

edice **stavitel**

Ploché střechy

praktický průvodce

Karel Chaloupka
Zbyněk Svoboda



 **GRADA®**

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **trestně stíháno**.

Používání elektronické verze knihy je umožněno jen osobě, která ji legálně nabyla a jen pro její osobní a vnitřní potřeby v rozsahu stanoveném autorským zákonem. Elektronická kniha je datový soubor, který lze užívat pouze v takové formě, v jaké jej lze stáhnout s portálu. Jakékoliv neoprávněné užití elektronické knihy nebo její části, spočívající např. v kopírování, úpravách, prodeji, pronajímání, půjčování, sdělování veřejnosti nebo jakémkoliv druhu obchodování nebo neobchodního šíření je zakázáno! Zejména je zakázána jakákoliv konverze datového souboru nebo extrakce části nebo celého textu, umístování textu na servery, ze kterých je možno tento soubor dále stahovat, přitom není rozhodující, kdo takovéto sdílení umožnil. Je zakázáno sdělování údajů o uživatelském účtu jiným osobám, zasahování do technických prostředků, které chrání elektronickou knihu, případně omezují rozsah jejího užití. Uživatel také není oprávněn jakkoliv testovat, zkoušet či obcházet technické zabezpečení elektronické knihy.





Copyright © Grada Publishing, a.s.

PLOCHÉ STŘECHY

Praktický průvodce

Karel Chaloupka, Zbyněk Svoboda

Vydala Grada Publishing, a.s.

U Průhonu 22, Praha 7

obchod@grada.cz, www.grada.cz

tel.: +420 220 386 401, fax: +420 220 386 400

jako svou 3623. publikaci

Odpovědná redaktorka Věra Slavíková

Sazba Michal Dusil

Fotografie na obálce Karel Chaloupka

Fotografie a grafické přílohy z archivu autorů, pokud není uvedeno jinak

Počet stran 268

První vydání, Praha 2009

Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod, a. s.

Husova ulice 1881, Havlíčkův Brod

Copyright © Grada Publishing

Cover Design © Eva Hradiláková 2009

Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků.

ISBN 978-80-247-2916-9 (tištěná verze)

ISBN 978-80-247-6635-5 (elektronická verze ve formátu PDF)

© Grada Publishing, a.s. 2011

■ Obsah

| | |
|---|-----------|
| Úvod | 9 |
| 1 Asfaltové pásy nebo fólie na ploché střeše? | 11 |
| 1.1 Všeobecné údaje..... | 11 |
| 1.2 Technické rozdíly..... | 12 |
| 1.3 Ostatní rozdíly | 12 |
| 2 Nejneužívanější tepelné izolace plochých střech | 21 |
| 2.1 Úvod | 21 |
| 2.2 Pěnový polystyren (EPS)..... | 21 |
| 2.2.1 Obecná charakteristika polystyrenu | 21 |
| 2.2.2 Výroba pěnového polystyrenu..... | 22 |
| 2.2.3 Technické parametry pěnového polystyrenu | 23 |
| 2.2.4 Kompletizované výrobky z pěnového polystyrenu | 25 |
| 2.2.5 Pokládka pěnového polystyrenu | 27 |
| 2.3 Extrudovaný polystyren (XPS) | 29 |
| 2.3.1 Obecná charakteristika | 29 |
| 2.3.2 Výroba extrudovaného polystyrenu | 30 |
| 2.3.3 Technické parametry extrudovaného polystyrenu..... | 30 |
| 2.3.4 Použití výrobků z XPS v plochých střechách | 31 |
| 2.4 Minerální vlna | 34 |
| 2.4.1 Obecná charakteristika | 34 |
| 2.4.2 Výroba minerální vlny..... | 34 |
| 2.4.3 Technické parametry minerální vlny pro jednovrstevné ploché střechy | 34 |
| 2.4.4 Pokládka desek z minerální vlny na plochých střechách..... | 35 |
| 2.4.5 Výrobky z minerální vlny pro dvouvrstevné ploché střechy..... | 39 |
| 2.5 Pěnový polyuretan PUR a PIR | 40 |
| 2.5.1 Obecná charakteristika | 40 |
| 2.5.2 Výroba pěnového polyuretanu | 40 |
| 2.5.3 Technické parametry pěnového polyuretanu | 40 |
| 2.5.4 Pokládka pěnového polyuretanu | 41 |
| 2.6 Pěnové sklo | 42 |
| 2.6.1 Obecná charakteristika | 42 |
| 2.6.2 Výroba pěnového skla | 42 |
| 2.6.3 Technické parametry pěnového skla | 42 |
| 2.6.4 Pokládka pěnového skla | 43 |
| 3 Parozábrany v plochých střechách | 44 |
| 3.1 Obecné informace | 44 |
| 3.2 Zásady pro navrhování a provádění parozábran | 51 |
| 3.3 Proražení parozábrany upevňovacími prvky | 53 |
| 4 Ploché střechy a tepelná technika (Zbyněk Svoboda) | 55 |

