání vlastností jednotlivých typů zdicích prvků, popř. tepelněizolačních malt je vhodné sledovat nejen objemovou hmotnost cihelného střepu, ale i vybrané vlhkostní vlastnosti, nasákavost při plném ponoru a její závislosti na čase, nasákavost při varu, vztlínavost, to je vlastnosti vhodné pro nepřímou analýzu otevřeného/uzavřeného pórovitosti a distribuce pórů.

Určujícími vlastnostmi ekvivalentního součinitele tepelné vodivosti, popř. tepelného odporu zdiva, jsou vedle údajů jednotlivých komponent, to je zdicích prvků a malt pro zdění, popř. omítek, zejména tyto vlastnosti:

- tloušťka zdiva bez povrchových úprav;
- objemová hmotnost zdiva bez povrchových úprav v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$;
- součinitel tepelné vodivosti malt pro zdění a omítky ve $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$;
- geometrické uspořádání zdicích prvků ve zdivu;
- způsob zdění – tloušťka ložné a styčné spáry a jejich tvarové řešení;
- způsob maltování ložné spáry, v celé tloušťce zdiva, v pruzích šířky apod.;
- úpravy povrchu zdiva, zatřením spár povrchů omítkou;
- tloušťky dalších vrstev při vícevrstevném zdivu.

Referenční podmínky jsou okrajové podmínky pro provedení zkoušky nebo výpočtu, které v průběhu zkoušky musí být monitorovány a udržovány na požadované úrovni stanovené zkušební normou, popř. musí být použity při výpočtu ve formě okrajových podmínek. Referenční podmínky uvádí zkušební nebo výpočtové normy a jsou jimi teploty vzduchu při površích zdiva, součinitele přestupu tepla, střední teplota při zkoušce apod.

Výše uvedené referenční a určující podmínky zdiva a jeho komponent musí být uvedeny v protokolu o zkoušce, aby měl potřebnou vypovídací schopnost a praktický význam. Je-li stanoven tepelný odpor zdiva včetně omítky, musí být tato skutečnost výslovně zdůrazněna. Pak se jedná o tepelný odpor zdiva s omítkou.

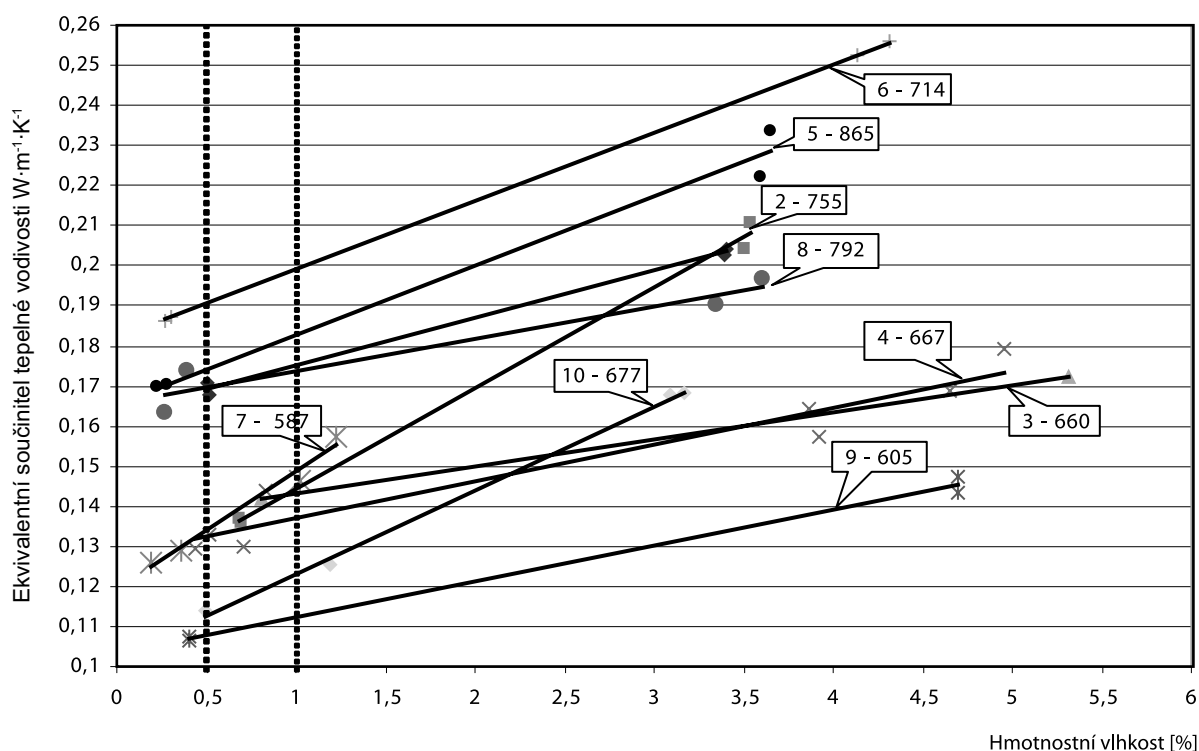
13.3.2 Tepelné vlastnosti zdiva z pálených zdicích prvků

Tepelnětechnické vlastnosti zdiva z pálených zdicích prvků jsou dlouhodobě experimentálně sledovány v rámci posuzování shody výrobků jednotlivých výrobců. Následující tabulka uvádí popis jednotlivých typů fragmentů zděných konstrukcí, které kromě položky 9 tvořily podklad pro stanovení návrhových hodnot ekvivalentního součinitele tepelné vodivosti v rámci revize ČSN 73 0540-3. Měření probíhala v letech 1995-2003 na fragmentech zdiva zhotovených členy Cihlářského svazu Čech a Moravy.

