

# Dvouplášťové ploché střechy – 2. část

**V tomto třídílném seriálu jsem se pokusil shrnout zásady pro návrh a rekonstrukci dvouplášťových plochých střech. V minulé části je popsána funkce větrané dvouplášťové ploché střechy a jsou uvedeny zásady pro návrh této střechy. Ve druhé části jsou uvedeny zásady pro opravy nebo rekonstrukci větrané dvouplášťové ploché střechy a zásady pro přeměnu větrané dvouplášťové ploché střechy na nevětranou. Ve třetí, závěrečné části bude uvedena rekonstrukce nevětrané dvouplášťové ploché střechy a přeměna jednoplášťové ploché střechy na větranou dvouplášťovou střechu, včetně vzorového tepelně-technického výpočtu větrané dvouplášťové ploché střechy.**

V souvislosti s opravou nebo s rekonstrukcí stávající větrané dvouplášťové střechy, nebo dokonce při zvažování přeměny větrané dvouplášťové střechy na střechu nevětranou, je nutné vzít v úvahu dvě skutečnosti, jejichž zanedbání může ve svých důsledcích negativně ovlivnit pohodu v interiéru a způsobit hygienické i stavební závady:

- měření spotřeby tepla ÚT a s tím spojené snižování teploty v místnostech,
- výměna původních netěsných oken za těsná (například plastová) okna.

V důsledku měření spotřeby tepla a s tím souvisící snahou na snížení nákladů na vytápění řada uživatelů regulací vytápěcích těles snižuje vnitřní teplotu vzduchu v některých místnostech. Při stejném obsahu vlhkosti ve vzduchu se však snížením jeho teploty zvyšuje relativní vlhkost vzduchu. Přistoupí-li k tomu výměna původních netěsných oken za těsná, může snadno při nevhodném způsobu větrání místností docházet k dalšímu výraznému zvýšení relativní vlhkosti vzduchu v interiéru v zimě. V případě poddimenzované tepelné izolace stávajících i rekonstruovaných střech nebo obvodových plášťů tak může docházet zejména v místech tepelných mostů ke tvoření plísni a k následným závadám stavebních konstrukcí. Tyto skutečnosti je proto nutné vzít v úvahu při návrhu rekonstrukce střechy a dodatečnou tepelnou izolaci proto raději předdimenzovat. Samozřejmě, že tepelně-technické výpočty se provádějí pro návrhovou teplotu vnitřního vzduchu a pro návrhovou relativní vlhkost vnitřního vzduchu (například pro bytové objekty  $\theta_{i,n} = +21 \text{ °C}$  a  $\varphi = 50 \%$ ).

## Zásady pro opravy nebo rekonstrukci větrané dvouplášťové ploché střechy

Rekonstrukce stávající větrané dvouplášťové střechy je vždy technicky a investičně náročná. Vět-

šinou je možné snadno určit, zda se jedná o větranou dvouplášťovou střechu. Někdy však bývá překvapením i skutečnost, zjištěná až sondami do střechy: nejedná se o jednoplášťovou plochou střechu s odvětrávacími kanálky napojenými na větrací otvory v atice, ale často právě o větranou dvouplášťovou střechu.

Při profesionálním návrhu opravy nebo rekonstrukce větrané dvouplášťové ploché střechy je nutné vždy:

- zjistit geometrický tvar střešního pláště, skladbu a stav všech jeho vrstev;
- zjistit velikost a umístění stávajících větracích otvorů nebo větracích komínků;
- zjistit všechny závady střešního pláště včetně závad v místnostech pod střechou;
- prověřit užívání interiéru včetně jeho tepelně-technických parametrů (teplota a relativní vlhkost vzduchu v zimě);
- provést nezbytné tepelně-technické výpočty.

