

NECHTE NÁS NAVRHOVAT STŘECHY SPRÁVNĚ!
KONSTRUKTIVNÍ KRITIKA NOVÉ TEPELNĚ TECHNICKÉ NORMY
ČSN 730540-2.

Petr Slanina

Ing. Petr Slanina, Ph.D.

Poradenství v oblasti stavební fyziky a obalových konstrukcí, slanina@benvelop.com

NECHTE NÁS NAVRHOVAT STŘECHY SPRÁVNĚ!

KONSTRUKTIVNÍ KRITIKA NOVÉ TEPELNĚ TECHNICKÉ NORMY ČSN 730540-2.

ABSTRAKT

Jednou skupinou požadavků na střešní pláště jsou tepelně vlhkostní požadavky, které se za posledních několik let několikrát výrazně změnily, a proto se mění i skladby střešních plášťů. Ne vždy je to vývoj správným směrem. Tento příspěvek se zaměřuje na tepelně vlhkostní požadavky, které se objevily v nové tepelně technické normě ČSN 730540-2, jenž vyšla v říjnu v roce 2011. V příspěvku jsou tyto požadavky diskutovány, porovnány s požadavky v jiných zemích, je poukázáno na nedokonalosti i je nastíněn možný další vývoj tepelně vlhkostních požadavků.

ÚVOD

Na nově navržené i rekonstruované střešní pláště je kladeno mnoho různých požadavků proto, aby střecha sloužila dobře svému účelu – chránila člověka před nepříznivými vlivy prostředí. Jednou skupinou požadavků jsou tepelně vlhkostní požadavky na střešní pláště, které jsou uvedeny v technické normě ČSN 730540-2:2011 [1] a nahradila předchozí normu ČSN 730540-2:2007[2]. Jednotlivé požadavky nové normy jsou však rozeprány i v návaznosti na předchozí technické normy ČSN 730540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky, neboť mnoho požadavků se bezmyšlenkovitě přejímá z jedné verze normy do té následující.

Jak zásadný význam tepelně technické požadavky mají na vývoj střešních plášťů je zřejmé, když si projdeme sborníky za posledních patnáct let z Bratislavského mezinárodního sympozia Střechy. Je až s podivem, že tyto požadavky se mezi odbornou veřejností často berou jako neměnné, správné, jako něco o čem se nediskutuje a nepochybuje. Navíc podle autorů normy [3] jsou tepelně technické požadavky závazné. Tomu odpovídá i znění nové vyhlášky vyhláška č. 268/2009 Sb. [4], kde se v §16 píše, že „Požadavky na tepelně technické vlastnosti konstrukcí a budov jsou dány normovými hodnotami“. To znamená, že projektanti nových i rekonstruovaných střešních plášťů musí dodržet požadované hodnoty normy.

Měli bychom si položit otázku, kde se vzaly tyto požadované hodnoty normy ČSN 730540-2? Na tuto otázku se pokusí odpovědět následující text příspěvku spolu s tím, jak jednotlivé požadavky ovlivňují návrhy střešních plášťů. Některé tepelně vlhkostní požadavky na nové i rekonstruované střešní pláště jsou v příspěvku diskutovány postupně podle toho, jak se v normě [1] objevují.

NEJNIŽŠÍ VNITŘNÍ POVRCHOVÁ TEPLOTA KONSTRUKCE

Tento požadavek byl zaveden do českých norem ze dvou různých důvodů, aby nedocházelo ke kondenzaci vlhkosti na vnitřní straně otvorových výplňích při **normativních** okrajových podmínkách; za druhé, aby nedocházelo k růstům plísní na vnitřních površích konstrukcí při **normativních** okrajových podmínkách. Změnou normy [2] v roce 2007 došlo k posunu požadavku z nejnižší vnitřní povrchovou teplotu konstrukce na teplotní faktor vnitřního povrchu konstrukce. Tato změna je vcelku ekvivalentní, avšak teplotní faktor vnitřního povrchu konstrukce je hodnota, které je pro projektanty velmi těžce pochopitelná.