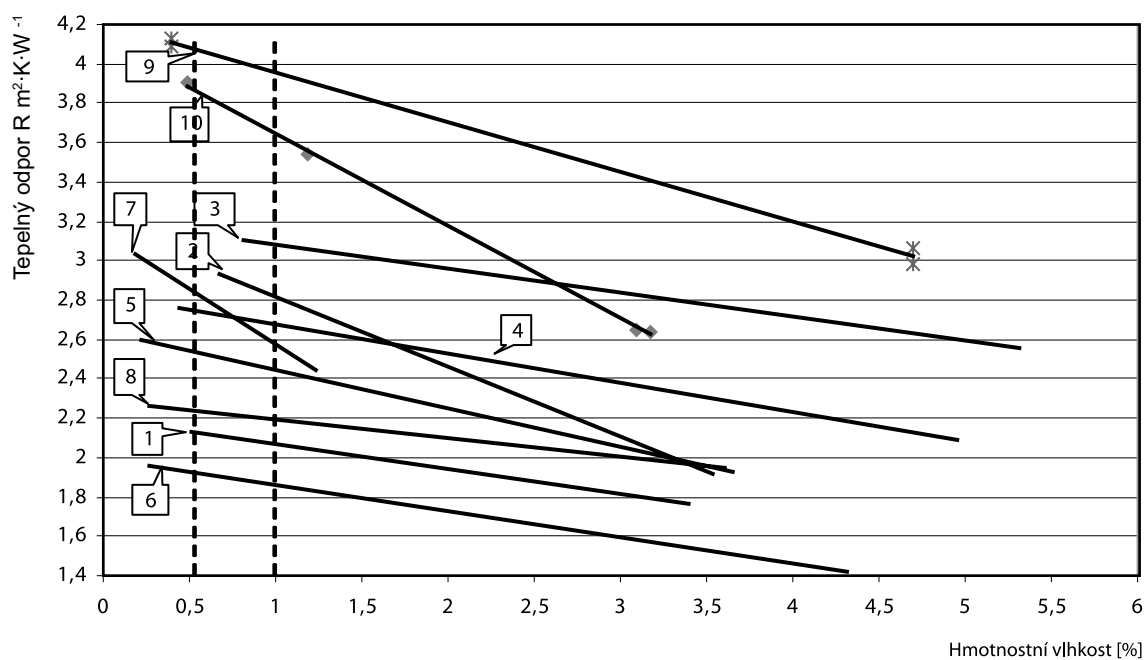
Tab. 13-3 Legenda k obrázkům 13-3 a 13-4

Označení v grafech	Popis zdiva a jeho prvků - výpis z protokolů o zkouškách	Objemová hmotnost zdiva v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$
1	Pálený zdicí prvek 36 P+D; (247/365/238); ložná spára – zdicí malta IP 35 W – v plné tloušťce zdiva; styčná spára – na suchu; oba povrchy opatřeny stěrkou z lehčené omítky IP18 E tl. 5 mm.	717
2	Pálený zdicí prvek 40 P+D; (247/400/238); ložná spára – zdicí tepelněizolační malta Porotherm ISO-Fertigmörtel v plné tloušťce zdiva; styčná spára – na suchu.	755
3	Pálený zdicí prvek PTH 44; (247/440/238); ložná spára – zdicí tepelněizolační malta Porotherm ISO-Fertigmörtel; povrchy oboustranně zatřeny.	660
4	Pálený zdicí prvek 36,5 P+D; (247/365/238); ložná spára – zdicí teplá malta v plné tloušťce zdiva; styčná spára – na suchu.	667
5	Pálený zdicí prvek 44 P+D; (245/440/238) ložná spára – malta MVC 011 – 4x přerušené maltování; oba povrchy opatřeny omítkou MVC 072 v tl. 10-15 mm.	865
6	Pálený zdicí prvek 36,5 P+D; (245/365/238); ložná spára – malta MVC 011 – 3x přerušené maltování; oba povrchy opatřeny lehčenou omítkou s vlákny MVCv 037 v tl. 10-15 mm.	714
7	Pálený zdicí prvek 380; (240/380/238); vyzděno na maltu MVC 011 – 3x přerušené maltování ložné spáry; oba povrchy opatřeny omítkou MVC 072 v tl. 10-15 mm.	587
8	Pálený zdicí prvek 38 P+D; (247/380/238); ložná spára – malta MVC 011 1x přerušené maltování; oba povrchy zatřené omítkou MVC 072.	792
9	Pálený zdicí prvek 44 P+D SI; (247/440/238); 35 řad otvorů; objemová hmotnost cihelného střepu $1\,467\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; ložná spára – tepelněizolační malta $\lambda = 0,20\text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$; maltování nepřerušené; povrchy oboustranně zatřeny omítkou.	605
10	Pálený zdicí prvek 44 Si (247/440/238); 35 řad otvorů; objemová hmotnost cihelného střepu $1\,411\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; ložná spára – tepelněizolační malta v plné tloušťce zdiva, tl. 10 mm, oba povrchy zatřeny tepelněizolační maltou v tloušťce 7 mm.	677

