

Jedním z nejpoužívanějších tepelně izolačních výrobků v plochých střechách je v současné době polystyren. V zásadě se dnes používají dva druhy polystyrenů, a to pěnový polystyren (označovaný EPS) a extrudovaný polystyren (označovaný XPS).

Oba druhy polystyrenů jsou někdy laickou veřejností zaměňovány - pěnový polystyren má typickou kuličkovou strukturu, zatímco extrudovaný polystyren má homogenní strukturu pěnové hmoty s uzavřenými buňkami a jednotliví výrobci jej obvykle dodávají zbarvený v různých barvách (modrý, růžový, zelený, fialový...). Občas se také setkáváme s dotazem nebo požadavkem na „tvrzený“ polystyren. Tento název je nesprávný, nepoužívá se v odborném technickém názvosloví a vychází obvykle z laického požadavku na polystyren s požadovanou pevností.

Oba výrobky EPS i XPS jsou v podstatě vyráběny ze stejné základní vstupní suroviny - z granulátu polystyrenu, ale s odlišnými doplňkovými surovinami a jinou technologií výroby. Mají proto společné některé vlastnosti - oba nejsou odolné vůči UV záření (dochází k jejich povrchové degradaci) a některým chemickým látkám. Nezvratně je poškozují ropné produkty, ředidla a organická rozpouštědla. Jejich tepelné technické vlastnosti jsou podobné, ale významně se liší v pevnosti v tlaku, v hranové pevnosti a v nasákavosti - a z těchto důvodů mají v plochých střechách odlišné použití. Pěnový polystyren se používá jako tepelná izolace klasických jednopláškových plochých střech, zatímco extrudovaný

# Extrudovaný polystyren

## a ploché střechy

ný polystyren jako tepelná izolace tzv. obrácených střech (jednopláškových střech s opačným pořadím vrstev). Oba druhy polystyrenu lze použít v tzv. Duo střechě, kde spodní vrstvu tepelné izolace tvoří klasický EPS a vrchní vrstvu (nad hydroizolací) potom XPS.

Extrudovaný polystyren XPS byl vyvinut firmou Dow Chemical v roce 1940 - na základě požadavku amerického ministerstva obrany. Od roku 1941 vyráběla tato firma extrudovanou polystyrénovou pěnu jako materiál na výrobu záchranných vest a dalších výrobků pro americké námořnictvo. V padesátých letech minulého století vzniknul na základě existence extrudovaného polystyrenu koncept obrácené střechy, na které se využívaly jeho vynikající vlastnosti. Postupně začali výrobky z XPS vyrábět i jiní výrobci. U nás byl snad po-

prvé použit XPS na střeše Kongresového centra v Praze ve skladbě Duo střechy s pochozí úpravou. Po roce 1990 se k nám začaly výrobky z XPS dovážet ve větším měřítku, a dnes patří k běžně dostupnému sortimentu tepelných izolací na našem trhu.

### Výroba extrudovaného polystyrenu

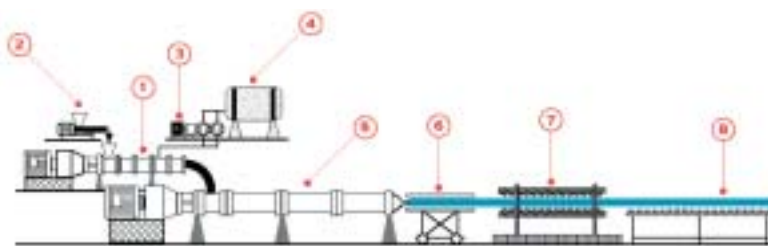
Granule polystyrenu jsou dávkovány včetně doplňkových přísad a barviva v předepsaném poměru do násypky. Vše se řádně promísí a sypká směs se následně roztaví v extrudéru, na jehož konci je tavenina napěňována hncacím plynem CO<sub>2</sub>. Takto vzniklá pěnová hmota se dodatečně promíchává a postupně zchladuje ve speciálních válcích na teplotu, která je vhodná pro extruzi (vytlačení) skrz nastavenou trysku na pás. Po průchodu kalibračními a tažnými válci se hmota v podobě

nekonečné desky postupně zchladuje a následně je řezána a formátována na finální rozměr desek s hranami a s povrchovou úpravou.

### Technické vlastnosti extrudovaného a pěnového polystyrenu

Přehled základních vlastností obou druhů polystyrenu je pro porovnání uveden v tabulce. Pro úplnost je nutno uvést, že i pěnový polystyren se vyrábí pro ploché střechy ve více typech - kromě v tabulce uvedeného EPS 100 S Stabil také pevnější EPS 150 S Stabil nebo EPS 200 S Stabil (EPS 200 S Stabil: napětí v tlaku při 2% stlačení 36 kPa dle údajů firmy Rigips). Jak je možné posoudit z parametrů uvedených v tabulce, má extrudovaný polystyren oproti pěnovému polystyrenu výrazně větší pevnost v tlaku a výraz-

Obecné schéma výrobního procesu extrudovaného polystyrenu je na obr. 1.



1) Extruder, 2) Materiálový vstup, 3) Čerpadlo plnicích plynů, 4) Nádrž plnicích plynů, 5) Mixér + chladiče, 6) Kalibrace desek, 7) Tažné válce, 8) Zchlazovací a dopravní transportér pro další úpravu.