6 Ploché střechy

| | |
|--|------------|
| 5 Jednoplášťové ploché střechy | 67 |
| 5.1 Obecná charakteristika jednoplášťových plochých střech | 67 |
| 5.2 Jednoplášťová plochá střecha s klasickým pořadím vrstev | 71 |
| 5.3 Tepelně technické posouzení jednoplášťové ploché střechy s klasickým pořadím vrstev (<i>Zbyněk Svoboda</i>) | 72 |
| 6 Lehké jednoplášťové ploché střechy | 76 |
| 6.1 Obecné informace | 76 |
| 6.2 Jednoplášťové ploché střechy na dřevěném bednění | 77 |
| 6.2.1 Zásady pro návrh střešního pláště | 77 |
| 6.2.2 Funkční charakteristika jednotlivých vrstev a požadavky na materiál | 79 |
| 6.3 Jednoplášťové ploché střechy na trapézovém plechu | 80 |
| 6.3.1 Zásady pro návrh střešního pláště | 81 |
| 6.3.2 Funkční charakteristika jednotlivých vrstev a požadavky na materiál | 83 |
| 6.4 Tepelně technické posouzení jednoplášťové ploché střechy na trapézovém plechu (<i>Zbyněk Svoboda</i>) | 85 |
| 6.5 Tepelně technické posouzení jednoplášťových plochých střech na dřevěném bednění (<i>Zbyněk Svoboda</i>) | 89 |
| 7 Obrácené střechy a DUO střechy | 90 |
| 7.1 Obrácené střechy | 90 |
| 7.2 DUO střecha | 91 |
| 7.3 Zásady pro použití tepelné izolace z extrudovaného polystyrenu v obrácených střechách nebo DUO střechách | 92 |
| 7.4 Praktické informace z oblasti použití extrudovaného polystyrenu (XPS) | 97 |
| 7.5 Tepelně technické posouzení obrácené ploché střechy (<i>Zbyněk Svoboda</i>) | 101 |
| 7.6 Tepelně technické posouzení DUO střechy (<i>Zbyněk Svoboda</i>) | 103 |
| 8 Kompaktní ploché střechy | 104 |
| 8.1 Obecná charakteristika | 104 |
| 8.2 Kompaktní plochá střecha s tepelnou izolací z pěnového skla | 104 |
| 8.3 Kompaktní plochá střecha s tepelnou izolací z desek z polyuretanu Bauder PIR KOMPAKT | 108 |
| 8.4 Porovnání obou materiálových variant kompaktních plochých střech | 110 |
| 8.4.1 Společné vlastnosti kompaktních skladeb | 110 |
| 8.4.2 Odlišnosti kompaktních skladeb dle použité tepelné izolace | 111 |
| 8.5 Tepelně technické posouzení kompaktní ploché střechy s tepelnou izolací z pěnového skla (<i>Zbyněk Svoboda</i>) | 112 |
| 9 Jednoplášťové ploché střechy s velkými sklony nebo na zakřivených plochách | 115 |
| 9.1 Obecná charakteristika | 115 |
| 9.2 Zásady a nezbytná přídatná opatření | 117 |
| 9.3 Realizační podmínky | 120 |
| 10 Dvouplášťové ploché střechy | 122 |
| 10.1 Základní informace | 122 |
| 10.2 Konstrukce větrané dvouplášťové ploché střechy | 124 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 10.3 | Funkce větrané dvouplášťové ploché střechy..... | 126 |
| 10.4 | Zásady pro návrh větrané dvouplášťové ploché střechy | 129 |
| 10.5 | Zásady pro opravy nebo rekonstrukci větrané dvouplášťové ploché střechy | 132 |
| 10.6 | Přeměna větrané dvouplášťové ploché střechy na nevětranou dvouplášťovou střechu | 134 |
| 10.7 | Rekonstrukce nevětrané dvouplášťové ploché střechy..... | 138 |
| 10.8 | Přeměna jednoplášťové ploché střechy na větranou dvouplášťovou plochou střechu | 138 |
| 10.9 | Tepelně technické posouzení větrané dvouplášťové ploché střechy (<i>Zbyněk Svoboda</i>) | 141 |
| 10.10 | Tepelně technické posouzení nevětrané dvouplášťové ploché střechy (<i>Zbyněk Svoboda</i>) | 145 |
| 11 | Lehké ploché střechy s krokvemi a povlakovou izolací | 149 |
| 11.1 | Obecná charakteristika | 149 |
| 11.2 | Druhy lehkých plochých střech s krokvemi a povlakovou izolací | 149 |
| 11.3 | Lehké větrané dvouplášťové ploché střechy s krokvemi a povlakovou izolací | 152 |
| 11.4 | Tepelně technické posouzení lehké ploché střechy s krokvemi (<i>Zbyněk Svoboda</i>) | 157 |
| 12 | Opravy a rekonstrukce plochých střech | 164 |
| 12.1 | Rekonstrukce pouze vodotěsné izolace | 165 |
| 12.2 | Rekonstrukce střešního pláště s doteplením..... | 166 |
| 12.2.1 | PLUS střecha..... | 166 |
| 12.2.2 | Tepelně technické posouzení PLUS střechy (<i>Zbyněk Svoboda</i>)..... | 167 |
| 12.2.3 | DUO střecha | 170 |
| 12.2.4 | Tepelně technické posouzení DUO střechy (<i>Zbyněk Svoboda</i>) | 171 |
| 13 | Balkony – lodžie – terasy | 172 |
| 13.1 | Základní podmínky pro návrh a provádění balkonů, lodžii a teras | 175 |
| 13.2 | Provozní souvrství a výrobky | 185 |
| 13.2.1 | Provedení provozního souvrství..... | 186 |
| 13.2.2 | Výrobky používané na provozní souvrství balkonů, lodžii a teras..... | 197 |
| 13.3 | Souvrství střešního pláště balkonů, lodžii a teras | 207 |
| 13.3.1 | Vodotěsná izolace balkonů, lodžii a teras..... | 207 |
| 13.3.2 | Tepelné izolace a parozábrany teras | 210 |
| 13.4 | Opravy a rekonstrukce balkonů a lodžii | 211 |
| 13.5 | Rekonstrukce teras | 214 |
| 13.6 | Tepelně technické posouzení balkonů, lodžii a teras (<i>Zbyněk Svoboda</i>) | 216 |
| 14 | Střešní zahrady | 218 |
| 14.1 | Základní informace | 218 |
| 14.2 | Vegetační souvrství střešní zahrady..... | 230 |
| 14.3 | Souvrství střešního pláště střešní zahrady | 231 |
| 14.4 | Střešní zahrady na stávajících střechách | 235 |
| 14.5 | Zavlažování střešních zahrad | 235 |

| | |
|---|------------|
| 14.6 Údržba střešních zahrad | 236 |
| 14.7 Zkušenosti odborné realizační firmy | 237 |
| 14.8 Tepelně technické posouzení střech se střešními zahradami (<i>Zbyněk Svoboda</i>) | 241 |
| 15 Gravitační odvodnění plochých a šikmých střech | 242 |
| 15.1 Všeobecné údaje | 242 |
| 15.2 Návrh a dimenzování žlabů..... | 246 |
| 15.3 Návrh a dimenzování střešních vtoků | 248 |
| 15.4 Návrh dešťového odpadního potrubí | 250 |
| 15.5 Zásady pro navrhování střešních žlabů | 252 |
| 15.6 Zásady pro navrhování střešních vtoků..... | 252 |
| 15.7 Zásady pro navrhování dešťových odpadních potrubí | 253 |
| 15.8 Rekonstrukce odvodnění plochých a šikmých střech | 254 |
| Literatura..... | 255 |
| Rejstřík | 258 |