Dále jsou uvedeny metodou regresní analýzy statisticky vyhodnocené výsledky z 40 zkoušek ekvivalentního součinitele tepelné vodivosti / tepelného odporu v závislosti na vlhkosti provedených v letech 1995-2003. U každé závislosti je uvedena vedle pořadového čísla i objemová hmotnost zdiva v suchém stavu.



Obr.13-3 Závislost ekvivalentního součinitele tepelné vodivosti na hmotnostní vlhkosti zdiva



Obr. 13-4 Závislost tepelného odporu na hmotnostní vlhkosti zdiva

Ve všech případech, kdy byla provedena zkouška tepelného odporu zdiva s omítkou, je tepelný odpor omítky odečten.

13.3.3 Návrhové hodnoty vlhkostních vlastností zdiva

Národní návrhový obsah vlhkosti ve smyslu EN 1745, tedy návrhovou hmotnostní vlhkost u v %, pro experimentální nebo výpočtové stanovení návrhových hodnot ekvivalentního součinitele tepelné vodivosti $\lambda_{ev,U}$ ve $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$, popř. tepelného odporu R_U v $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$ stanoví ČSN 73 0540-3:2005 těmito hodnotami:

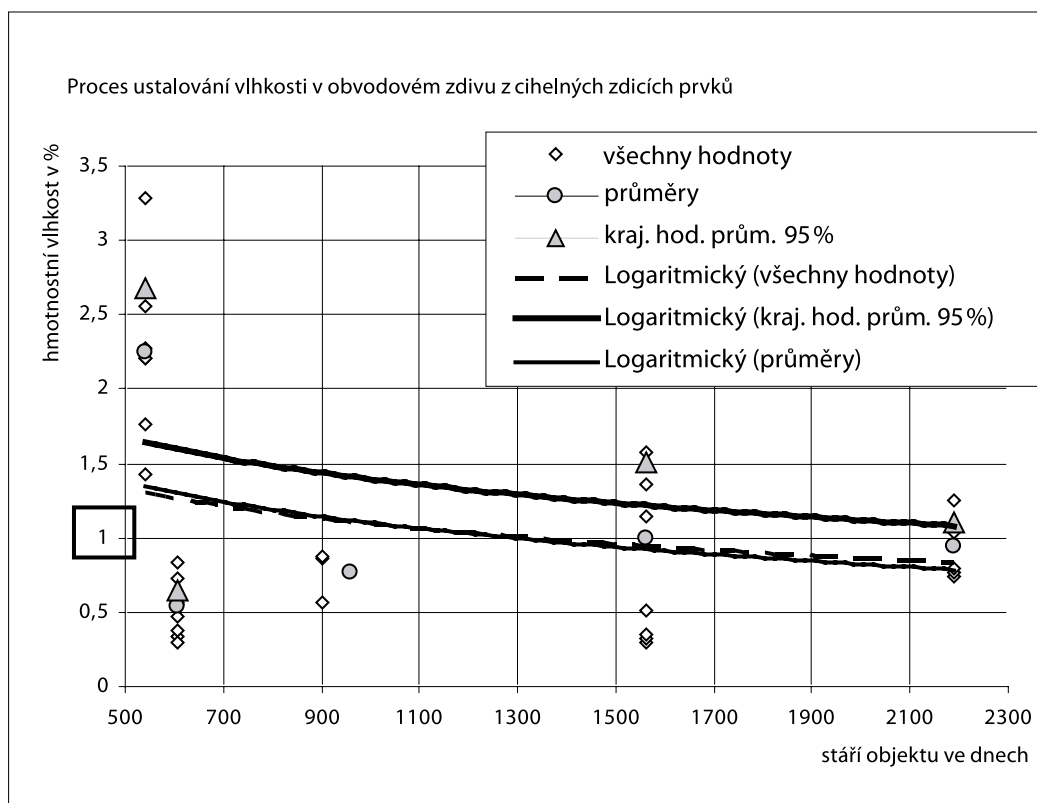
- pro vnější zdivo (vnější zděné konstrukce) zhotovené z plných cihel $u_u = 1,5\%$;

- pro vnější zdivo (vnější zděné stavební konstrukce) zhotovené z děrovaných zdicích prvků $u_u = 1,0\%$,
- pro vnitřní zdivo (vnitřní zděné stavební konstrukce) $u_u = u_{23/80} = 0,5\%$.