Tab. 1 Technické vlastnosti extrudovaného a pěnového polystyrenu

Vlastnosti	Jednotka	Extrudovaný polystyren			Pěnový polystyren
		Roofmate SL	Floormate 500	Floormate 700	EPS 100 S Stabil (Rigips)
Objemová hmotnost $\gamma$	kg/m <sup>3</sup>	33	38	45	20
Deklarovaná hodnota součinitele tepelné vodivosti $\lambda$ v závislosti na tloušťce u XPS	W/mK	0,036 (0,035 - 0,038)	0,038 (0,036 - 0,038)	0,038 (0,036 - 0,038)	0,036
Napětí v tlaku při 10% stlačení	kPa	300	500	700	100
Napětí v tlaku při 2% stlačení	kPa	130	180	250	20
Faktor difúzního odporu $\mu$	-	80 - 200	150 - 200	150 - 200	30 - 70
Dlouhodobá nasákavost při ponoření	Obj. %	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 5
Dlouhodobá nasákavost při difúzi: tl. 50 mm tl. 100 mm tl. 200 mm	Obj. %	≤ 3 ≤ 1,5 ≤ 0,5	≤ 3 ≤ 1,5 ≤ 0,5	≤ 3 ≤ 1,5 ≤ 0,5	neuvádí se
Maximální teplota	°C	+75	+75	+75	+80
Součinitel tepelné roztažnosti	mm/mK	0,07	0,07	0,07	0,07
Třída reakce na oheň		E	E	E	E
Odolnost proti cyklům mraz-tání	Obj. %	≤ 1	≤ 1	≤ 1	neuvádí se

ně menší nasákavost. Právě minimální hodnoty nasákavosti XPS jej předurčily jako jedinou tepelnou izolaci, kterou je možno položit na hydroizolaci a vystavit po celou dobu životnosti střechy působení vlhkosti a teplotním vlivům – tedy vytvořit tzv. obrácenou střechu, neboli střechu s opačným pořadím vrstev. Významným rozdílem je však nižší hodnota maximálního tepelného namáhání XPS (+75 °C) oproti EPS (+80 °C) – viz dále.

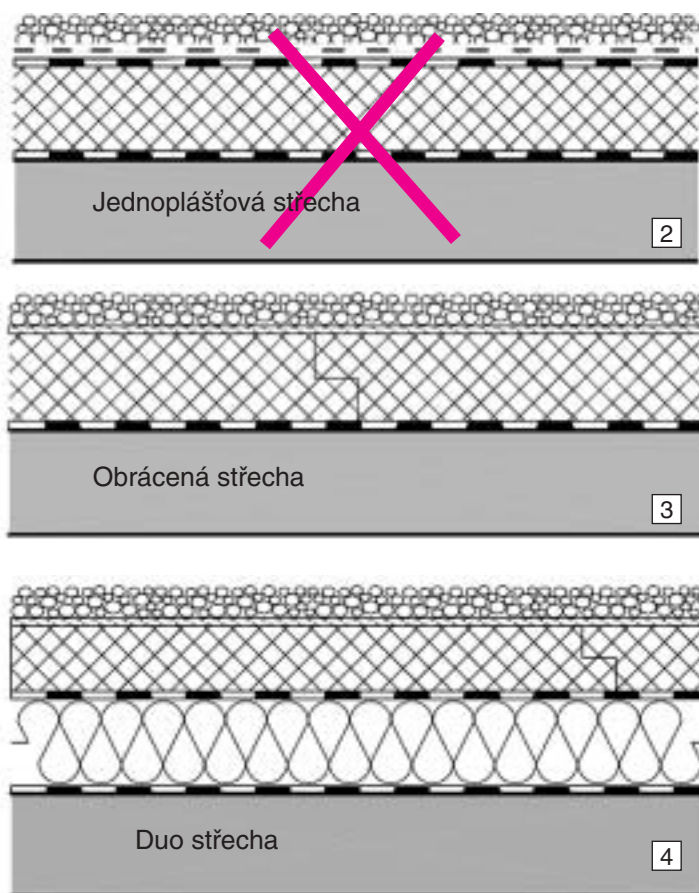
## Požadavky na tepelnou izolaci z XPS v plochých střechách

Výrobci extrudovaného polystyrenu nabízí celou řadu výrobků, které je možné použít nejen na vytvoření tepelné izolace plochých střech, ale i šikmých střech, podlah, suterénního zdíva a fasád. Výrobky, které jsou určeny pro ploché střechy, uvádějí jednotliví výrobci pod svými obchodními názvy. Obvykle mají tyto vlastnosti:

- tloušťka od 30 do 200 mm (u Duo střechy se používají zpravidla od tl. 50 mm),
- pevnost v tlaku při 10% stlačení zpravidla 300 kPa,
- trvalá zatížitelnost od 130 kPa (= 13 t/m<sup>2</sup>) dle druhu XPS,
- hladký povrch,
- polodrážka po obvodě,
- plošné rozměry zpravidla 1 250 x 600 mm.