V nové normě [1] je požadavek hodnocen opět pomocí teplotního faktoru vnitřního povrchu konstrukce. Byly zrušeny některé přírážky pro výpočet požadované hodnoty nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu, na druhou stranu dochází ke změně výpočtu okrajových podmínek vnitřního prostředí (relativní vlhkosti vnitřního vzduchu).

Nevýhodou teplotního faktoru je, že sice pro jednu konstrukci platí jedna hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu, avšak při posouzení konstrukce je zapotřebí mít tabulku hodnot, aby bylo možné konstrukci posoudit pro různé vnější a vnitřní okrajové podmínky.

Jak by měl daný požadavek správně znít? Ve shodě s normou je nezbytné rozdělit požadavek na dvě oblasti konstrukcí.

- 1) Konstrukce, kde nemohou růst plísně (sklo, kovy, atd.)
- 2) Konstrukce, kde plísně růst mohou.

Pro první skupinu konstrukcí (kde nehrozí riziko růstu plísní) je zapotřebí diskutovat o tom, zda-li má při **skutečných** okrajových podmínkách docházet ke kondenzaci vodní páry na vnitřním povrchu. A pokud ano, jak dlouho může ke kondenzaci docházet (jak dlouho může být relativní vlhkost u povrchu konstrukce rovna 100%). Nová norma [1] jakoby nepřipouští kondenzaci na vnitřním povrchu otvorových výplní (pro obytné budovy), avšak pouze pro **návrhové** okrajové podmínky, které jsou stanoveny pouze na základě statistického vyhodnocení skutečných okrajových podmínek. A tak, přestože budou splněny požadavky normy, bude ve skutečnosti docházet ke kondenzaci na vnitřním povrchu otvorových výplní.

Pro druhou skupinou konstrukcí, na kterých mohou růst plísně, je dobré si zopakovat, že plísně ke svému růstu potřebují živiny (získávají je ze vzduchu a z konstrukce), dostatečnou teplotu (bohužel většina druhů plísní žije při stejných teplotách jako člověk) a vodu, kterou získávají ze vzduchu při vyšších relativních vlhkostech vzduchu. Nejjednodušší způsob jak zabránit růstu plísní je tedy omezit relativní vlhkosti na povrchu konstrukce. Jak ukazují výzkumy [5],[6] hranice relativní vlhkosti 80% je na straně bezpečnosti, avšak bylo by žádoucí diskutovat, na jak dlouhou dobu je možné tuto hranici překročit při uvažování **skutečných** okrajových podmínek, neboť tuto hranici na krátké období (hodiny, dny) překročit lze aniž by došlo k růstům plísní.

Například v americké normě [7] je zamezeno růstu plísní na vnitřním povrchu konstrukcí za pomoci relativní vlhkosti na vnitřním povrchu konstrukce. Jsou stanoveny tři požadavky, které musí být současně splněny:

- 1) 30denní klouzavý průměr relativní vlhkosti na povrchu $RH < 80\%$ při 30denním klouzavém průměru teploty na vnitřního povrchu mezi 5°C a 40°C .
- 2) 7denní klouzavý průměr relativní vlhkosti na povrchu $RH < 98\%$ při 7denním klouzavém průměru teploty na vnitřního povrchu mezi 5°C a 40°C .
- 3) 24hodinový klouzavý průměr relativní vlhkosti na povrchu $RH < 100\%$ při 24hodinovém klouzavém průměru teploty na vnitřního povrchu mezi 5°C a 40°C .

Několika denní (hodinový) klouzavý průměr se rozumí průměrná hodnota vypočtená pro dané období s hodinových hodnot relativní vlhkosti a teploty.