Národní návrhový obsah vlhkosti vnitřních konstrukcí rovný ustálené sorpční vlhkosti $u_{23/80}$ byl experimentálně stanoven v roce 1999 ve Výzkumném ústavu pozemních staveb - Certifikační společnosti zkouškami na širokém vzorkovacím celku pálených zdicích prvků z převážného počtu cihelen v ČR.

Národní návrhový obsah vlhkosti vnějších konstrukcí byl stanoven statistickým vyhodnocením souboru dat okamžitých vlhkostí zdiva realizovaných staveb rodinných domků, který byl předmětem zprávy „Vlhkost ve zdivu z děrovaných cihelných prvků v závislosti na stáří budov“ [CSI, a.s. 2003].

Naměřené a následně statisticky vyhodnocené výsledky uvádí graf.



Obr. 13-5 Okamžitá hmotnostní vlhkost zdiva z pálených zdicích prvků v závislosti na stáří objektu

13.3.4 Návrhové hodnoty tepelných vlastností zdiva

Návrhové hodnoty tepelných vlastností zdiva cihel a pálených zdicích prvků stanoví pro potřeby navrhování a hodnocení stavebních konstrukcí s potřebnou bezpečností nepřekročení těchto hodnot v praxi pro klimatické podmínky a konstrukční zvyklosti v ČR ČSN 73 0540-3:2005. Je možné použít i jiných hodnot, např. stanovených postupem podle EN 1745, ale je vždy na straně stavitele stavby prokázat zejména, že tyto hodnoty skýtají obdobnou bezpečnost návrhu jako návrhové hodnoty stanovené podle ČSN 73 0540-3:2005. ČSN 73 0540-3 uvádí tyto tepelné ekvivalentní vlastnosti zdiva z pálených zdicích prvků.

Tab. 13-4 Návrhové ekvivalentní hodnoty tepelných a vlhkostních vlastností zdiva z pálených cihlářských prvků

Hodnoty	Normové	Ekvivalentní normové hodnoty					Návrhové
		Objemová hmotnost v suchém stavu ρ_{dn} kg·m ⁻³	Součinitel tepelné vodivosti $\lambda_{ev,n}$ W·m ⁻¹ ·K ⁻¹	Měrná tepelná kapacita $c_{ev,n}$ J·kg ⁻¹ ·K ⁻¹	Suchý faktor difuzního odporu μ_{nd} -	Součinitel difuzní vodivosti suchý $\delta_{ev,n} \cdot 10^9$ s ³)	
Položka	Nehomogenní vrstva stavební konstrukce ^{1), 2)}	3	4	5	6	6a	7
1	2	3	4	5	6	6a	7
1 Zdivo z pálených zdicích prvků		$z_2 = 0,7$					
1.1	Zdivo z pálených plných cihel CP rozměrů 290/140/65	1700 1800	0,73 0,77	900 900	8,5 9,0	0,022 0,021	0,78 0,84
1.2	Zdivo z cihel metrického formátu CDm rozměrů 240/115/113, tloušťka 115 mm	1400	0,60	960	7,0	0,027	-
2.1		1500	0,67		7,0	0,027	-
2.2	tloušťka 240 mm	1350	0,51		7,0	0,027	0,71
2.3		1450	0,51		7,0	0,027	0,72
2.4		1500	0,55		7,0	0,027	0,77
2.5	tloušťka 375 mm	1450	0,52		7,0	0,027	0,69
2.6		1550	0,57		7,0	0,027	0,73
2.7							
1.3	Zdivo z příčně děrovaných cihel CD 36, podle ČSN 72 2611 ⁵⁾ , rozměrů 360/240 výška tloušťka zdiva 240 mm			960			
3.1	výška 113 mm	1200	0,59				0,63
3.2		1250	0,64				0,67
3.3	výška 140 mm	1150	0,58				0,62
3.4		1250	0,65				0,69
3.5	tloušťka zdiva 360 mm	1200	0,47				0,55
3.6		1250	0,49				-
3.7		1300	-				0,51
3.8	výška 140 mm	1150	0,44				0,58
3.9		1250	0,49				
1.4	Zdivo z příčně děrovaných cihel CD 32, podle ČSN 72 2611 ⁵⁾ , rozměrů 320/240 výška tloušťka zdiva 240 mm			960			
4.1	výška 113 mm	1300	-				0,79
4.2		1400	0,62				0,88
4.3	výška 140 mm	1350	0,64				0,79
4.4		1450	0,70				0,88
4.5	tloušťka zdiva 320 mm	1300	0,51				0,58
4.6		1450	0,57				0,64
4.7	výška 140 mm	1350	0,51				0,57
4.8		1450	0,53				0,63
1.5	Zdivo z podélně děrovaných cihel PK-CD (CpD 8) rozměrů 290/290/140, podle ČSN 72 2625 ⁵⁾			960			
5.1	tloušťka 140 mm	750	-				0,49
5.2		800	0,49				-
5.3		850	0,55				0,55
5.4	tloušťka 290 mm	800	0,55				0,58
5.5		850	0,58				0,60
1.6	Zdivo z příčně děrovaných pálených prvků CD TÝN I rozměrů 290/190/215			960			
6.1	tloušťka 190 mm	1200	0,53				0,59
6.2		1300	0,58				0,64
6.3	tloušťka 290 mm	1200	0,45				0,49
6.4		1300	0,48				0,53
1.7	Zdivo z příčně děrovaných pálených prvků CD TÝN rozměrů 365/190/215 podle ČSN 72 2625 ⁵⁾			960			
	tloušťka 365 mm	1000	-				0,36
1.8	Zdivo z příčně děrovaných pálených prvků CD INA-A rozměrů 365/245/140			960			
	tloušťka 365 mm	1000	-				0,34
1.9	Zdivo z příčně děrovaných pálených prvků CD INA-L rozměrů 365/245/140			960			
	tloušťka 365 mm	1150	-				0,37
1.10	Zdivo z příčně děrovaných pálených prvků CD IVA-C rozměrů 295/290/140 v kombinaci s CD IVA-B rozměrů 295/140/140 tloušťka 440 mm	1100		960			0,36
1.11	Zdivo z příčně děrovaných pálených prvků CD IVA-C rozměrů 295/290/140 v kombinaci s CD IVA-B rozměrů 295/140/140 tloušťka 440 mm	1100		960			0,41