## Speciální výrobky z XPS pro ploché střechy

Firma Dow Chemical nabízí pro nepochozí ploché střechy s malou únosností pod názvem Roofmate LG speciální desky z XPS opatřené na horním povrchu vrstvou z plastbetonu tl. 10 mm, která chrání XPS proti působení UV záření a zejména svojí hmotností zajišťuje stabilitu střešního pláště vůči sání větru. Plošná hmotnost desek Roofmate LG se pohybuje kolem 25 kg/m<sup>2</sup>. Použití těchto desek je nutno v konkrétních případech konzultovat s dovozcem. Desky Roofmate LG dodávané v rozměrech 1 200 x 600 mm jsou na podélných stranách opatřeny perem a drážkou – tato úprava zajišťuje jejich spolupůsobení při namáhání sáním větru. Po obvodě střechy a zejména v rozích střechy je nutné zajistit stabilitu takto vytvořeného střešního pláště vůči sání větru dalším přitížením – obvykle betonovými dlaždicemi. Nezbytnou podmínkou pro použití těchto desek je spolehlivé vypádování střešního pláště k odvodňovacím prvkům tak, aby se nikde pod deskami netvořily kaluže vody – jinak může docházet k nasáknutí XPS difúzí vodní páry, která se uvolňuje ze srážkové vody a kondenzuje pod vrstvou z plastbetonu.



## Použití výrobků z XPS v plochých střechách

A – jednoplášťová plochá střecha (obr. 2)

Extrudovaný polystyren by se s ohledem na nižší tepelnou odolnost (jen +75 °C) a velikou hranovou pevnost neměl používat jako tepelná izolace v klasické jednoplášťové ploché střeše. Zdálnivě malý rozdíl pouhých 5 °C mezi hodnotou maximálního tepelného namáhání XPS (+75 °C) oproti EPS (+80 °C) má pro zabudování výrobků z XPS do střešního pláště významný dopad. Povrchová teplota povlakové vodotěsné izolace z asfaltových pásů dosahuje v létě až hodnoty +80 °C. Při této teplotě však již dochází k nevratné deformaci (obvykle prohnutí) desek z XPS. Protože výrobky z XPS mají nejen velkou pevnost v tlaku, ale i velkou hranovou pevnost, mohla by prohnutá deska z XPS svými ostrými hranami poškodit vodotěsnou izolaci. Právě proto by se neměl používat XPS pod vodotěsnou izolaci v klasické jednoplášťové střeše, ale jen na obrácené střeše, tedy střeše s opačným pořadím vrstev, případně na tzv. Duo střeše. Ostatně – u řady dovozců by v tomto případě byla problematická materiálová záruka. Zahraniční předpisy – například „abc der Bitumenbahnen“ připouštějí pokládku asfaltových pásů na tepelnou izolaci z XPS s podmínkou, že asfaltové pásy budou odděleny od povrchu desek XPS dělicí vrstvou ze skelné rohože a první vrst-

va vodotěsné izolace bude volně položena nebo volně položena a mechanicky přikotvena k podkladu. V každém případě je možno doporučit z hlediska materiálové záruky k takovému mimořádnému použití XPS předem získat písemný souhlas dovozce extrudovaného polystyrenu. Samozřejmě také v tomto případě by bylo nutné zajistit vhodným způsobem jak přitížení střešního pláště, tak snížení povrchové teploty působící na tepelnou izolaci v létě – například ochrannou vrstvou z kačírku. S ohledem na skutečnost, že tepelná izolace z XPS je oproti použití klasické tepelné izolace z pěnového polystyrenu EPS výrazně dražší, bude zabudování XPS jako izolace jednoplášťové ploché střechy pravděpodobně mimořádnou záležitostí a bylo by technicky zdůvodnitelné jen požadavkem na vysoké namáhání střešního pláště tlakem.

B – obrácená střecha (obr. 3)

Tepelná izolace z extrudovaného polystyrenu (XPS) je jedinou materiálovou možností jak vytvořit dlouhodobě spolehlivou obrácenou střechu, čili střechu s opačným pořadím vrstev. Desky z XPS se volně pokládají na vazbu na povlakovou vodotěsnou izolaci z asfaltových pásů nebo z vhodné hydroizolační fólie. V případě vodotěsné izolace z hydroizolační fólie je nutno přihlídnout i k materiálovému provedení hydroizolační fólie a v nezbytném případě oddělit desky z XPS od fólie vhodnou separační

vrstvou. S ohledem na nutnou volnou pokládku desek z XPS na hydroizolaci je nutnou podmínkou zajištění stability střešního pláště vůči sání větru, případně i rozplavání desek z XPS po ploše střechy při přívalovém dešti, přitížením – buď vrstvou kačírku nebo provozním souvrstvím. Na vytvoření tepelné izolace se používají zásadně desky z XPS s polodrážkou, které nejenže minimalizují vznik tepelných mostů, ale zajišťují také jejich vzájemné spolupůsobení při výše uvedeném namáhání.