Požadavky americké normy ukazují, že hranici 80% relativní vlhkosti na vnitřním povrchu stavebních konstrukcí lze překročit bez rizika růstu plísní.

SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA

V nové normě [1] se požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla U $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ pro střešní konstrukce nemění. Přibývají pouze hodnoty tzv. „Doporučené

hodnoty pro pasivní budovy“, které by měly odpovídat hodnotám potřebným pro dosažení standardu pasivního domu. Avšak položme si otázku: Kde se vzaly požadované a doporučené hodnoty prostupu tepla U $W/(m^2K)$ pro stavební konstrukce včetně střešních pláštů? Bohužel odpověď neznám a je možné, že autoři normy si hodnoty vymysleli.

Je spodivem, že požadované i doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce nereflktují rozdílné okrajové podmínky. Stejně požadované hodnoty součinitele prostupu tepla, tak platí pro střechy postavené v nížině i v horách. Přitom tepelné ztráty pro střešní konstrukce postavené v Krkonoších mohou být několikanásobně větší než pro střechy se stejnou hodnotou součinitele prostupu tepla, avšak postavené na jihu Moravy!

Jak bude požadavek jednou vypadat? Domnívám se, že se jednou budou hodnotit konstrukce podle množství tepla, které jimi projde pro konkrétní danou lokalitu. A například požadavek pro střešní plášť by mohl vypadat, že tepelné ztráty typického výseku střešního pláště nesmí být větší než 10 kWh/m².rok. V takové případě se budou lepší konstrukce (s menším součinitelem prostupu tepla) navrhovat v chladnějších lokalitách, a to je správné.

ŠÍŘENÍ VLHKOSTI V KONSTRUKCI

Tato kapitola v sobě skrývá několik dílčích požadavků na šíření vlhkosti ve střešních pláštích. Jsou to požadavky, které významně ovlivnily vývoj i špatnou funkčnost střešních pláštů v Československu a České republice. Historický vývoj normových požadavků na šíření vlhkosti ve střešních pláštích je shrnut v Tabulce 1.

Tabulka 1. Historický vývoj normových požadavků na šíření vlhkosti ve střešních pláštích.

Rok	Dok.	Jednoplášťové střechy	Dvouplášťové střechy
1964	[8]	- nesmí docházet ke kondenzaci	- kladná roční bilance vlhkosti
1977, 1978	[9],[10]	- kladná roční bilance [10]	- kladná roční bilance vlhkosti [9]
1994	[11]	- kladná roční bilance - maximální kondenzát - $M_c \leq 0,1 \text{ kg/m}^2\text{rok}$	- kladná roční bilance - maximální kondenzát - $M_c \leq 0,5 \text{ kg/m}^2\text{rok}$
2002	[12]	- kladná roční bilance - maximální kondenzát - $M_c \leq 0,1 \text{ kg/m}^2\text{rok}$	- kladná roční bilance - maximální kondenzát - $M_c \leq 0,5 \text{ kg/m}^2\text{rok}$
2004	[13]	- kladná roční bilance - maximální kondenzát - $M_c \leq 0,1 \text{ kg/m}^2\text{rok}$	- kladná roční bilance - maximální kondenzát - $M_c \leq 0,5 \text{ kg/m}^2\text{rok}$ nebo - $M_c \leq 5\%$ plošné hmot. materiálu
2007	[2]	- kladná roční bilance - maximální kondenzát - $M_c \leq 0,1 \text{ kg/m}^2\text{rok}$ nebo - $M_c \leq 3\%$ plošné hmot. materiálu	- kladná roční bilance - maximální kondenzát - $M_c \leq 0,5 \text{ kg/m}^2\text{rok}$ nebo - $M_c \leq 5\%$ plošné hmot. materiálu
2011	[1]	- kladná roční bilance - maximální kondenzát - $M_c \leq 0,1 \text{ kg/m}^2\text{rok}$ nebo - $M_c \leq 3\%$ plošné hmotnosti materiálu ($\rho > 100 \text{ kg/m}^3$) nebo - $M_c \leq 6\%$ plošné hmotnosti materiálu ($\rho \leq 100 \text{ kg/m}^3$)	- kladná roční bilance - maximální kondenzát - $M_c \leq 0,5 \text{ kg/m}^2\text{rok}$ nebo - $M_c \leq 5\%$ plošné hmotnosti materiálu ($\rho > 100 \text{ kg/m}^3$) nebo - $M_c \leq 10\%$ plošné hmotnosti materiálu ($\rho \leq 100 \text{ kg/m}^3$)