Hodnoty	Normové	Ekvivalentní normové hodnoty					Návrhové
Položka	Nehomogenní vrstva stavební konstrukce ^{1), 2)}	Objemová hmotnost v suchém stavu ρ_{dn} $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$	Součinitel tepelné vodivosti $\lambda_{ev,n}$ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$	Měrná tepelná kapacita $c_{ev,n}$ $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$	Suchý faktor difuzního odporu μ_{nd} -	Součinitel difuzní vodivosti suchý $\delta_{ev,n} \cdot 10^9$ s^3	Ekvival. součinitel tepelné vodivosti $\lambda_{ev,u}$ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
1	2	3	4	5	6	6a	7
2 Zdivo z pálených zdicích prvků (nového typu) ⁴⁾							
2.1	Zdivo z prvků 36,5 P+D; (247/365/238); ložná spára zdicí malta IP 35 W bez přerušení; styčná spára na sucho	720	0,17	960			0,18
2.2	Zdivo z prvků 36,5 P+D; (247/365/238); ložná spára zdicí malta tepelněizolační bez přerušení; styčná spára na sucho	670	0,13	960			0,14
2,3	Zdivo z prvků 38 P+D; (240/380/238); ložná spára zdicí malta MVC 011, 3x přerušené nanášení malty; styčná spára na sucho	790	0,17	960			0,18
2.4	Zdivo z prvků 38 P+D; (240/380/238); ložná spára zdicí malta MVC 011, 1x přerušené nanášení malty; styčná spára na sucho	590	0,13	960			0,15
2.5	Zdivo z prvků 40 P+D; (247/400/238); ložná spára zdicí tepelněizolační malta bez přerušení; styčná spára na sucho	755	0,13	960			0,14
2.6	Zdivo z prvků 44 P+D; (245/440/238); ložná spára zdicí malta MVC 011, 4x přerušené nanášení malty; styčná spára na sucho	840	0,17	960			0,18
2.7	Zdivo z prvků 44 P+D; (247/440/238); ložná spára zdicí tepelněizolační malta; styčná spára na sucho	660	0,14	960			0,15

Poznámka:

¹⁾ Zdivo, není-li stanoveno v položce jinak, provedeno klasickým způsobem, s nepřerušovaným nanášením malty do ložné spáry.

²⁾ Stavební konstrukce se míní bez omítek a jiných povrchových úprav.

³⁾ Orientační hodnoty.

⁴⁾ Hodnoty stanoveny na základě zkoušek.

⁵⁾ V současné době již tyto normy nejsou platné.

13.4 Normové požadavky na zděné vnitřní a vnější stavební konstrukce

Technické požadavky na tepelné a vlhkostní vlastnosti zděných stavebních konstrukcí stanoví ČSN 73 0540-2:2005/Z1.