■ Úvod

Střecha nad hlavou symbolizuje domov – místo, kde je nám dobře, kde máme své blízké i svůj majetek, místo chráněné před nepříznivými vlivy počasí – kam neprší a které nám v zimě zajišťuje i teplo a pohodu. V našich klimatických podmínkách je proto spolehlivá střecha snad nejdůležitější částí bytových, občanských a průmyslových staveb.

V posledních dvou desetiletích jsme svědky neuvěřitelného technického rozvoje ve všech oblastech našeho života včetně – dle mého názoru – poněkud konzervativního stavebnictví. Zatímco například výrobky z oblasti spotřební elektroniky mají životnost obvykle v řádu několika let, očekává se, že budovy a stavby všeho druhu budou sloužit člověku – tak jako tomu bylo i v minulosti – desítky a někdy i stovky let. Řada projektantů, stavitelů i obyčejných uživatelů domů a bytů je často postavena před rozhodnutí, jakou technologii, jaké technické řešení a na ně navazující výběr výrobků je nutno použít, aby novostavba či rekonstrukce budovy či její části byla ekonomická, dlouhodobě spolehlivá a nevykazovala závady. S rostoucí úzkou odbornou specializací a v návaznosti na zkušenosti řady domácích i zahraničních firem, které dnes na našem trhu nabízí své výrobky, došlo i v oblasti plochých střech k prohloubení znalostí projektantů i realizačních firem, jde-li o jejich funkci a provedení. Snad právě proto jsou dnes ploché střechy spolehlivější, ale často také technicky i realizačně náročnější. Co mnozí z nás v minulosti věděli například o obrácených střechách, DUO střechách nebo o kompaktních střechách? I tyto technické pojmy byly dříve pro řadu stavařů neznámé. Na druhou stranu musím připomenout, že se v minulosti mezi kolegy více předávaly zkušenosti a informace. Pamatuji si dobře na dobu, kdy se mně jako začínajícímu projektantovi věnoval starší zkušený spolupracovník, pomáhal mi se stavebním i dispozičním řešením budov a s řešením detailů a nakonec mi kontroloval hotové výkresy. Já jsem se potom takto věnoval svým mladším spolupracovníkům. Bývalo to samozřejmostí. Dnes tomu již tak nebývá a informace a zkušenosti se stávají, někdy i ke škodě společnosti, stále častěji majetkem jedinců v konkurenčním boji.

Jako projektant jsem se více než dvacet let věnoval průmyslovým stavbám, ke kterým samozřejmě patří i ploché střechy. Od roku 1992 se zabývám jen problematikou plochých střech a své znalosti i zkušenosti jsem publikoval v desítkách odborných článků uveřejněných v odborných časopisech STŘECHY–FASÁDY–IZOLACE, STAVITEL, MATERIÁLY PRO STAVBU, STAVEBNÍ INFORMACE, TEPELNÁ OCHRANA BUDOV a STAVBA. K většině těchto článků jsem přizval ke spolupráci celou řadu specialistů, kteří je doplnili o zajímavé informace, a téměř všechny články prošly ještě před svým publikováním kontrolou řady dalších odborníků z oblasti plochých střech. V této knize je shrnuta většina těchto odborných článků, které byly aktualizovány s přihlédnutím k technickým normám platným v době dokončení předkládané publikace a doplněny o další informace. Některé kapitoly této knihy však byly s ohledem na ucelenost předkládané problematiky napsány zcela nově. Problematika plochých střech je poměrně hodně provázána se stavební fyzikou. Velkým přínosem proto byla spolupráce s panem Doc. Dr. Ing. Zbyňkem Svobodou ze stavební fakulty ČVUT, který mi pomohl s formulací celé řady informací týkajících se stavební tepelné techniky. Předkládanou knihu doplnil o samostatnou kapitolu zabývající se problematikou tepelné techniky z oblasti plochých střech a téměř všechny kapitoly věnované jednotlivým druhům těchto střech doplnil konkrétními informacemi z oblasti stavební tepelné techniky, včetně praktických ukázek

10 Ploché střechy

tepelně technických výpočtů. Domnívám se proto, že předkládaná kniha může být dlouhodobým zdrojem praktických informací nejen pro odbornou veřejnost.

Některé krátké části textů jsou zde uvedeny zdánlivě duplicitně v různých kapitolách. Je tomu tak proto, aby uvedené kapitoly byly z hlediska důležitosti předávaných informací ucelené. Technickou publikaci totiž může čtenář využívat účelově jen pro vyhledávání vybraných informací, které aktuálně potřebuje.

Účelem této odborné publikace je proto předání zkušeností a odborných názorů autorů z oblasti plochých střech odborné i laické veřejnosti. Všechny prezentované informace jsou uvedeny dle nejlepšího vědomí autorů, bez právní závaznosti, a odpovídají stupni poznání z doby zpracování předkládané publikace.

Záveň bych chtěl poděkovat mnoha odborníkům, kteří mi kontrolou či doplněním pomohli při psaní celé řady mých článků publikovaných v odborném tisku a následně použitých v jednotlivých kapitolách této knihy. Některé články jsem konzultoval v pracovní verzi s panem Doc. Ing. Antonínem Fajkošem, CSc., na kapitolách o extrudovaném polystyrenu a obrácených střechách se mnou spolupracoval pan Ing. Stanislav Štajer, na kapitole o tepelné izolaci z minerální vlny a kapitole o lehkých dvouplášťových střechách pan Ing. Pavel Matoušek, na kapitole o střešních zahradách pan Ing. Vladimír Horský a na kapitole o odvodnění střech pan Ing. Zdeněk Žabička. Dále bych rád poděkoval panu Ing. Janu Vychytilovi a panu Hubertu Erteltovi za spolupráci při zpracování kapitoly o kompaktních střechách. Při zpracování poměrně náročné kapitoly o balkonech, lodžích a terasách mi řadou připomínek i doplnění pomohli zejména pánové Ing. Ivan Šinfeld, Jan Dušek, Miroslav Diviš, Ing. Martin Blaha a pan Jiří Pavlíček.