C – Duo střecha (obr. 4)

V některých případech je možné z různých důvodů využít některých vlastností XPS (zejména pevnosti v tlaku) a vytvořit tzv. Duo střechu, kdy je v podstatě na klasickou jednoplášťovou střechu s povlakovou vodotěsnou izolací a s vhodnou tepelnou izolací (např. z EPS) položena další tepelná izolace z XPS. Duo střechu je možné navrhnout ze tří důvodů:

- V případě požadavku na vytvoření obrácené střechy na nosné konstrukci s malou akumulací tepla by mohlo docházet k jejímu podchlazení dešťovou vodou, protékající po povrchu vodotěsné izolace pod deskami z XPS. Teplota vnitřního povrchu takové lehké konstrukce střechy by se snadno mohla snížit pod hodnotu rosného bodu a mohlo by proto docházet v nepříznivých obdobích roku nejen k hygienickým závadám (vzniku plísní), ale někdy i k riziku poškození nosné konstrukce vlhkostí. V tom případě je možné tento nepříznivý vliv podchlazení vody na nosnou konstrukci výrazně snížit provedením klasické jednoplášťové střechy například s tepelnou izolací z EPS a na povlakovou izolaci položit volně (jako u obrácené střechy) tepelnou izolaci z XPS s přitížením.
- V případě požadavku na vytvoření provozního souvrství někdy nevhoví z hlediska pevnosti v tlaku ani nejpevnější druhy pěnového polystyrenu (například ani EPS 200 S Stabil) zabudovaného do klasické jednoplášťové střechy a docházelo by k poškození nejen EPS, ale i povlakové izolace například vysokým bodovým zatížením. To se týká zejména teras s dlažbou na podložkách, nebo střešních zahrad s drenážní a akumulací povovou fólií. Bodové zatížení od podložek pod dlaždicemi a někdy i od nopů ve střešních zahradách je zpravidla vyšší, než přípustné zatížení EPS v tlaku. V tom případě je možné využít velmi vysoké pevnosti v tlaku desek z XPS a vytvořit Duo střechu. Desky z XPS tl. min. 50 mm zpravidla spolehlivě roze-sou zatížení na podklad.

■ Stávající klasické jednoplášťové ploché střechy nevyhovují normovým požadavkům tepelně technické normy ČSN 73 0540-2:2007 a je nutné je proto doteplit. U rekonstrukcí stávajících plochých střech je možné po opravě nebo výměně stávající povlakové izolace položit dodatečnou tepelnou izolaci z XPS včetně přitížení a vytvořit tak Duo střechu. Nutnými podmínkami je ale dostatečná únosnost nosné konstrukce střešního pláště s ohledem na nutné přitížení střešního pláště hmotností stabilizační vrstvy, a řádné vypádování stávající plochy střechy k odvodňovacím prvkům.

## Jaké jsou hlavní výhody obrácené střechy oproti klasickým jednoplášťovým plochým střechám?

- Jednodušší skladba střešního pláště (není parozábrana, volná pokládká XPS)
- Jednodušší pokládká jednotlivých vrstev střešního pláště
- Pokládká XPS i dalších vrstev je zpravidla nezávislá na povětrnostních vlivech
- Vodotěsná izolace je chráněna proti mechanickému poškození
- Vodotěsná izolace není vystavována tepelnému namáhání v létě nebo v zimě
- Dlouhá životnost střešního pláště
- Významně větší únosnost XPS oproti klasickému EPS umožňuje provedení dlažby na podložkách nebo dokonce provedení parkovišť na střechách
- Jednodušší přístupnost jednotlivých vrstev střechy k případným opravám
- Možné opětovné použití XPS

## Jaké jsou nevýhody obrácené střechy oproti klasickým jednoplášťovým plochým střechám?

- Stabilita střešního pláště obrácené střechy proti rozplavání desek z XPS při dešti a zejména proti účinkům sání větru je zajišťována přitížením kačírky nebo provozním souvrstvím (například dlažbou do podsypu nebo na podložkách). Ve svých důsledcích to znamená požadavek na větší únosnost nosné konstrukce střešního pláště.
- Při návrhu i dimenzování tepelné izolace je nutno přihlídnout k vlivu podchlazené dešťové vody na nosnou konstrukci střechy (vody,

kteřá protéká po hydroizolaci pod tepelnou izolací z desek XPS).

- Obrácenou střechu je nutné (stejně jako klasickou plochou střechu) pravidelně kontrolovat. U klasické obrácené střechy se stabilizační vrstvou z kačírky může časem docházet k uchycení náletové zeleně, kterou je nutné odstraňovat. Z toho důvodu se doporučuje použít povlakovou izolaci odolnou vůči prorůstání kořenů rostlin.
- U dvouvrstvého provedení tepelné izolace z XPS existuje reálná možnost vytváření vodního filmu mezi oběma vrstvami XPS nebo u střešních zahrad prorůstání kořenových systémů pod deskami z XPS.
- XPS je dražší než klasický EPS.

## Zásady pro použití tepelné izolace z extrudovaného polystyrenu v obrácených plochých střechách nebo Duo střechách

### Použití obrácené střechy nebo Duo střechy

Obrácené střechy jsou vhodné na hmotnější nosné konstrukci (viz dále), zejména ve vazbě na provozní souvrství pochůzných střech (teras, parkovišť na střeše nebo střešních zahrad). Duo střechy se provádějí s ohledem na vyšší zatížitelnost XPS u teras s dlažbou na podložkách, nebo u rekonstrukcí střech - kdy se pomocí XPS zvyšují tepelně izolační vlastnosti střešního pláště. Duo střechy jsou však oproti klasickým obráceným střechám výhodné i z tepelně technického hlediska, protože minimalizují prochlazování střešního pláště pod hydroizolací podchlazenou dešťovou vodou.