Na základě uvedených činností je možné navrhnout opravy nebo rekonstrukce jednotlivých částí dvouplášťové střechy, někdy i v jejich kombinaci:

### Oprava horního pláště

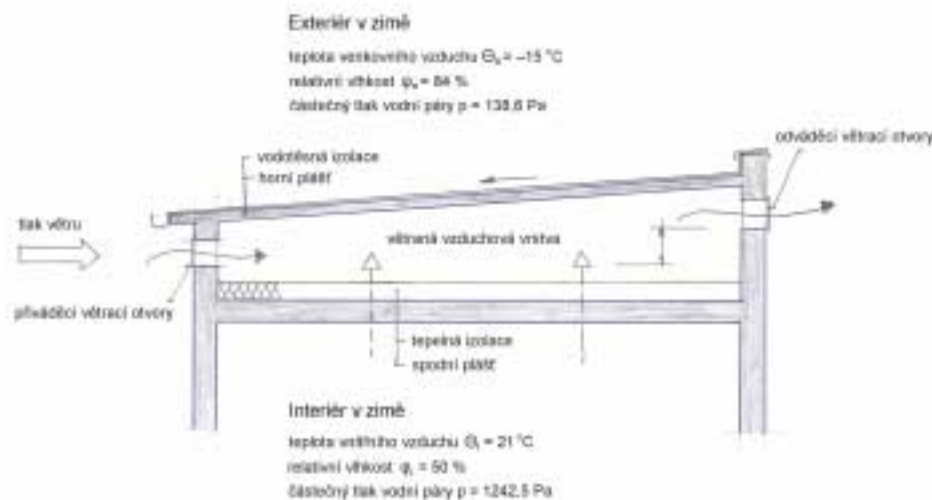
Pokud se tepelně-technickými výpočty prokáže, že funkce i parametry větrané dvouplášťové střechy jsou v pořádku, lze opravit jen vodotěsnou izolaci jejího horního pláště. U dřevě většiny stávajících střech však nevyhoví jejich tepelně-technické parametry současným normovým požadavkům (jejich tepelná izolace je poddimenzovaná). Na základě zkušeností doporučuji u střech, kde nosnou konstrukcí horního pláště tvoří dřevěné bednění, vždy odstranit stávající vodotěsnou izolaci až na úroveň bednění a stav bednění zkontrolovat. Téměř vždy se zjistí, že je nutné menší nebo větší část dřevěného bednění vyměnit. Při této příležitosti je nutné tepelně izolovat obvykle neizolované dešťové odpadní potrubí (i jiné trubicí prostupy) ve větrané vzduchové vrstvě.

### Rekonstrukce horního pláště

Pokud tepelně-technické výpočty prokáží, že na spodním povrchu horního pláště může docházet ke kondenzaci vodní páry, je nutné zvýšit jeho tepelný odpor a tím zvýšit hodnotu povrchové teploty na jeho spodní straně. Znamená to (u horního pláště s nosnou konstrukcí z dřevěného bednění většinou opět s odstraněním stávající vodotěsné izolace a kontrolou podkladu) provedení dodatečné tepelné izolace spolu s novou vodotěsnou izolací horního pláště střechy. Tato tepelná izolace horního pláště však prakticky nezpůsobí výrazné zvýšení tepelného odporu střešního pláště jako takového. Výsledkem této rekonstrukce horního pláště tedy nejsou zřetelnější úspory tepla nebo odstranění závad z titulu nedostatečného tepelného odporu spodního pláště dvouplášťové střechy, i když z hlediska tepelného odporu celého střešního pláště určité spolupůsobení větrané vzduchové vrstvy a horního pláště existuje.

### Úpravy ve větrané vzduchové vrstvě

Pokud se prokáže, že je nutné zvětšit profil nebo počet přívaděcích a odváděcích větracích otvorů větrané vzduchové vrstvy, je nutné pokusit se tuto



skutečnost realizovat. Ne vždy je to však technicky možné (například v železobetonových atikových panelech). V některých případech může být řešením dodatečné osazení větracích komínků (jsou dodávány i tepelně izolované), nebo dokonce použití větracích turbín (například od firmy LOMANCO). Tato úprava odvětrání vzduchové vrstvy se většinou realizuje s dotepněním horního pláště.