Pokud by se vyskytly jakékoli připomínky k předloženým informacím, prosím o jejich zaslání na níže uvedenou e-mailovou adresu, aby mohly být zohledněny buď v odborných časopisech, nebo v případném dalším vydání této publikace.

Praha 8. prosince 2008
Ing. Karel Chaloupka

e-mail: knihastrechy@seznam.cz

■ 1 Asfaltové pásy nebo fólie na ploché střeše?

■ 1.1 Všeobecné údaje

Rozhodnutí o výběru vhodné vodotěsné izolace na plochou střechu bývá někdy obtížné i pro odborníky. Nejjednodušší to mají zástupci výrobců hydroizolačních výrobků – použití právě jejich výrobků je zpravidla pro každou střechu téměř vždy tím nejlepším a nejrozumnějším řešením. Z pohledu realizační firmy to již tak jednoznačné nebývá, protože při převisu nabídky nad poptávkou jde každé realizační firmě především o získání zakázky, někdy i za každou cenu. Zákazník se však rozhoduje o použití vhodné vodotěsné izolace (a spolu s tím často i o výběru vhodné realizační firmy) obvykle jen podle ceny a někdy ještě podle délky záruky. Zpravidla očekává, že při často požadované záruce pěti až deseti let bude jeho střecha dobře a spolehlivě sloužit ještě několik dalších desetiletí.

I přes velmi rychlý nástup hydroizolačních fólií, k němuž došlo po roce 1990, je u nás dosud vodotěsná izolace z asfaltových pásů nejrozšířenější. Pokud jde o spolehlivost, jsou obě technologie srovnatelné – obě jsou spolehlivé. Jsou však mezi nimi rozdíly nejen technické a cenové, ale velmi často i uživatelské. Často se lze setkat s dotazy na vhodnost použití té či oné technologie na konkrétní střechu. Každý výrobce hydroizolačních výrobků obvykle vyzdvihuje přednosti svých produktů, někdy i v porovnání s jinými technologiemi. Výrobci hydroizolačních fólií například často poukazují na jejich velmi malou plošnou hmotnost a vynikající difuzní propustnost oproti izolacím z asfaltových pásů. Mají pravdu. Celá řada technických parametrů nebo vlastností obou technologií je však podobná, případně nebývají jejich rozdíly pro konkrétní střechu nijak zásadně důležité. Vývoj nových výrobků v oblasti asfaltových pásů i hydroizolačních fólií však postupně obě technologie sblížuje,



Obr. 1.1 Vodotěsná izolace z asfaltových pásů VEDAG – hala firmy Zentiva v Praze 10 (foto VEDAG – ČR)

12 Ploché střechy

takže se dnes můžeme setkat i s hydroizolačními fóliemi, které obsahují určité procento asfaltu. Některé z nich (fólie na bázi OCB) lze dokonce stejně jako asfaltové pásy svařovat pomocí plamene propanbutanového hořáku. Stejně tak jsou dnes nabízeny modifikované asfaltové pásy určené k mechanickému kotvení, jejichž přesahy lze svařovat pomocí horkovzdušného agregátu – tedy i zde jsou používány pracovní postupy, dříve dominantně využívané pouze u vodotěsných izolací z hydroizolačních fólií.

1.2 Technické rozdíly

Tab. 1.1 Základní porovnání obou technologií

| Vlastnosti | Asfaltové hydroizolační pásy | Hydroizolační fólie |
|-------------------------------|---|--|
| Pokládka | - v jedné vrstvě - dvouvrstvá | - pouze v jedné vrstvě |
| Způsob pokládky | - natavením - volná pokládka s kotvením - dtto se stabilizační vrstvou - samolepicí za studena - nalepením lepidlem | - volná pokládka s kotvením - dtto se stabilizační vrstvou - samolepicí fólie - nalepením |
| Tloušťka hydroizolace | - jednovrstvá tl. cca 5 mm - dvouvrstvá tl. min. 7,2 mm | tl. 1,2 mm a více |
| Plošná hmotnost | - jednovrstvá cca 6 kg/m ² - dvouvrstvá 9 až 12 kg/m ² | 1,5 kg/m ² až 3 kg/m ² |
| Faktor difuzního odporu | $\mu = 15\,000$ až $60\,000$ | $\mu = 12\,000$ až $260\,000$ |
| Ekvivalentní difuzní tloušťka | $s_d =$ cca 130 až 510 m | $s_d =$ cca 15 až 390 m |

1.3 Ostatní rozdíly

a – statické podmínky pro možnou aplikaci vhodné technologie vodotěsné izolace

Statické důvody mohou omezit, vyloučit nebo naopak preferovat použití hydroizolační fólie. V podstatě jde o to, zda je vůbec možné přikotvení hydroizolační fólie či asfaltového pásu upevňovacími prvky k podkladu, nebo zda je možné přitížit nosnou konstrukci střešního pláště násypem z kačírku (při použití volně položené hydroizolační fólie), nebo natavenými hmotnějšími asfaltovými pásy.

b – stav podkladních vrstev střešního pláště

Při rekonstrukcích plochých střech se někdy setkáváme s poruchami vodotěsné izolace způsobenými nestabilním podkladem. Jedná se často o nedilatovaný cementový potěr s trhlinami, plošné pohyby podkladních vrstev střešního pláště vyvolané teplotními vlivy nebo chvění střešního pláště způsobené technologickým zařízením u halových výrobních objektů (podvěsná doprava, jeřáby apod.). V těchto případech jsou využívány výborné technické vlastnosti hydroizolačních fólií, které umožňují využít jejich tažnosti až 500 % (dle druhu fólie) a vytvořit tak na podkladu nezávislou spolehlivou vodotěsnou izolaci. Současná nabídka moderních modifikovaných asfaltových pásů sice také umožňuje vytvoření podobné jednovrstvé a na podkladu nezávislé vodotěsné izolace, ale s nižší tažností.