### Nosná konstrukce střechy

Nosná konstrukce střechy musí splňovat dva nezbytné požadavky. Je to oproti klasickým plochým střechám obvykle větší únosnost a s ohledem na možné prochlazování podtékající podchlazenou dešťovou vodou také určité tepelně technické vlastnosti. Klasické obrácené střechy i Duo střechy musí být zajištěny proti účinkům sání větru přitížením - obvykle vrstvou kačírky frakce 16/32 tl. 50 mm a více (v závislosti na namáhání střešního pláště sáním větru). Oproti běžným plochým střechám je zde tedy nutno uvažovat při dimenzování (nebo posuzování) nosné konstrukce i s hmotností zátěžové vrstvy. U provozních střech je zde samozřejmě nutné přihlídnout i k hmotnosti celého provozního souvrství včetně užitného zatížení. Z tepelně technického hlediska je

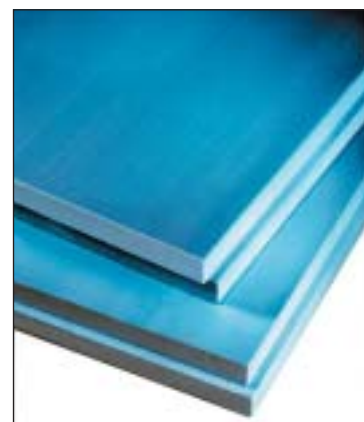
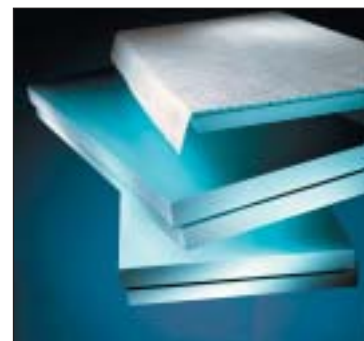
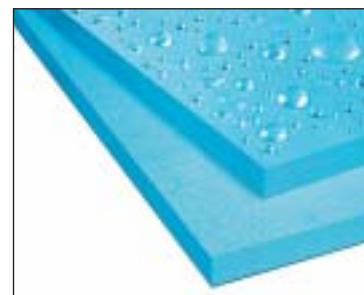
nutné přihlídnout i k již zmíněnému riziku podchlazování nosné konstrukce střechy podchlazenou vodou, která proteče spárami mezi deskami z XPS až k vodotěsné izolaci a odtud ke střešním vtokům. Byly proto doporučovány různé hodnoty minimální plošné hmotnosti nosné konstrukce střechy včetně silikátové spádové vrstvy, aby byl tento efekt prochlazování minimalizován. Hmotnější nosná konstrukce má samozřejmě větší tepelnou akumulaci a riziko jejího nárazového prochlazování je tedy výrazně nižší. Současné doporučení minimální plošné hmotnosti nosné konstrukce včetně spádové vrstvy je min. 250 kg/m<sup>2</sup> nebo tepelný odpor  $R \geq 0,15 \text{ m}^2\text{K/W}$  (podklady firem Dow nebo Basf). Domnívám se však, že požadavek na tepelný odpor  $R \geq 0,15 \text{ m}^2\text{K/W}$  není bezpečný a doporučuji raději násobně vyšší hodnoty. Firma Dektrade uvádí v časopisu Dektíme 6/05 v této souvislosti doporučení na tepelný odpor vrstev pod hydroizolací minimálně 0,75 m<sup>2</sup>K/W. Z tohoto pohledu není možné realizovat obrácenou střechu například na dřevěném bednění.

### Sklon střešního pláště obrácené nebo Duo střechy

Tepelná izolace z extrudovaného polystyrenu je vystavena přímým účinkům dešťových srážek. Část dešťové vody odtéče po povrchu střechy (zejména v případě, že je realizováno provozní souvrství), část po povrchu desek a zbytek vody proteče spárami mezi deskami a odtéká po povrchu povlakové izolace k odvodňovacím prvkům. Desky z XPS nesmí být dlouhodobě ponořeny do vody, jinak může docházet k jejich nasáknutí a ke zhoršení jejich tepelně technických vlastností. Je proto doporučován sklon min. 1,5 %, lépe min. 2 %. Ostatně naše norma ČSN 73 1901:1999 „Navrhování střech“ hovoří o sklonu plochých střech min.  $1^\circ = 1,75 \%$ . U střech s velmi malým sklonem není možné zabránit vzniku prohlubní, ve kterých může stát voda. Rovněž přesahy asfaltových pásů způsobují malé nerovnosti ve střešní rovině. Maximální sklon není v literatuře uveden, ale ploché střechy mají sklon do  $5^\circ = 8,8 \%$ . Při větším sklonu by již mohlo docházet k sesuvu stabilizační vrstvy z kačírky.