13.4.1 Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce

V zimním období musí stavební konstrukce v prostorech s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_i \leq 60\%$ vykazovat v každém místě vnitřní povrchovou teplotu θ_{si} , ve °C, podle vztahu:

$$\theta_{si} \geq \theta_{si,N}$$

kde $\theta_{si,N}$ je požadovaná hodnota nejnižší vnitřní povrchové teploty, ve °C, stanovená ze vztahu

$$\theta_{si,N} = \theta_{si,cr} + \Delta\theta_{si}$$

kde $\theta_{si,cr}$ kritická vnitřní povrchová teplota, ve °C, při které by vnitřní vzduch s návrhovou teplotou θ_{oi} a návrhovou relativní vlhkostí φ_i podle ČSN 73 0540-3 a ČSN 73 0540-4 dosáhl kritické vnitřní povrchové vlhkosti $\varphi_{si,cr}$. Hodnoty kritických vnitřních povrchových teplot $\theta_{si,cr}$ pro požadované kritické vnitřní povrchové vlhkosti $\varphi_{si,cr}$ ve výši 80% a 100% jsou v tabulkách v ČSN 73 0540-3, výpočtový postup jejich stanovení je v ČSN 73 0540-4. Pro kritickou vnitřní povrchovou vlhkost $\varphi_{si,cr} = 100\%$ je kritickou vnitřní povrchovou teplotou $\theta_{si,cr}$ teplota rosného bodu θ_w ;

$\varphi_{si,cr}$ kritická vnitřní povrchová vlhkost, v %, je relativní vlhkost vzduchu bezprostředně při vnitřním povrchu konstrukce, která nesmí být pro danou konstrukci překročena. Pro stavební konstrukce včetně zdiva je kritická vnitřní povrchová vlhkost $\varphi_{si,cr} = 80\%$. Pro výplně otvorů je kritická vnitřní povrchová vlhkost $\varphi_{si,cr} = 100\%$;

- φ_i návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu, v %, stanovená pro budovu nebo její ucelenou část pro požadované užívání podle ČSN 73 0540-3 bez bezpečnostní vlhkostní přírážky $\Delta_{\varphi_i} = 0\%$. Kromě prostorů s vlhkými a mokřými provozy se uvažuje $\varphi_i = 50\%$;
- θ_{ai} návrhová teplota vnitřního vzduchu, ve °C, stanovená pro budovu nebo její ucelenou část pro požadované užívání podle ČSN 73 0540-3;
- $\Delta\theta_{si}$ bezpečnostní teplotní přírážka, ve °C, zohledňující způsob vytápění vnitřního prostředí a tepelnou setrvačnost konstrukce stanovená pro výplně otvorů a pro ostatní konstrukce z tabulky uvedené v normě.

13.4.2 Součinitel prostupu tepla

Stavební konstrukce a výplně otvorů vytápěných nebo klimatizovaných budov musí mít v prostorech s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_i \leq 60\%$ součinitel prostupu tepla U , ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ takový, aby splňoval podmínku:

$$U \leq U_N$$

kde U_N je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla, ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$.

Splnění podmínky vztahu pro doporučenou hodnotu U_N je vhodné pro energeticky úsporné budovy. Požadovaná a doporučená hodnota U_N se stanoví:

- a) pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou $\theta_{im} = 20$ °C (pobytové místnosti) a pro všechny venkovní teploty podle dále uvedené tabulky;

Převažující návrhová vnitřní teplota θ_{im} , ve °C, odpovídá návrhové vnitřní teplotě θ_i většiny prostorů v budově. Za budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou $\theta_{im} = 20$ °C, pro které platí tabulka 13-5, se považují všechny budovy obytné (nevýrobní bytové), občanské (nevýrobní nebytové) s převážně dlouhodobým pobytem lidí (např. školské, administrativní, ubytovací, veřejně správní, stravovací, většina zdravotnických) a jiné budovy, pokud vypočítaná převažující návrhová vnitřní teplota je v intervalu od 18 °C do 24 °C včetně.

- b) pro ostatní budovy ze vztahu:

$$U_N = U_{N,20} \cdot e_1 \cdot \frac{35}{\Delta\theta_{ie}}$$

- kde $U_{N,20}$ je součinitel prostupu tepla, jeho normová hodnota (tabulka 13-5), ve $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$;
 e_1 součinitel typu budovy; stanoví se ze vztahu:

$$e_1 = \frac{20}{\theta_{im}}$$

- $\Delta\theta_{ie}$ základní rozdíl teplot vnitřního a venkovního prostředí, ve °C, který se stanoví ze vztahu $\Delta\theta_{ie} = \theta_{im} - \theta_e$,
kde θ_e je návrhová venkovní teplota podle ČSN 73 0540-3, ve °C, která se stanoví jako návrhová teplota venkovního vzduchu.

Tab. 13-5 Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla U_N , pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou $\theta_{im} = 20\text{ °C}$

Popis konstrukce, vybrané konstrukce z ČSN 73 0540-2, kde se požadavky týkají zděných konstrukcí. Pro srovnání je uveden požadavek na svislé výplně otvorů.		Součinitel prostupu tepla U_N [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$]	
		Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty
Stěna vnější Střecha strmá se sklonem nad 45°	těžká konstrukce (zdivo)	0,38	0,25
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k částečně vytápěnému prostoru Strop a stěna vnější z částečně vytápěného prostoru k venkovnímu prostředí		0,75	0,50
Stěna mezi sousedními budovami Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně		1,05	0,70
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně		1,30	0,90
Okno, dveře a jiná výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí Pro rámy nových výplní otvorů přitom platí $U_f \leq 2,0\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$	nová	1,7	1,2
	upravená	2,0	
Okno, dveře a jiná výplň otvoru ve stěně a strmé střeše, z vytápěného do částečně vytápěného prostoru nebo z částečně vytápěného prostoru do venkovního prostředí		3,5	2,3
Šikmé střešní okno, světlík a jiná šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° , z vytápěného prostoru do venkovního prostředí		1,5	1,1

Poznámka: Požadované a doporučené hodnoty U_N se do hodnoty 0,4 zaokrouhlují na setiny, od hodnoty 0,4 včetně do hodnoty 2,0 na pět setin a nad hodnotu 2,0 včetně na desetiny.