#### **Dodatečná tepelná izolace**

##### **na spodním povrchu spodního pláště**

Někdy se alternativně uvažuje i o provedení dodatečné tepelné izolace ze strany interiéru – na spodním povrchu stropní konstrukce, která tvoří spodní plášť větrané dvouplášťové střechy. Z hlediska tepelné techniky to však není řešení ideální – je závislé na parametrech vnitřního prostředí (na teplotě vzduchu a na relativní vlhkosti vzduchu v interiéru v zimě) a na konstrukci spodního pláště. Ve svém výsledku to však může být i řešení rizikové. Znamená to například zakotvení dřevěných latí do stropní konstrukce s tím, že mezi ně bude vložena vhodná tepelná izolace, zakrytá například deskami ze sádkokartonu, které budou tvořit nový podhled v místnosti. Toto řešení (a podobné jiné varianty) má však řadu nezbytných a často obtížně splnitelných podmínek:

- Suché prostředí v interiéru, tj. teplota vnitřního vzduchu v zimě do +21 °C a relativní vlhkost do 50 %. V bytových objektech jsou z tohoto pohledu rizikové kuchyně, koupelny a ostatní místnosti s velkou relativní vlhkostí – například i obývací pokoje s velkým množstvím květin.
- Provedení kvalitní a spolehlivé souvislé parozábrany mezi dodatečnou tepelnou izolací a podhledovými deskami je dominantním požadavkem. Tato parozábrana musí být parotěsně napojena na obvodové zdivo.
- Žádné proražení parozábrany svítidly nebo jakýmkoli rozvodem.
- Velmi pečlivé řemeslné provedení.
- Ověření návrhu tepelně-technickým výpočtem.

#### **Úplná rekonstrukce větrané dvouplášťové střechy**

V řadě případů se prokáže výpočtem, že je nezbytné zvýšit tepelný odpor spodního pláště dvouplášťové střechy, a proto je nutné stávající tepelnou izolaci dodatečně doplnit nebo vyměnit za kvalitnější. Někdy signalizují i hygienické závady (plísňe) v podstřešních místnostech promrzání stropní konstrukce z titulu poddimenzované nebo nedbale položené tepelné izolace s velkými tepelnými mosty. Tyto skutečnosti však znamenají totální rekonstrukci větrané dvouplášťové střechy s rozebráním horního pláště a s následným doplněním tepelné izolace spodního pláště. Tato varianta je variantou technicky,



finančně i provozně nejnáročnější. V některých případech může být i technicky obtížně realizovatelná, protože horní plášť mohou tvořit velmi těžké železobetonové panely, které nelze obvykle bez těžké mechanizace demontovat, jindy může malá výška vzduchové vrstvy znemožnit doplnění tepelné izolace. Z provozního hlediska (vysoké riziko promáčení rozkryté střechy při dešti) je pro užívané objekty tato varianta prakticky nepoužitelná. Proto je v některých případech možno prověřit přeměnu původní větrané dvouplášťové střechy na střechu nevětranou.

#### **Přeměna větrané dvouplášťové ploché střechy na nevětranou dvouplášťovou střechu**

Jednou z možností, jak opravit špatně fungující větranou dvouplášťovou plochou střechu s poddimenzovanou tepelnou izolací, je její přeměna na nevětranou dvouplášťovou střechu. Z hlediska stavební fyziky se potom taková střecha chová jako střecha jednoplášťová. K úvaze o této přeměně obvykle vedou závady větrané dvouplášťové střechy jako například:

- nedostatečná tepelná izolace spodního pláště dvouplášťové střechy,
- kondenzace vlhkosti ve špatně větrané vzduchové vrstvě.

Důvodem přeměny větrané dvouplášťové střechy na střechu nevětranou bývá i dodatečné zateplení obvodového pláště budovy, kdy nová tepelná izolace obvodového pláště zakryje větrací otvory vzduchové vrstvy větrané dvouplášťové střechy a tím zcela vyloučí její provětrávání. Vhodnou úpravou – například přilepením horních desek dodatečné tepelné izolace kolem atik na svisle orientované pásy – je možné zajistit alespoň expanzní funkci původních větracích otvorů vzdu-

chové vrstvy dvouplášťové střechy. Snad nejhorším případem je zaslepení větracích otvorů původní větrané dvouplášťové střechy novou tepelnou izolací obvodového pláště bez zateplení jejího horního pláště – problémy s kondenzátem zatékajícím do tepelné izolace a následně do interiéru objektu bývají v tom případě častou a zbytečnou závadou. V případě připravovaného dodatečného zateplení obvodového pláště budovy s větranou dvouplášťovou střechem by se právě proto měla v předstihu provést rekonstrukce tohoto střešního pláště. Samozřejmě je možné v novém zatepleném obvodovém plášti také provést větrací otvory propojené s původními větracími otvory větrané dvouplášťové ploché střechy.