Obr. 1.2 Vodotěsná izolace z asfaltových pásů VEDAG – hala M14 ve Škodě Mladá Boleslav (foto VEDAG – ČR)

c – realizace povlakové izolace

Kvalita a dlouhodobá spolehlivost vodotěsné izolace závisí samozřejmě také na kvalitě její pokládky. Proto by tuto práci měli provádět zkušení a pro danou technologii dobře proškolení pracovníci. Vodotěsnou izolaci z asfaltových pásů je v podstatě schopna realizovat každá odborná firma zabývající se pokládkou vodotěsných izolací. Není zpravidla nutné žádné speciální nářadí a pro pokládku jakéhokoli asfaltového natavitelného pásu postačí obvykle běžný propanbutanový hořák s příslušenstvím (i zde se však dnes uplatňuje technický pokrok a nastupují speciální boční hořáky, vodící tyče, přítlačné válečky apod.). Naopak pro pokládku izolace z hydroizolační fólie je nutností nejen speciální vybavení, ale především řádné odborné proškolení pracovníků realizační firmy výrobcem nebo dovozcem konkrétní hydroizolační fólie. Hydroizolační fólie se dnes vyrábějí v závislosti na jejich chemickém složení v několika základních druzích, mají proto někdy odlišné vlastnosti, a často i jinou technologii pokládky. Pokládka každého druhu fólie proto obvykle vyžaduje specifické pracovní postupy. Spolehlivost vodotěsné izolace z hydroizolačních fólií je oproti asfaltovým pásům více závislá na dodržování technologické kázně při jejich pokládce a na kvalitě opracování detailů na střeše. Jde o zcela jiné pracovní a technologické postupy než u asfaltových pásů. Pokládka hydroizolační fólie je také zpravidla rychlejší než pokládka asfaltových pásů.

d – údržba povlakové izolace

Úvodem je nutno konstatovat, že neexistuje naprosto bezúdržbová střecha. Vždy je nutno střešní plášť pravidelně kontrolovat, odstraňovat nánosy nečistot, náletovou zeleň, čistit vtoky a kontrolovat spoje a napojení vodotěsné izolace na ostatní konstrukce. Z hlediska údržby však není lhostejné, zda se jedná o střechu s povlakovou izolací z modifikovaných asfaltových pásů nebo z hydroizolační fólie:

- *Modifikované asfaltové pásy*, tvořící dnes vrchní vrstvu vodotěsné izolace, jsou vždy opatřeny ochrannou vrstvou z drčené břídlíce nebo z keramického granulátu na jejich horním povrchu. Tato povrchová úprava je nezbytná u vrchních asfaltových pásů modifikovaných SBS. Výjimkou mohou být asfaltové pásy modifikované APP, které jsou odolné vůči UV záření, a mohou se proto zpravidla používat i bez této ochranné vrstvy. Při použití kvalitních modifikovaných asfaltových pásů se z tohoto pohledu jedná (oproti minulosti) o bezúdržbovou technologii. Klasické černé hydroizolační asfaltové pásy je však vždy nutné chránit proti účinkům UV záření a ohřívání jejich povrchu v létě reflexními ochrannými nátěry, které se musí pravidelně obnovovat. Případné opravy vodotěsné izolace z jakých-

koli asfaltových pásů (oprava spojů, napojení na přilehlé konstrukce apod.) zvládne každá běžná realizační firma zabývající se prováděním vodotěsných izolací.*

- *Hydroizolační fólie* jsou z tohoto pohledu také bezúdržbové. Po celou dobu jejich životnosti se neprovádí žádné údržbové práce typické pro klasické pásy z oxidovaného asfaltu – po celou dobu jejich životnosti nelze na hydroizolační fólie nanášet žádné nátěry. I zde však existují výjimky – některé fólie z *polyizobutylenu* (PIB) je možné opatřit barevnými nátěry. Pro případné opravy vodotěsné izolace z hydroizolační fólie je však třeba mít k dispozici pro danou technologii nejen odborně vyškolenou realizační firmu, ale i stejný typ fólie (viz bod s).

e – jednovrstvá nebo dvouvrstvá vodotěsná izolace

Dvouvrstvý systém vodotěsné izolace z asfaltových pásů je za předpokladu kvalitního provedení obou vrstev obecně hydroizolačně spolehlivější než jednovrstvý systém. Dvouvrstvý systém s celkovou tloušťkou hydroizolačního souvrství asfaltových pásů minimálně 7,2 mm (například 3 mm tl. samolepicí asfaltový pás + 4,2 mm tl. vrchní asfaltový pás s posypem) je ale také mechanicky méně zranitelný než jednovrstvá izolace z fólie tl. min. 1,2 mm. Zavedením jednovrstvé izolace z asfaltových pásů tl. 5 mm se dnes i tato klasická vodotěsná izolace přibližuje k izolacím z hydroizolačních fólií.

f – vodotěsná izolace střeš se střešními zahradami

Často se lze setkat s názorem, že spolehlivou vodotěsnou izolaci pod střešními zahradami může tvořit jen hydroizolační fólie. Většina hydroizolačních fólií je skutečně v ploše odolná proti prorůstání kořenů rostlin. Ne všechny tyto fólie však mají také tak odolné spoje. Proto je nutné vyžadovat i u hydroizolačních fólií prohlášení výrobce, nebo raději přímo atest (v SRN atest FLL) o neprorůstání kořenů rostlin. Většina významných výrobců asfaltových hydroizolačních pásů však dnes nabízí na vytvoření vodotěsné izolace střešních zahrad speciální asfaltové pásy, u kterých je zajištěna jejich odolnost proti prorůstání kořenů rostlin buď zabudováním měděné fólie, nebo přidáním speciálních aditiv do asfaltové krycí hmoty. I v tomto případě je však nutné mít k dispozici atest.