K uvedeným požadovaným/doporučeným hodnotám se uvádí:

- Požadované a doporučené hodnoty U_N ze vztahů v tabulce se do hodnoty 0,4 zaokrouhlují na setiny a od hodnoty 0,4 včetně do hodnoty 2,0 na pět setin a nad hodnotu 2,0 včetně na desetiny.
- Pro konstrukce přilehlé k zemině do vzdálenosti 1 m od rozhraní zeminy a venkovního vzduchu na vnějším povrchu konstrukce (měřeno podél systémové hranice budovy) se uplatňují požadované hodnoty pro vnější stěny; ve větší vzdálenosti platí požadované hodnoty uvedené či stanovené pro podlahy a stěny přilehlé k zemině. Pro toto hodnocení lze zahrnout i tepelnou izolaci podél základů, pokud navazuje na tepelnou izolaci stěny.
- Při cíleném využití sluneční energie, rekuperace tepla, nebo elektrické energie na vytápění a při návrhu nízkoenergetických domů je vhodné dosahovat $\frac{2}{3}$ hodnot doporučených.
- Součinitel prostupu tepla U odpovídá průměrné vnitřní povrchové teplotě θ_{sim} sledované konstrukce; zahrnuje tedy vliv tepelných mostů v konstrukci obsažených (viz ČSN 73 0540-4). Vliv tepelných mostů v konstrukci lze zanedbat, pokud jejich souhrnné působení je menší než 5% součinitele prostupu tepla.
- Při návrhu a ověření konstrukcí je vhodné uvažovat předpokládané změny užívání v průběhu životnosti budovy.
- U budov s odlišnými vytápěnými zónami ve smyslu EN 832 se požadavky stanovují pro každou vytápěnou zónu samostatně podle převažující návrhové vnitřní teploty vytápěné zóny.
- Sousední vytápěné byty se považují za prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně, sousední temperované byty a provozovny se považují za částečně vytápěné prostory a sousední občasně vytápěné byty a provozovny se považují za nevytápěné prostory podle tabulky. Částečně vytápěný prostor má teplotu mezi teplotou vytápěného a nevytápěného prostoru, v rozmezí do 20% od jejich průměru. Částečně vytápěný prostor může být vytápěn i nepřímo.
- Při provádění změn užívaných budov v zimním období (např. nástavby, vestavby, přístavby) je nutné zajistit tepelnou ochranu i dočasně ochlazovaných konstrukcí tak, aby nedocházelo k jejich poruchám a vadám.

13.4.3 Zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce

Pro stavební konstrukci, u které by zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce G_K , v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$, mohla ohrozit její požadovanou funkci, nesmí dojít ke kondenzaci vodní páry uvnitř konstrukce, tedy:

$$G_K = 0$$

Ohrožením požadované funkce je obvykle podstatné zkrácení předpokládané životnosti konstrukce, snížení vnitřní povrchové teploty konstrukce vedoucí ke vzniku plísní, objemové změny a výrazné zvýšení hmotnosti konstrukce mimo rámec rezerv statického výpočtu, zvýšení hmotnostní vlhkosti materiálu na úroveň způsobující jeho degradaci. Zejména musí být respektovány podmínky pro uplatnění dřeva a/nebo materiálů na bázi dřeva ve stavebních konstrukcích podle 5.1 a 5.4 v ČSN 73 2810:1993.

Uvedený požadavek se prokazuje výpočtem podle ČSN 73 0540-4.

Kondenzace vodní páry se vždy stanovuje s bezpečnostní vlhkostní přírážkou $\Delta\varphi_i = 5\%$. Kromě prostorů s vlhkými a mokřými provozy se tedy uvažuje $\varphi_i + \Delta\varphi_i = 55\%$.

Pro stavební konstrukci, u které kondenzace vodní páry uvnitř neohrozí její požadovanou funkci, se požaduje omezení ročního množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce G_K , v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ tak, aby splňovalo podmínku:

$$G_K \leq G_{K,N}$$

Pro jednoplášřovou střechu, konstrukci s vnějším tepelněizolačním systémem, vnějším obkladem, popř. jinou obvodovou konstrukci s difuzně málo propustnými vnějšími povrchovými vrstvami, je:

$$G_{K,N} = 0,10 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1},$$

pro ostatní stavební konstrukce je nižší z hodnot:

$$G_{K,N} = 0,50 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1} \text{ nebo } 0,5\% \text{ plošné hmotnosti materiálu.}$$

Při zabudování dřeva a/nebo materiálů na bázi dřeva do stavebních konstrukcí je nutné dodržet jeho dovolenou vlhkost podle ČSN 49 1531-1. Překročí-li za normových podmínek rovnovážná hmotnostní vlhkost těchto materiálů 18%, je požadovaná funkce konstrukce ohrožena.