### Vodotěsná izolace

Vodotěsnou izolaci obrácených střech i Duo střech tvoří vždy povlaková izolace z asfaltových pásů nebo hydroizolační fólie. V případě asfaltových pásů se používá vždy dvouvrstvá vodotěsná izolace z modifikovaného asfaltového pásu. Spodní asfaltové pásy by měly být s expanzní vrstvou - například s Therm pruhy. Pokud se jedná o hydroizolační fólie, měla by



být tloušťka fólie min. 1,5 mm a více (dle druhu fólie). Doporučuje se, aby povlaková izolace byla vždy navržena z výrobků odolných i proti prorůstání kořenů rostlin, protože zejména u střech se stabilizační vrstvou z kačírky nebo u dlažby do podsypu dochází časem k uchycení náletové zeleně, která spolehlivě prorůstá kamenivem dobře zásobeným vlhkostí při dešti. Samozřejmě, obrácené střechy nebo Duo střechy na jejichž povrchu bylo vytvořeno provozní souvrství

střešní zahrady musí mít vždy vodotěsnou izolaci odolnou proti prorůstání kořenů rostlin (asfaltové pásy nebo fólie s atestem).

## Tepelná izolace z extrudovaného polystyrenu

Používají se zásadně výrobky určené pro ploché střechy, tedy desky s poddrážkou a s hladkým povrchem – u provozních střech dle požadavku na zatížení v tlaku. S ohledem na tepelnou roztažnost by neměly být nikdy používány velkoplošné desky – obvyklý rozměr desek je 1 250 x 600 mm nebo 1 200 x 600 mm (dle výrobce). V případě klasické obrácené střechy by měly být zásadně používány desky z XPS v jedné vrstvě. Někteří výrobci (například firma Dow Chemical) je dnes dodávají i v tloušťce 200 mm. Samozřejmě, že se někdy nelze z různých důvodů ubránit dvouvrstvému provedení této tepelné izolace, ale v tom případě je nutné dodržet doporučené zásady. Dříve se doporučovalo, aby ve dvouvrstvé skladbě měla spodní vrstva desek menší tloušťku než horní (v poměru cca 2 : 3). Dle současného stupně poznání se doporučuje, aby ve dvouvrstvé skladbě měla spodní vrstva desek tloušťku min. 120 mm a více. Dvouvrstvou skladbu se doporučuje navrhovat až od tloušťky 180 mm, lépe až od tl. 200 mm (120+80 mm). Do tloušťky 140 mm se nedoporučuje v žádném případě realizovat dvouvrstvou variantu pokládky XPS. U dvouvrstvé skladby XPS je tepelný odpor tepelné izolace až o 5 %

párou a tím i ke snížení jejich tepelně izolačních vlastností. Čím má spodní vrstva XPS větší tloušťku, tím je možnost zvýšené vlhkosti desek menší, od tl. 80 mm by měl být (dle dostupné literatury) tento vliv vlhkosti podstatně redukován. Zvýšení hodnoty součinitele tepelné vodivosti spodních desek z XPS se doporučuje kompenzovat navýšením vypočtené tloušťky tepelné izolace cca o 10 mm.

Desky z XPS se pokládají na podklad (povlakovou vodotěsnou izolaci) volně na vazbu. U dvouvrstvé skladby se vrchní vrstva pokládá s posunutím o polovinu šířky desky (aby došlo k vzájemnému posunutí spár). Podklad s povlakovou vodotěsnou izolací musí být řádně vypádován k odvodňovacím prvkům, aby bylo vyloučeno dlouhodobé ponoření desek z XPS do vody. Vypádování podkladních vrstev pod hydroizolací je tedy nutnou podmínkou pro realizaci obrácené střechy nebo Duo střechy. Desky z XPS nelze tedy pokládat na vodorovnou povlakovou izolaci a spád vytvořit jen v tepelné izolaci z XPS. Výrobci XPS na rozdíl od výrobců EPS nevyrábí z extrudovaného polystyrenu spádové klíny, jen desky. Přesto se lze ojediněle setkat s individuální výrobou spádových klínů z XPS jejich dodatečným nařezáním z desek, použití takto vyrobených prvků je však problematické a v obrácené střeše nebo vrchní části Duo střechy nepoužitelné.

Pokud slouží desky z XPS jako podklad pro dlažbu na podložkách, je

děluje tepelnou izolaci z XPS od stabilizační vrstvy (u běžné obrácené střechy) nebo od provozního souvrství (tvořícího například terasu nebo střešní zahradu). Má v souvrství střešního pláště několik technických úkolů: odděluje volně položené desky z XPS od ostatních vrstev a umožňuje v případě potřeby jejich snadné rozebrání, zabraňuje „rozplavání“ desek z XPS při dešti v rozpracované střeše, chrání XPS proti UV záření a minimalizuje zanášení jemných částic (například spád z ovzduší) mezi spáry desek. K tomu se používají různé geotextilie, nejčastěji z polypropylenu. Někteří dovozcí XPS nabízí svoje výrobky (například Typar nebo Roofmate MK), obvykle se však používají běžné geotextilie z polypropylenu dodávané v různých plošných hmotnostech. Měly by být používány nenásávkavé textilie s hmotností optimálně 140 g/m<sup>2</sup>, max. 200 g/m<sup>2</sup> světlé barvy. Pokládají se volně s přesahy 200 mm.

## Stabilizační vrstva

Protože je tepelná izolace z extrudovaného polystyrenu volně položená na vodotěsné izolaci, je nutné zajistit stabilitu takto vytvořeného střešního pláště vůči sání větru a proti rozplavání desek z XPS při přívalovém dešti. U klasické obrácené střechy nebo Duo střechy je to zajištěno zásypem ze šterku, u střech s provozním souvrstvím (terasy, střešní zahrady, parkoviště) potom hmotností provozního souvrství. Používá se drcené kamenivo nebo kačírek z oblázků zrnitosti 16/32 mm o tloušťce min.