g – možnost mechanického poškození u střešních zahrad

Pokud tvoří podklad pod vegetačním souvrstvím střešní zahrady přímo povlaková izolace (u klasické jednoplášťové nebo dvouplášťové střechy), je vodotěsná izolace z asfaltových pásů odolných proti prorůstání kořenů rostlin spolehlivější než vodotěsná izolace z hydroizolační fólie. Vodotěsná izolace je totiž více ohrožena jak při realizaci vlastního vegetačního souvrství střešní zahrady dopravou a pokládkou jednotlivých vrstev vegetačního souvrství, tak zejména při pozdější údržbě střešní zahrady. Tento problém odpadá zejména v případě použití střechy s opačným pořadím vrstev (tzv. obrácené střechy) nebo DUO střechy, kdy je vodotěsná izolace chráněna proti mechanickému poškození tepelnou izolací z extrudovaného polystyrenu, nebo v případě použití vhodné vícefunkční drenážní a hydroakumulační vrstvy vegetačního souvrství – vytvořené například z nopové fólie.

* Základní surovinou pro výrobu klasických natavitelných asfaltových hydroizolačních pásů je oxidovaný asfalt. Výrazného zlepšení technických parametrů asfaltových pásů se dosahuje přidáním určité přísady do asfaltu, tedy jeho modifikací. Takto upravené asfalty proto nazýváme modifikované. Dnes se asfalt upravuje buď kaučukem styren-butadien-styrenem (zkratka SBS), nebo ataktickým polypropylenem (zkratka APP). Detailnější popisy oxidovaných nebo modifikovaných asfaltových pásů nebo různých druhů hydroizolačních fólií byly publikovány například v knize Hanzalová – Šilarová a kolektiv: *Ploché střechy*, kterou vydalo Informační centrum ČKAIT v roce 2005.

h – možnost mechanického poškození u nepochůzných střech

Pokud se jedná o klasické ploché střechy s povrchem vytvořeným povlakovou izolací, lze konstatovat, že vodotěsná izolace z asfaltových pásů je obecně méně choulostivá na proražení či jiné mechanické poškození než vodotěsná izolace z hydroizolační fólie. U střech s hydroizolační fólií by proto měly mít na střechu přístup pouze osoby poučené, které budou seznámeny s vlastnostmi této povlakové izolace. Fólie je nutno chránit před mechanickým poškozením (zejména ostrohrannými a špičatými předměty) a propálením pečlivěji než asfaltové pásy.

i – nepochůzná ploché střechy s provozním zařízením a jeho údržbou

Jedná se zpravidla o ploché střechy, na kterých je umístěno technologické zařízení, které je nutné pravidelně (tj. i v zimě) kontrolovat a udržovat (ventilátory, základnové stanice telefonních operátorů apod.). Povlaková izolace z hydroizolační fólie je při námraze nebo v zimě se sněhem velmi kluzká, proto může být pro obsluhu těchto zařízení v tomto období někdy i nebezpečná. Někteří výrobci fólií proto jako příslušenství dodávají speciální fólie s profilovaným povrchem se sníženou klouzavostí na vytvoření obslužných přístupových cest k těmto zařízením. Tyto speciální fólie se obvykle pokládají na povrch vlastní hydroizolační fólie. V tomto případě může být používání asfaltových pásů bezpečnější.

j – možnost mechanického poškození povlakové izolace u střešních teras

K mechanickému poškození povlakové izolace může dojít zejména v případě použití tzv. dlažby na podložkách. V tomto případě je proto lepší použití střechy s opačným pořadím vrstev nebo tzv. DUO střechy, než osadit podložky u klasické jednoplášťové střechy přímo na povlakovou izolaci. U vodotěsné izolace z asfaltových pásů dochází k zatlačování podložek do asfaltového pásu, v případě hydroizolačních fólií může dojít k úmyslnému nebo náhodnému mechanickému poškození fólie v mezerách mezi dlaždicemi.

k – možnost mechanického poškození povlakové izolace při odstraňování sněhu

V případě sněhových kalamit (například zima 2005/2006) může být někdy nutné zajistit odstranění sněhu ze střechy. V takovém případě je vždy spolehlivější dvouvrstvá izolace z asfaltových hydroizolačních pásů než mechanicky zranitelnější hydroizolační fólie.

l – dlouhodobá chemická nesnášenlivost s vybranými stavebními hmotami

Asfaltové pásy jsou kromě dehtů obecně snášenlivé se všemi běžnými stavebními hmotami. Hydroizolační fólie z mPVC je však nutné chránit jak proti dehtům, tak asfaltům a výrobkům z nich oddělením například separační textilií. Také tepelná izolace z pěnového polystyrenu musí být od fólií z mPVC oddělena separační textilií. Ostatní druhy hydroizolačních fólií jsou většinou kompatibilní se všemi běžnými stavebními hmotami. Obecně však jsou hydroizolační fólie chemicky odolnější než asfaltové pásy. Například některé fólie z *polyizobutylenu* (PIB) mají vysokou odolnost vůči kyselinám, takže se s výhodou používají v průmyslových oblastech se zvýšeným výskytem kyselých dešťů.

m – odolnost proti účinkům ropných látek

Na parkovištích a všude tam, kde je provozní souvrství střešního pláště vystaveno účinkům ropných látek, je nutné zajistit vhodným návrhem celého provozního souvrství i ochranu vlastní povlakové izolace. Jak asfaltové hydroizolační pásy, tak ani běžné hydroizolační fólie používané na vytvoření vodotěsné izolace střešních pláštů neodolávají úkapům benzínu,



Obr. 1.3 Vodotěsná izolace z hydroizolační fólie RHENOFOL na areálu firmy KNAUF (foto FDT)

nafty a olejů. Ostatně i tepelné izolace z pěnového i extrudovaného polystyrenu jsou těmito ropnými látkami nezvratně poškozovány. V takovém případě může být řešením použití vhodných hydroizolačních fólií, které jsou odolné vůči ropným látkám.