Požadavek se prokazuje bilančním výpočtem po měsících podle EN ISO 13788, při nedostatku návrhových klimatických údajů se připouští výpočet podle ČSN 73 0540-4.

13.4.4 Roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce

Ve stavební konstrukci s připuštěnou omezenou kondenzací vodní páry uvnitř konstrukce 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 G_K , v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ tedy musí být nižší než roční množství vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce G_V , v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$.

Je-li ve stavebních konstrukcích dřevo a/nebo materiály na bázi dřeva, pak musí být provedena ochrana těchto materiálů podle ČSN 49 0600-1 nejméně pro třídu ohrožení 2 podle EN 335-1 a EN 335-2. Zároveň je při zabudování nutné dodržet jeho dovolenou vlhkost podle ČSN 49 1531-1.

Požadavek se prokazuje bilančním výpočtem po měsících podle EN ISO 13788, při nedostatku návrhových klimatických údajů se připouští výpočet podle ČSN 73 0540-4.

U konstrukcí s větranou vzduchovou vrstvou požaduje ověřit průběh relativní vlhkosti vzduchu proudícího v této vrstvě φ_{cv} , která musí po celé délce této vrstvy splňovat podmínku:

$$\varphi_{cv} < 90\%.$$

Při nesplnění požadavku vzniká riziko kondenzace vodní páry ve vzduchu větrané vzduchové vrstvy a na přilehlém povrchu vnější části konstrukce, u vodorovných a šikmých konstrukcí pak je riziko odkapávání a zvlhčování materiálů pod vzduchovou vrstvou. Požadavek musí být splněn i při bezvětrí.

13.4.5 Provádění zděných konstrukcí z hlediska dosažení deklarovaných tepelnětechnických vlastností

Zdivo z pálených zdících prvků s dutinami a svislým děrováním, často i s profilovanou styčnou spárou (P+D), zajišťuje tepelnou ochranu budovy celou svojí tloušťkou. Z toho vyplývá závažná skutečnost, že jakákoli odchylka ve zdění neodpovídající technologickému předpisu má za následek vznik nebo rozšíření plochy nestejnorodé vrstvy ve

zdivu, což vede ve svém důsledku obvykle k nedosažení deklarovaného tepelného odporu/ekvivalentního součinitele tepelné vodivosti zdiva.

Takovými „odchylkami“ jsou běžně:

1. Překročení tloušťky ložné spáry, obvykle předepsané v tl. 12 mm, nejde-li o zdivo se zabroušenými ložnými plochami.
2. Nedodržení předepsaného způsobu maltování ložné spáry (1x, popř. vícekrát přerušené maltování - maltování v pruzích).
3. Překročení tloušťky styčné spáry, popř. u systému spojovaných na pero a drážku (P+D) neprovádění pokládky přesně na sraz.
4. Použití malty s vyšší hodnotou tepelné vodivosti než je předepsáno. Sem se řadí i záměna hodnoty součinitele tepelné vodivosti v suchém stavu za hodnotu praktickou, při výběru vhodné zdicí malty.
5. Používání zdicí malty s vyšším vodním součinitelem (řidká malta), kde pak dochází k nadměrnému zatékání do dutin nebo úchytných otvorů zdicích prvků.
6. Kombinování zdicích prvků s jinými druhy zdicích prvků, zvláště pak s cihlami plnými nebo cihlami CDm. Tyto vykazují významně nižší hodnotu tepelného odporu (vyšší ekvivalentní tepelnou vodivost) a tím vzniká výrazný lokální tepelný most. Obzvláště je uvedena nekázeň při zdění kritická v rozích, koutech, ve styku obvodové stěny se střední stěnou, stropní konstrukcí apod., tedy v místech, které jsou díky svému tvaru samy o sobě tepelnými mosty. Stejný výrazně negativní tepelný důsledek přináší dozdivání parapetů a okenních ostění.
7. Používání nevhodných typů či skladeb nadokenních překladů.
8. Chybné provádění ztužujících věnců a napojení stropní konstrukce.

K provádění zděných konstrukcí též náleží správné skladování bránící navlhnutí zdicích prvků a jejich přímému styku s povětrnostními srážkami.

Prostupuje-li nebo narušuje-li celistvost stěny jiný konstrukční prvek, např. sloup, konzola apod., je nutné uvedený kritický detail posoudit z hlediska dodržení požadavku na nejnižší vnitřní povrchovou teplotu, obvykle výpočtem 2D, popř. 3D teplotního pole.