Při přeměně větrané dvouplášťové střechy na střechu nevětranou jde zdánlivě o relativně jednoduchou úpravu: zaslepi se větrací otvory ve vzduchové vrstvě a horní plášť původní větrané dvouplášťové střechy se opatří dodatečnou tepelnou izolací a novou vodotěsnou izolací. Z hlediska stavební fyziky však přeměna větrané dvouplášťové střechy na střechu nevětranou není tak jednoduchou záležitostí a může být ve svých důsledcích příčinou závažných stavebních a následně i hygienických závad. Je proto vždy nutné znát skladbu a stav střešního pláště původní větrané dvouplášťové střechy včetně geometrického průběhu vzduchové vrstvy, dodržet níže uvedené podmínky přeměny a nakonec si ověřit návrh rekonstrukce tepelně-technickými výpočty. Pokud to stav stávající vodotěsné izolace horního pláště umožní, je možné tuto vodotěsnou izolaci ponechat a využít ji při přeměně větrané dvouplášťové střechy na střechu nevětranou. Stav vodotěsné izolace je obvykle možné snadno prověřit sondami a její ponechání ušetří nezanedbatelné finanční prostředky. Tato původní vodotěsná izolace se při správném návrhu přeměny větrané dvouplášťové střechy na střechu nevě-



ranou a po provedení dodatečné tepelné izolace horního pláště dostane do pozice parozábrany.

Je však potřeba si uvědomit, že poměrně velká větraná vzduchová vrstva původní větrané dvouplášťové střechy se po uzavření větracích otvorů stává také tepelnou izolací s daleko většími riziky, vyplývajícími z možné kondenzace vlhkosti v takto vytvořené nevětrané dvouplášťové střeše. Uzavřená vzduchová vrstva se totiž chová i jako expanzní vrstva. Proto se někdy s ohledem na stav a zejména vlhkostní poměry stávajícího střešního pláště doporučuje všechny větrací otvory neuzavírat úplně a tak vzduchovou vrstvu napojit na vnější ovzduší. K tomu je možné například osadit do některých z původních větracích otvorů „expanzní trubičku“ nebo, v případě dodatečné tepelné izolace obvodového pláště, zajistit jejich vhodnou úpravou expanzní funkcí. Tím se docílí vyrovnání případného přetlaku vodní páry z takto netěsně uzavřených vzduchových vrstev. Nejen proto je nutné tepelně doizolovat horní plášť původní větrané dvouplášťové střechy, ale je navíc nutné zpravidla tuto novou tepelnou izolaci předimenzovat na více než 1,5násobek hodnoty původní tepelné izolace (v závislosti na skladbě stávajícího střešního pláště často i na vícenásobek) a ověřit si následně tepelně-technickým výpočtem, zda:

- nedochází ke kondenzaci vlhkosti na spodním povrchu vrchního pláště původní větrané dvouplášťové střechy;
- celoroční množství zkondenzované vodní páry je menší, než připouští norma ČSN 73 0540-2 (musí tedy být menší než 0,1 kg/m<sup>2</sup>/rok);
- celoroční bilance vlhkosti je kladná – zkondenzované množství vodní páry se musí v průběhu roku odpařit.