U teras je používána například dlažba na podložkách nebo dlažba do podsypu zrnitosti 4/6 mm tl. min. 40 mm – v obou případech může být povrch dlažby vodorovný s tím, že samozřejmě vodotěsná izolace včetně tepelné izolace z XPS je ve sklonu k odvodňovacím prvkům. Pokud se jedná o dlažbu na podložkách, doporučuje se vždy použití jednovrstvé tepelné izolace z XPS a rektifikovatelných podložek. U dlažby na podložkách (umístěné zejména na veřejném prostranství) nelze nikdy vyloučit bodové poškození XPS hořícím nedopalkem cigarety. XPS však obsahuje retardér hoření, který zabraňuje vzplanutí a šíření ohně, takže je obvykle poškození tepelné izolace zpravidla z tohoto hlediska velmi malé. Používá se také někdy keramická dlažba lepená do lepicí malty na dilatovanou betonovou mazaninu tl. 50 mm provedenou na tepelnou izolaci z XPS, od které je oddělena separační a kluznou vrstvou z geotextilie + separační PE fólie, nebo speciální drenážní nopovou fólií s geotextilií (viz dále vyjádření dovozce).

## Provozní souvrství střešních zahrad

Obvykle se dnes používá jako drenážní a akumulační vrstva speciální nopová fólie, na které je položena filtrační geotextilie + střešní substrát v tloušťce dle zvoleného druhu zeleně (zpravidla v tloušťce od 80 do 300 mm). Mezi nopovou fólií a tepelnou izolací XPS se pokládá separační geotextilie o hmotnosti 200 g/m<sup>2</sup>, která má za ú-



horší než u jednovrstvé. Hlavním důvodem pro provádění jednovrstvé skladby oproti dvouvrstvé je vznik vodního filmu (vrstvičky vody) mezi oběma vrstvami desek XPS z titulu i malých nerovností podkladu. Vodní film na horním povrchu spodní desky XPS tvoří vrstvu s vysokým difúzním odporem, která zabrání nebo významně omezí difúzi vlhkosti skrz tepelnou izolaci do vnějšího prostředí a následně proto dochází k vyššímu nasáknutí spodních desek XPS difundující vodní

nutné vždy použít rektifikovatelné podložky. U Duo střechy, kde se používá XPS zejména pro roznesení bodového zatížení od dlažby na podložkách, nebo od nopů nopové fólie například u střešní zahrady by měla být minimální tloušťka desek z XPS z titulu překonání nerovností podkladu nejméně 50 mm.

## Separáční vrstva

Přímo na položené desky z XPS se pokládá tzv. separační vrstva, která od-



50 mm. Vždy musí být použito prané kamenivo, aby bylo minimalizováno jeho znečištění organickými příměsami a omezeny podmínky pro růst rostlin. Hmotnost stabilizační vrstvy musí být vždy v konkrétních případech ověřena statickým výpočtem s ohledem na namáhání sáním větru.

## Provozní souvrství teras

Provozní souvrství vytvořené na obrácené střeše nebo Duo střeše může být provedeno různými způsoby.

kol minimalizovat zanášení drobných částic ze střešního substrátu mezi spáry mezi deskami. Zde je třeba upozornit na skutečnost, že kořenové systémy některých rostlin (zejména některých druhů trav) časem prorostou spárami pod desky z XPS až do prostoru mezi tepelnou izolací a hydroizolací. V případě dvouvrstvé skladby tepelné izolace z XPS kořínky prorostou spárami i do prostoru mezi oběma vrstvami této tepelné izolace – tam, kde se vyskytuje voda z titulu nerovností

střechy. Nebylo však zjištěno prorůstání kořínků vlastními deskami z XPS. Existence kořenového systému pod deskami a mezi deskami není samozřejmě z tepelně technického hlediska příznivou skutečností.

## Provozní souvrství parkovišť

V tomto případě se zpravidla používají výrobky z XPS s větší pevností v tlaku. Vlastní provozní souvrství může tvořit zámková dlažba do šterkopísku frakce 4/8 mm nebo s nosnou železobetonovou deskou tl. min. 120 mm, opět se separační geotextilií o hmotnosti 200 g/m<sup>2</sup> + PE fólií tl. 0,2 mm.

## Odvodnění obrácených střech

K odvodňování těchto střech se používají buď klasické jednostupňové vtoky s osazeným ochranným košičkem v úrovni vrchního povrchu XPS nebo jednostupňové střešní vtoky s děrovaným nástavcem (např. TopWet - obr. 5) speciálně určené na odvodnění obrácených střech. Obecně by bylo možné použít i dvoustupňové střešní vtoky, kdy vlastní střešní vtok se napojí na vodotěsnou izolaci střechy a nástavec střešního vtoku (bez

## Upozornění na realizaci v letních měsících

Jak již bylo uvedeno, má XPS trvalou tepelnou odolnost +75 °C. Z tohoto důvodu je proto nevhodné používat v létě separační geotextilie z tmavě zbarveného polypropylenu, protože na rozpracované střeše s obnaženou tepelnou izolací z XPS a s položenou geotextilií hrozí riziko přehřátí desek z XPS a jejich následné zkroucení. Podobně může dojít k nezvratnému zkroucení desek z XPS po pokládce tmavé nopové fólie tvořící drenážní a akumulaci vrstvu v provozním souvrství střešní zahrady. V tom případě je proto nutné co nejdříve po pokládce nopové fólie položit filtrační geotextilii a střešní substrát, aby se tepelná expozice a tím i prohřátí XPS snížilo na nejmenší míru.