Poznámky: 1) ρ = objemová hmotnost materiálů v kg/m^3 .

Z Tabulky 1 ukazuje, že za posledních 10 let dochází k velmi časté změně požadavků na šíření vlhkosti v konstrukci. Z tabulky 1 je patrné, že nová norma [1] přináší opět další změny v požadavcích.

Důležitou změnou je, že návrh normy konečně umožňuje použít pokročilejší výpočetní metody pro hodnocení konstrukcí z hlediska šíření vlhkosti, avšak je zapotřebí použít starých okrajových podmínek z norem [14], [15], kde nejsou definovány okrajové podmínky s časovým krokem například 1 hodina. V nové normě [1] není zmíněno o jaké pokročilejší výpočetní metody se jedná (například metody popsané v.[16], [17]), ani že výpočetní software musí splňovat kritéria normy [18], která stále dosud nebyla přeložena do českého jazyka, přestože je v České republice vydána od roku 2007.

Vlivem historických změn požadavků uvedených v Tabulce 1 docházelo i ke změnám v oblasti navrhování střešních pláštů. Jedním takovým požadavkem je omezení ročního množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce $M_c \leq 0,1 \text{ kg/m}^2\text{rok}$, neboť:

- 1) Množství $0,1 \text{ kg/m}^2\text{rok}$ je požadavek, který se objevil poprvé v roce 1994. Není jasné odkud se daný požadavek vzal. Nejspíš si ho autoři normy zcela vymysleli.
- 2) Množství $0,1 \text{ kg/m}^2\text{rok}$ je množství zhruba $0,1$ litru vody na 1 m^2 respektive sloupec vody o výšce $0,1\text{mm}$! Jak takové množství vody může být nebezpečné pro funkci střešního pláště? To nevím. (Dřevo a dřevěné materiály mají svůj vlastní požadavek na rovnovážnou hmotnostní vlhkost, a to nově 16% , původní normě [2] 18%)
- 3) Množství $0,1 \text{ kg/m}^2\text{rok}$ se počítá podle metody uvedené normě ČSN EN ISO 13788 [14]. V této normě se píše, že „metoda [výpočtu] může být chápána spíše jako odhad než přesný nástroj předpovědi. Je vhodná pro porovnání rozdílných konstrukcí a pro posouzení vlivu změn. Neposkytuje přesnou předpověď vlhkostních podmínek uvnitř konstrukce za provozních podmínek a není vhodná pro výpočet vysušování zabudované vlhkosti“. Metoda vychází z Glaserovy metody [19] respektive z roku 1939 od Franka B.Rowleyho [20].
- 4) V německé normě DIN 4108-3 [21] je limit pro maximální zkondenzované množství $M_c \leq 1,0 \text{ kg/m}^2\text{rok}$ pro kapilárně aktivní materiály a $M_c \leq 0,5 \text{ kg/m}^2\text{rok}$ pro kapilárně neaktivní materiály. Tedy povolené množství je $5x$ až $10x$ větší než v České republice.