Kondenzace vlhkosti ve střešním plášti by se tedy měla přesunout mimo vzduchovou vrstvu, ale zá-

roveň by se neměla přesunout do takové původní vrstvy střešního pláště, jejíž materiál by mohla poškodit. Často bývá diskutováno, zda podmínkou pro přeměnu větrané dvouplášťové ploché střechy na střechu nevětranou má či nemá být existence parozábrany pod stávající tepelnou izolací spodního pláště větrané dvouplášťové střechy. Skutečností je, že existence spolehlivě realizované parozábrany vytvořené alespoň z klasického oxidovaného asfaltového pásu vždy výrazně pozitivně ovlivní celoroční bilanci vlhkosti rekonstruovaného střešního pláště s nižší tloušťkou dodatečné tepelné izolace horního pláště, zatímco chybějící parozábrana zpravidla vyvolá nutnost použití výrazně větší tloušťky dodatečné tepelné izolace horního pláště. Je však nutno objektivně připomenout, že kvalita a spolehlivost parozábrany, realizované v minulosti v prostorách dvouplášťové střechy s velkým množstvím prostupů touto parozábranou (například vytvořených náběhových klínů nebo sloupků pro nosnou konstrukci horního pláště), bývá často problematická. Ne vždy je proto možné ji zahrnout do tepelně-technického výpočtu v plné hodnotě. Z tohoto pohledu se zdá být z hlediska stavební fyziky bezpečnější parozábrana v tepelně-technických výpočtech zanedbat i za cenu předimenzování dodatečné tepelné izolace horního pláště.

Pokud se jedná o již zmíněnou a často diskutovanou expanzní funkci ne zcela utěsněné vzduchové vrstvy „expanzní trubičkou“ umístěnou do některých větracích otvorů nebo o expanzní funkci větracích otvorů překrytých dodatečnou tepelnou izolací obvodového pláště a napojených na ovzduší například přes oplechování atiky, je snad možno uvést, že:

- Pokud tepelně-technický výpočet prokáže při započtení utěsněné vzduchové vrstvy velmi spolehlivé výsledky kondenzace (tzn. velmi malé

množství zkondenzované vodní páry a celoroční bilance vlhkosti je výrazně kladná), je možné bezpečně zcela uzavřít větrací otvory v původní větrané vzduchové vrstvě. V tom případě bude střecha fungovat z hlediska stavební fyziky jako jednoplášťová a dodatečná tepelná izolace horního pláště bude mít plnou hodnotu.

- Pokud však tepelně-technický výpočet prokáže při započtení utěsněné vzduchové vrstvy problematické výsledky kondenzace (tzn. množství zkondenzované vodní páry nad přípustnou hodnotou 0,1 kg/m<sup>2</sup>/rok platnou pro jednoplášťové střechy, ale pod hodnotou 0,5 kg/m<sup>2</sup>/rok platnou pro dvouplášťové střechy a s kladnou celoroční bilancí vlhkosti), je možno uvažovat o částečném napojení vzduchové vrstvy na vnější ovzduší například pomocí „expanzních trubiček“. V tom případě však bude skutečný účinek dodatečné tepelné izolace horního pláště menší.

Problematika přeměny větrané dvouplášťové ploché střechy na nevětranou dvouplášťovou střechu byla jedním z okruhů diskutovaných na kongresu STŘECHY 2003 – PLOCHÉ STŘECHY, konaném dne 4. prosince 2003 v Praze. Výsledky z tohoto jednání jsou zpracovány v níže uvedených zásadách:

#### Zásady přeměny větrané dvouplášťové ploché střechy na nevětranou dvouplášťovou střechu:

1. V místnostech pod střechou by měly být v zimě jen běžné hodnoty vnitřní teploty  $\theta_i$  a nízká relativní vlhkost vzduchu  $\phi$  (tzn. teplota vzduchu v interiéru  $\theta_i$  kolem +21 °C a relativní vlhkost vzduchu  $\phi$  zpravidla pod 50 %). Přeměna větraných dvouplášťových střech nad vlhkými provozy je riziková.
2. Spodní plášť dvouplášťové střechy musí být spolehlivě vzduchotěsný a nesmí být „difúzně otevřený“ – jako je tomu například u spodního pláště z prken nebo ze sádrokartonu, a to i když by byla provedena parozábrana (jejíž difúzní těsnost je u těchto spodních plášťů často velmi problematická).
3. Nosnou konstrukci horního pláště nesmí tvořit dřevěné bednění (viz doplňující poznámka a).
4. Je nutné provést pečlivý průzkum střešního pláště včetně nezbytných sond až do prostoru spodního pláště dvouplášťové střechy. Pro posouzení a návrh rekonstrukce je nutné znát nejen skladbu celého střešního pláště včetně materiálového provedení stávající tepelné izolace, její tloušťky a vlhkosti, ale i geometrický průběh vzduchové vrstvy a stav a provedení obvodové atiky.
5. Jednotlivé vrstvy původního střešního pláště

by měly být relativně suché, nesmí být mokré (viz doplňující poznámka **b**).