n – difuze vodní páry a rekonstrukce plochých střech

Hydroizolační fólie mají obecně malou tloušťku a malou hodnotu faktoru difuzního odporu μ (například fólie z mPVC mají zpravidla hodnotu μ menší než 18 000, existují však i fólie s faktorem difuzního odporu, jenž má hodnotu až 260 000). Ekvivalentní difuzní tloušťka s_d fólie z mPVC při její tloušťce 1,2 mm dosahuje obvykle hodnoty jen 15 až 20 m. Modifikované asfaltové pásy, jejichž faktor difuzního odporu má hodnotu μ větší než 30 000, však mají tloušťku hydroizolačního souvrství min. 7,2 mm. Jejich ekvivalentní difuzní tloušťka s_d proto dosahuje hodnoty zpravidla větší než 216 m, tedy hodnoty nejméně čtrnáctkrát větší než mají fólie z mPVC. Hydroizolační fólie jsou proto na rozdíl od asfaltových pásů obecně prostupnější pro vodní páru a umožňují tak snadnější vysychání zvlhlého souvrství stávajícího střešního pláště, zejména pokud se stávající vodotěsná izolace perforuje. Použití hydroizolačních fólií s nízkou hodnotou faktoru difuzního odporu μ je tedy u rekonstrukcí zvlhklých plochých střech výhodnější než používání asfaltových pásů.

o – plošná hmotnost povlakových izolací u rekonstrukcí střech

V souvislosti s rekonstrukcemi vodotěsných izolací stávajících plochých střech se u hydroizolačních fólií spolu s jejich difuzní propustností velmi příznivě hodnotí také jejich velmi malá plošná hmotnost (max. 3 kg/m²). Nová dvourstvá vodotěsná izolace z asfaltových pásů má totiž plošnou hmotnost až 12 kg/m².

p – stárnutí povlakové izolace v čase

Vodotěsná izolace z asfaltových pásů se postupně v průběhu své životnosti chová jinak, než je-li vytvořena z hydroizolační fólie, zejména tvoří-li vodotěsnou izolaci klasické jednoplášťové střechy. Oba dva druhy povlakové izolace v průběhu času stárnou. Příznaky tohoto stárnutí se však u izolace z asfaltových pásů projevují zpravidla dříve než u hydroizolačních fólií. U asfaltových pásů dochází v průběhu času k uvolňování posypu nebo reflexního nátěru, někdy se objevují trhliny, dochází k vytvoření puchýřů, uvolnění ve spojích nebo v místech napojení na svislé konstrukce a prostupy. Právě proto je však vždy možné u střechy s vodotěsnou izolací z asfaltových pásů pravidelnou kontrolou a včasnou údržbou oddálit další rekonstrukci střechy, případně včas zajistit nezbytné finanční prostředky na tuto rekonstrukci. Téměř nikdy nedojde k náhlé totální poruše této hydroizolace vyžadující její okamžitou rekonstrukci – pokud vyloučíme destrukci střešního pláště sáním větru. Vyčerpání životnosti vodotěsné izolace z asfaltových pásů je tedy zpravidla signalizováno řadu let. Ačkoliv kvalitní a dobře položené hydroizolační fólie plní spolehlivě svoji funkci i několik desetiletí, může se u nich dle mého názoru někdy projevit jejich dožití velmi náhle – během několika měsíců (v extrémních případech u dožilých fólií z mPVC i bezprostředně při krupobití). Obvykle se může jednat buď o trhliny v ploše, nebo o rozlepování spojů, případně i o korozi upevňovacích prvků. V lepším případě se mohou nejprve projevit lokální poruchy fólie v nejvíce namáhaných místech střešního pláště – například v rozích střechy na atikách. Velkoplošné opravy dožilé fólie jsou nemožné. Majitel objektu pak někdy musí nečekaně rychle zajistit často i značné finanční prostředky na rekonstrukci vodotěsné izolace.

r – lokalizace defektů povlakové izolace

V případě zatékání do střešního pláště jsou dle mého názoru u vodotěsné izolace z asfaltových pásů na rozdíl od hydroizolační fólie obvykle snadněji identifikovatelná místa, kde došlo k proražení vodotěsné izolace nebo kde jsou netěsné její spoje, zejména je-li tato vodotěsná izolace plnoplošně natavena na podklad. U volně položené vodotěsné izolace z hydroizolační fólie (a dnes i u volně položené jednovrstvé izolace z kotveného asfaltového pásu) bývá vyhledání poškozeného místa obtížnější. U hydroizolační fólie mohou svoji roli sehrát i vlasové trhlinky nebo její pouhé propíchnutí – tyto konkrétní závady se mohou projevovat různě v závislosti na vnější teplotě.

s – možnosti opravy a úpravy povlakové izolace v průběhu její životnosti

Životnost kvalitní vodotěsné izolace jak z modifikovaných asfaltových pásů, tak i z hydroizolačních fólií je jejich výrobci udávána zpravidla v řadu několika desítek let. U řady průmyslových objektů však často dochází ke změnám v jejich využití nebo ke změnám v technologii. Tyto změny však ve svých důsledcích znamenají nové prostupy střechou, rušení starých, nové nástavby na střeše apod. Zásahy do vodotěsné izolace z asfaltových pásů zvládne obvykle každá realizační firma zabývající se vodotěsnými izolacemi. Všechny zásahy do stávající střechy z asfaltových pásů jsou prakticky kdykoli spolehlivě realizovatelné. U střechy, kde vodotěsnou izolaci tvoří hydroizolační fólie, tomu tak vždy nemusí být. Zejména ne u fólie, která je přímo vystavena účinkům povětrnosti a UV záření. V průběhu času dochází u některých druhů fólií k nevratným změnám v jejich chemickém složení, k úniku změkčovadel (u fólií z mPVC), k jejich zkřehnutí a k degradaci povrchu. Při opravách a úpravách střechy s vodotěsnou izolací z hydroizolační fólie je proto nutné postupovat daleko pečlivěji než u střechy s klasickou izolací z asfaltových pásů. V tomto případě je proto nutné:

- přesně zjistit druh použité hydroizolační fólie včetně tloušťky a obchodní značky;
- zajistit realizační firmu, která je vyškolená pro danou technologii a má k tomu nezbytné technické vybavení a odborné vedení;

- prověřit, zda je možná spolehlivá oprava stávající hydroizolační fólie v místě nových prostupů z hlediska jejího stárnutí;
- zajistit pro úpravy střechy stejnou fólii, případně fólii kompatibilní.