Vlivem zahrnutí požadavku na omezení množství zkondenzované vlhkosti v plochých jednoplášťových střeších do závazných norem vedlo k tomu, že v těchto pláštích se musela navrhnout vrstva parotěsníci s velmi vysokým difúzním odporem. Krásně to vystihuje Zdeněk Kutnar [22], který píše o střeších ze 70. let 20. století. „Zpočátku se ... poruchy plochých střeš s tepelnou izolací z plynosilikátových tvárníc přisuzovaly difúzi a kondenzaci vodní páry. Tento názor vedl ve svých důsledcích ke vkládání parotěsných zábran do popsaných skladeb střeš, což byla samozřejmě velká chyba“. Chybou Z.Kutnar myslí to, že vlhkost, která se dostane do střešního pláště především z dešťových srážek, nemá šanci se vypařit. Vlhkost se ve střeše akumuluje a degradují tepelně izolační materiály, vzniká tzv. „vlhkostní pas“. V zahraniční odborné literatuře najdeme shodné názory [23],[24]. Problematiku použití parotěsníci vrstvy je podrobněji popsány v [25].

Jak by měl požadavek šíření vlhkosti ve střešních pláštích správně znít?

- 1) Ve střešních pláštích i jednotlivých vrstvách střešního pláště nesmí docházet k akumulaci vlhkosti v průběhu ročního cyklu.

- 2) Množství vlhkosti ve střešním plášti nesmí způsobit degradaci materiálů zabudovaných ve střešním plášti. Například u dřeva a materiálů na bázi dřeva je maximální povolená hmotnostní vlhkost rovna 16% [1]. U tepelně izolačních materiálů je možné zvolit hranici maximálního množství vlhkosti například tak, aby tepelně izolační schopnost materiálů neklesla o více jak 10% oproti suchému stavu viz [26].

ŠÍŘENÍ VZDUCHU STŘEŠNÍ KONSTRUKCÍ

V nové normě [1] se zpřesnila formulace týkající se šíření vzduchu v konstrukci a jednoznačně je řečeno, že se nepřipouští netěsnosti v obalových konstrukcích kromě funkčních spár otvorových výplní, což je správný požadavek. Do budoucna by se měl objevit v normě požadavek, jak vzduchotěsné mají být stavební konstrukce, protože je nutné si uvědomit, že spousta stavebních materiálů není zcela vzduchotěsných (např. sádkarton, OSB desky, beton, viz [27]). Obzvláště u lehkých dvouplášťových střešních konstrukcí dochází k transportu vzduchu skrz deskové materiály, a pokud zde není navržena parotěsnicí folie (lépe řečeno vzduchotěsnicí fólie), dochází k nežádoucímu transportu vzduchu a s tím spojenému nežádoucímu úniku tepla a nadměrnému transportu vlhkosti do střešního pláště.

ZÁVĚR

V novém návrhu normy ČSN 730540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky se objevuje několik závazných tepelně vlhkostní požadavků na střešních pláštích. Pro projektanta je nezbytné dodržet mnoho hodnot, avšak kde se tyto hodnoty vzaly je známo pouze autorům normy. Bezmyšlenkovitě se kopírují požadavky z předchozích verzí normy ČSN 730540-2 a nedochází k potřebné diskusi v odborné literatuře.

Svět stavební fyziky v České republice je uzavřen pouze do sebe a nekopíruje vývoj v zahraničí.

LITERATURA

- [1] ČSN 730540-2. *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2011
- [2] ČSN 730540-2: 2007. *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2007
- [3] Šála, J., Keim, L., Svoboda, Z., Tywoniak, J. *Tepelná ochrana budov. Komentář k ČSN 73 0540*. Praha: Informační centrum ČKAIT, s.r.o a Česká energetická agentura, 2007
- [4] Vyhláška č.268/2009 Sb. O technických požadavcích na stavby. *Částka 81*, 3720-3719. 2009
- [5] Viitanen H. & Bjurman J. Mould growth on wood under fluctuating humidity conditions. *Mat. und Org.* 29(1), 1995, 27-46.
- [6] Viitanen, H. & Salonvaara, M. Failure Criteria. In H.R. Trechsel (Ed), *Moisture Analysis and Condensation Control in Building Envelopes* (pp.66-80). West Conshohocken: American Society for Testing and Materials, 2001
- [7] ASHRAE Standard 160-2009, *Criteria for Moisture-Control Design Analysis in Buildings*. Atlanta: ASHRAE, 2009
- [8] ČSN 730540:1964. *Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí*. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1964
- [9] ČSN 730540:1977. *Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a budov. Názvosloví. Požadavky a kritéria*. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1977