6. Je zpravidla nutné uzavřít všechny větrací otvory dvouplášťové střechy (viz doplňující poznámka **c**).
7. Je nezbytně nutné zateplit horní plášť původní větrané dvouplášťové střechy. Tloušťku dodatečné tepelné izolace horního pláště je nutné vždy určit tepelně-technickým výpočtem. Závislost tloušťky nové tepelné izolace horního pláště na tloušťce tepelné izolace spodního pláště není lineární.
8. Odpadní dešťové potrubí, stejně jako ostatní trubní prostupy střešním pláštěm, musí být v prostoru vzduchové vrstvy tepelně izolovány, jinak hrozí riziko kondenzace vlhkosti na jejich povrchu.
9. Tepelně-technickým výpočtem musí být ověřeno nejen dodržení požadované hodnoty součinitele prostupu tepla  $U$ , ale zejména dodržení normových požadavků na množství zkondenzované vodní páry a na celoroční bilanci vlhkosti.
10. S případnou původní parozábranou pod tepelnou izolací spodního pláště s ohledem na její často problematické provedení a kvalitu v tepelně-technickém výpočtu nepočítat.
11. Do tepelně-technického výpočtu je nutné správně zahrnout tepelně-technické parametry vzduchové vrstvy. Pro tepelný odpor je možné použít hodnoty z tabulky uvedené v ČSN EN ISO 6946. Pro faktor difuzního odporu  $\mu$  je možné použít ustanovení ČSN EN ISO 13788, které předpokládá, že vzduchová vrstva libovolné tloušťky má ekvivalentní difuzní tloušťku  $r_d = 0,01$  m. Z této hodnoty lze faktor difuzního odporu pro konkrétní tloušťku vzduchové vrstvy snadno spočítat (ze vztahu  $r_d = \mu \cdot d$ ).
12. Ve vzduchové vrstvě, zejména na spodním lici horního pláště a na vnitřním povrchu atiky, nesmí kondenzovat voda.
13. Pokud hrozí ve vzduchové vrstvě povrchová kondenzace na vnitřním povrchu atiky, je nutné tepelně doizolovat obvodovou konstrukci atiky (obvykle zvenku).

#### Doplňující poznámky:

- a) Přeměna větrané dvouplášťové střechy s nosnou konstrukcí horního pláště z dřevěného bednění na nevětranou dvouplášťovou střechu se nepřipouští s ohledem na výrazné riziko destrukce dřevěného bednění – bednění by bylo umístěno v nevětrané, vlhké a relativně teplé vzduchové vrstvě (zejména pokud již původní střecha vykazuje závady a její tepelná izolace je provlhlá). Bude-li požadováno zateplení takové větrané dvouplášťové stře-

chy, doporučuje se její úplná rekonstrukce, spočívající v odstranění stávající vodotěsné izolace, postupné demontáži bednění, doplnění tepelné izolace spodního pláště, kontrole a případném zvětšení větracích otvorů a nakonec ve zpětné montáži bednění včetně nové vodotěsné izolace. Před pokládkou tepelné izolace a zpětnou montáží bednění je nutné prověřit původní dřevěnou nosnou konstrukci horního pláště (hniloba, mikroorganismy) a nahradit poškozené prvky.