Z tohoto pohledu se zdá být vhodné použít asfaltové modifikované pásy zejména tam, kde se v budoucnosti předpokládají zásahy do střešního pláště, nebo tam, kde je větší nebezpečí mechanického poškození vodotěsné izolace.

t – bezpečnost pokládky

Asfaltové hydroizolační pásy se obvykle natavují na podklad a mezi sebou pomocí plamene propanbutanového hořáku. Jedná se tedy o práci s otevřeným ohněm, která vyžaduje dodržování nezbytných bezpečnostních předpisů. Jsou však situace, kdy právě proto nelze tuto technologii použít. Určitým řešením může být v některých případech použití moderních samolepicích asfaltových pásů. Hydroizolační fólie jsou z tohoto pohledu bezpečnější, protože se pokládají bez použití otevřeného ohně, jen s použitím chemických svařovacích prostředků, lepidel, vulkanizací, ale nejčastěji se svařují horkým vzduchem.

u – požární hledisko

Vodotěsná izolace z hydroizolační fólie je oproti asfaltovým pásům náchylnější na propálení. Na druhou stranu vodotěsná izolace z hydroizolační fólie představuje z hlediska množství hořlavých hmot výrazně menší požární zatížení objektu než vodotěsná izolace z asfaltových pásů. Chování střech vystavených vnějšímu požáru se hodnotí s ohledem na riziko šíření požáru střešním pláštěm a rozlišuje se, zda se jedná o střešní plášť v požárně nebezpečném prostoru, nebo o střešní plášť mimo požárně nebezpečný prostor. Zkouškou se prověřuje vždy celá konkrétní skladba střešního pláště. V současné době (rok 2008) je však v obou technologiích k dispozici celá řada výrobků, které splňují požadavky na střešní pláště v požárně nebezpečných prostorech.

v – klimatické podmínky pro realizaci v nepříznivých obdobích roku

V podstatě se jedná o možnost pokládky vodotěsné izolace v zimě (za chladu) nebo za vlhka. Je však nutno upozornit, že provádění střešního souvrství v nepříznivých klimatických podmínkách nezáleží jen na technických vlastnostech například povlakových izolací, ale zejména na kvalitě lidské práce. Klasické hydroizolační pásy z oxidovaného asfaltu je možné pokládat při teplotách do +5 °C, modifikované pásy (především SBS) je možné při dodržení nezbytných opatření, jako jsou například temperované sklady apod., pokládat se souhlasem výrobce i při nižších teplotách (mimořádně do teploty až -5 °C). Podklad pro natavení asfaltových pásů však musí být vždy suchý. V případě hydroizolačních fólií je z tohoto pohledu situace příznivější, protože pokládka termoplastických fólií svařovaných horkým vzduchem je možná také do teploty -5 °C, ale již například elastomerní fólie s volnou pokládkou a se suchou montáží lze pokládat do teploty až -10 °C. Většinu fólií lze pokládat i na zavlhlé podklady, o možnosti pokládky konkrétního druhu fólie při nízkých teplotách obvykle rozhoduje technologie jejich spojování (a interní technologické předpisy výrobce fólie).

x – speciální multifunkční využití hydroizolačních fólií

Hydroizolační fólie mohou plnit na rozdíl od asfaltových pásů vedle své základní hydroizolační funkce i další provozní nebo technologické funkce. Například některé speciální fólie z mPVC mohou tvořit i přímou pochůznou plochu balkonů nebo lodžii.



Obr. 1.4 Vodotěsná izolace z asfaltových pásů ICOPAL – hala DP Praha v areálu Praha 10-Hostivař



Obr. 1.5 Hydroizolační fólie EVALON – Solar s integrovanými fotovoltaickými články – střecha Provozní budovy Národního divadla v Praze (foto FDT)

Spolu s hydroizolačními fóliemi jsou však dnes nabízeny pro použití na plochých střechách i fotovoltaické solární systémy, zajišťující ekologickou výrobu elektrické energie přímo ze sluneční energie. Firma FDT dokonce nabízí hydroizolační fólii EVALON – Solar na materiálové bázi EVA (etylen-vinyl-acetát) s integrovanými flexibilními fotovoltaickými články umístěnými na jejím horním povrchu (*obr. 1.5*).

y – cenové důvody

Technologie povlakové izolace z hydroizolačních fólií může být v řadě případů levnější než technologie asfaltových pásů. Pokud není ze statických důvodů možné další přitížení střešního pláště nebo je problematické odstranění dožilé vodotěsné izolace z asfaltových pásů či hydroizolační fólie bez poškození podkladu, bývá u rekonstrukce střech v souhrnu levnější použití povlakové izolace z nové hydroizolační fólie s téměř zanedbatelnou plošnou hmotností.

z – ostatní důvody

Ve většině konkrétních případů jsou v zásadě technicky použitelné obě technologie – proto se lze také často setkat s tím, že některé realizační firmy nabízejí pro danou zakázku na výběr obě technologie. Někdy je dokonce z těchto dvou technologií nabízena právě jen ta, pro kterou má realizační firma náhodou volnou kapacitu. I to se někdy stává jedním z kritérií. Jak lze posoudit z výše uvedeného výčtu (který jistě nebude úplný a připouštím, že v některých případech může být i diskutabilní), není tak jednoduché rozhodnout se pro tu či onu technologii. Návrh spolehlivé vodotěsné izolace ovlivňuje, jak již bylo uvedeno, celá řada konkrétních technických a provozních podmínek. Někdy převažuje hledisko investiční náročnosti, jindy sehrávají svoji roli klimatické podmínky pro realizaci nebo čas.