- [10] ČSN 730540:1978. Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a budov. Střechy. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1978
- [11] ČSN 730540-2:1994. *Tepelná ochrana budov. Část 2: Funkční požadavky.* Praha: Český normalizační institut, 1994
- [12] ČSN 730540-2:2002. *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky.* Praha: Český normalizační institut, 2002
- [13] ČSN 730540-2:ZMĚNA 1. *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky.* Praha: Český normalizační institut, 2004
- [14] ČSN EN ISO 13788 (2002). *Tepelně vlhkostní chování stavebních dílců a stavebních prvků – Vnitřní povrchová teplota pro vyloučení kritické povrchové vlhkosti a kondenzace uvnitř konstrukce – Výpočtové metody.* Praha: normalizační institut, 2002.
- [15] ČSN 730540-3: 2005. *Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin.* Praha: Český normalizační institut, 2005
- [16] Pedersen, C.R. *Combined Heat and Moisture Transfer in Building Constructions.* Ph.D. Thesis. Lyngby: Technical University of Denmark, 1990 – MATCH Software
- [17] Künzeli, H.M. *Simultaneous Heat and Moisture Transport in Building Components. One- and two-dimensional calculation using simple parameters.* PhD Thesis. Stuttgart: Fraunhofer Institute of Building Physics, 1995 – WUFI Software
- [18] ČSN EN 15026:2007. *Hodnocení šíření vlhkosti stavebními dílci pomocí numerické simulace.* Praha: Český normalizační institut, 2007.
- [19] Glaser, H. Grapisches Verfahren zur Untersuchung von Diffusionsvorgängen. *Kaltetechnik*, 11, 1959, 345-355.
- [20] Rose, B.R. Moisture control in the Modern Building Envelope: history of the Vapor Barrier in the U.S., 1923-52. *APT Bulletin* 28(4), 1997, 13-19.
- [21] DIN 4108-3 (2001). *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz; Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung*, 2001.
- [22] Kutnar, Z. (2005). Vývoj skladeb plochých střech – interakce vad a poruch. In L. Hanzalová & Š. Šilarová (Eds), *Ploché střechy* (pp.284-305). Praha: Informační centrum CKAIT, 2005.
- [23] Tobiasson, W. General Considerations for Roofs. In H.R.Trechsel (Ed), *Moisture Control in Buildings* (pp.35-53). Philadelphia: ASTM, 1994.
- [24] Künzeli, H.M. More Moisture Load Tolerance of Construction Assemblies through the Application of a Smart Vapor Retarder. In *Proceeding Thermal Envelopes VII* (pp.129-132). Clearwater Beach: ASHRAE, 1998.
- [25] Slanina, P. Ideální návrh ploché střechy z hlediska šíření vlhkosti. In *Zborník zo sympozia Strechy 2008* (pp. 133-140), Bratislava: Slovenská technická universita Bratislava a Cech strechárov Slovenska, 2008.
- [26] Slanina, P. *Moisture Transport in Compact Flat Roofs.* PhD Thesis. Praha: ČVUT v Praze, 2009.
- [27] Kumaran, M.K. Hygrothermal Properties of Building Materials. In H.R. Trechsel (Ed), *Moisture Analysis and Condensation Control in Building Envelopes* (pp.29-65). West Conshohocken: American Society for Testing and Materials, 2001.