- b) Bude-li zjištěna vlhkost v souvrství spodního pláště větrané dvouplášťové střechy, doporučuje se při přeměně na nevětranou dvouplášťovou střechu doizolovat jen její horní plášť a **dočasně ponechat funkční větranou vzduchovou vrstvu** (větrací otvory neuzavírat). Po zateplení horního pláště s novou spolehlivou vodotěsnou izolací dochází většinou velmi rychle k postupnému vysychání zateklé vlhkosti z prostoru souvrství spodního pláště větranou vzduchovou vrstvou. Po vyschnutí této vlhkosti (obvykle za jeden až dva roky) se doizoluje atika a původní větrací otvory se uzavřou – původní větraná dvouplášťová střecha se tedy převede na střechu nevětranou až dodatečně.
- c) V případě zavlhlého souvrství spodního pláště je také možné částečné napojení vzduchové vrstvy na vnější ovzduší pomocí „expanzní trubičky“. V tomto případě je možné využít ustanovení ČSN EN ISO 6946 v čl. 5.3.1, kde se uvádí, že vzduchová vrstva, která je s vnějším prostředím spojena malými otvory, může být také považována za nevětranou vzduchovou vrstvu, jestliže uspořádání těchto otvorů neumožní zřetelné proudění ve vzduchové vrstvě a tyto otvory nepřesahují 500 mm<sup>2</sup> na každý m<sup>2</sup> plochy povrchu pro vodorovné vzduchové vrstvy. Jestliže však jsou tyto otvory ve velikosti 500 mm<sup>2</sup> až 1500 mm<sup>2</sup> včetně na každý m<sup>2</sup> plochy povrchu vzduchové vrstvy, potom je možné ve smyslu výše citované normy tuto vzduchovou vrstvu považovat za „slabě větranou“ s tím, že její výpočtový tepelný odpor je roven jedné polovině hodnoty tepelného odporu uvedené v tabulce 2 této normy. Jestliže však tepelný odpor části konstrukce mezi vzduchovou vrstvou a vnějším prostředím převyšuje 0,15 m<sup>2</sup>K/W, musí se použít hodnota 0,15 m<sup>2</sup>K/W.



Závěrem znovu upozorňuji, že prostá přeměna větrané dvouplášťové ploché střechy na střechu nevětranou bez zateplení jejího horního pláště je vždy ve svých důsledcích velmi riziková. Jak z výše uvedených podmínek vyplývá, nelze bez průzkumu na stavbě a bez odborného posouzení realizovat dlouhodobě spolehlivou přeměnu stávající větrané dvouplášťové střechy na nevětranou dvouplášťovou střechu. Proto také ne každou větranou dvouplášťovou plochou střechu lze vždy tímto způsobem spolehlivě zrekonstruovat.

KAREL CHALOUPKA

foto archiv autora

*Ing. Karel Chaloupka (\*1945) je absolventem SvF ČVUT. Přes 20 let se zabýval projektováním průmyslových a občanských staveb, je autorem řady stavebních projektů složitých staveb z oblasti automobilového a leteckého průmyslu. V současnosti je technickým poradcem ve firmě STAV-INVEST střešní systémy, s. r. o., kde se zabývá problematikou plochých střech.*

Seriál najdete též na: [www.strechaspecial.cz](http://www.strechaspecial.cz).

#### Literatura a podklady:

- 1) Chaloupka, K.: Větrané dvouplášťové střechy (část 1 až 3), Stavitel, 4, 5 a 7, 1999.
- 2) Chaloupka, K.: Přeměna větrané dvouplášťové střechy na střechu jednoplášťovou, Střechy-fasády-izolace 1/2004.
- 3) Chaloupka, K.: Přeměna větrané dvouplášťové střechy na střechu jednoplášťovou, Sborník přednášek kongresu Střechy 2003 – Ploché střechy.
- 4) Svoboda, Z.: Tepelně technické hodnocení dvouplášťových střech se zatepleným horním pláštěm, Sborník přednášek kongresu Střechy 2003 – Ploché střechy.
- 5) Šála, J.: Zateplování budov, Grada 2000.
- 6) Šála, J. – Chaloupka, K.: Ploché střechy a pěnový polystyren, Izolační praxe 3.
- 7) Fajkoš, A. – Novotný, M. – Straka, B.: Střechy I, Grada 2000.
- 8) Kolektiv autorů: Atlas střech – Jaga 2003.
- 9) Kongres Střechy 2003 – Ploché střechy, konaný 4. prosince 2003 v Praze.
- 10) ČSN 73 1901 Navrhování střech – Základní ustanovení, ČNI 1999.
- 11) ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky, ČNI 2002.
- 12) ČSN EN ISO 6946 Stavební prvky a stavební konstrukce – Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla – Výpočtová metoda, ČNI 1998.