## Tepelně technické výpočty

Při návrhu a posuzování obrácené střechy nebo Duo střechy je nutné zohlednit proudění dešťové vody mezi tepelnou izolací a hydroizolací dle ČSN EN ISO 6946/A1 „Stavební prvky a stavební konstrukce-tepelný odpor a součinitel prostupu tepla -

střechy podle ČSN EN ISO 6946 'p' v mm/den je stanovena orientačním rozmezím hodnot  $p = 1,2$  mm/den až 4,0 mm/den, není-li k dispozici přesnější údaj, např. z pozorování místní meteorologické stanice.“ Větší intenzita srážek je obvykle v místech s vyšší nadmořskou výškou.

$f$  = odtokový činitel, udávající část 'p', která se dostává k hydroizolaci

$x$  = činitel zvýšené tepelné ztráty způsobené prouděním dešťové vody po hydroizolaci (W.den/m<sup>2</sup> K mm)

Pro jednovrstvou tepelnou izolaci nad hydroizolací, s tupými spárami a otevřenou ochrannou vrstvou, jako je kamenivo, má hodnotu „ $f \cdot x$ “ = 0,4. Pro nejčastěji používanou tepelnou izolaci s polodrážkami po obvodu není tato hodnota stanovena. V normě je jen uvedeno, že nižší hodnoty  $f \cdot x$  se mohou uplatnit pro střešní konstrukce, přes jejichž tepelnou izolaci voda méně prosakuje. V těchto případech, jsou – li účinky opatření doloženy nezávislými posudky, se mohou pro „ $f \cdot x$ “ použít hodnoty menší než 0,4.

$R_i$  = tepelný odpor vrstvy tepelné izolace XPS nad hydroizolací

$R_T$  = odpor při prostupu tepla konstrukce:  $R_i + \sum R + R_e$

Vypočtená korekce  $\Delta U_r$  (W/m<sup>2</sup>K) se připočte k hodnotě součinitele tepla konstrukce  $U$ . Obvykle to ve svých důsledcích znamená zvětšení tloušťky tepelné izolace z XPS.

U obrácených střech a u Duo střech je vhodné v tepelně technickém výpočtu zanedbat při výpočtu součinitele prostupu tepla  $U$  všechny vrstvy nad tepelnou izolací z XPS (tzn. geotextilie, kačírku, betonové mazaniny, provozního souvrství střešní zahrady atp). Do výpočtu difúze vodní páry je však nutné zahrnout všechny méně difúzně propustné vrstvy i nad tepelnou izolací z XPS, jako například betonovou mazaninu s dlažbou nebo neperforované nopové fólie, tvořící drenážní vrstvu pod betonovou mazaninou a podobně.

V normě ČSN EN ISO 6946/A1 je v čl. D4.4 uvedeno, že „součinitel tepelné vodivosti tepelné izolace z XPS musí být opraven zohledněním možného zvýšení obsahu vlhkosti způsobeného difúzí vodní páry. To musí být provedeno v souladu s EN ISO 10456“. Protože však nejsou k dispozici hodnoty součinitele tepelné vodivosti XPS se zvýšenou vlhkostí, je možné do tepelně technického výpočtu uvažovat bezpečným odhadem s jeho hodnotou o 10 % nižší. Podobně se velmi obtížně stanovují difúzní vlastnosti mokré geotextilie, jejíž nasákavost výrobci zpravidla neuvádějí.

Ze stejných důvodů nelze zahrnout do tepelně technického výpočtu vliv kořenového systému prorůstajícího mezi desky XPS nebo mezi desky XPS a hydroizolací u střešních zahrad – zatím se tímto problémem z hlediska tepelné techniky nikdo nezabýval.

Obecně lze snad konstatovat, že z tepelně vlhkostního hlediska jsou spolehlivější Duo střechy než klasické obrácené střechy, protože významná část celkové tepelné izolace je u nich zcela chráněna proti vlivu srážek. Současně je ale u nich zajištěna i vyšší teplota na úrovni hydroizolace díky tepelné izolaci umístěné nad touto vrstvou, takže je u Duo střech redukováno riziko kondenzace vodní páry pod hydroizolací – sice méně než u klasických obrácených střech, ale přesto významně.

Významnou roli u Duo střechy sehrává existence parozábrany a samozřejmě její difúzní parametry. U nové Duo střechy by proto měla být vždy realizována kvalitní parozábrana. V konkrétních případech je proto nutné prověřit a následně korigovat navržené řešení obrácené střechy nebo Duo střechy tepelně technickým výpočtem, zejména s přihlédnutím k difúzi vodní páry, kondenzačním zónám a pochopitelně bilanční vlhkosti.

Protože se v souvislosti s používáním XPS v plochých střechách vyskytla celá řada různých návrhů a doporučení, požádal jsem závěrem tohoto článku Ing. Stanislava Štajera z firmy Dow Europe GmbH, která k nám dováží extrudovaný polystyren známý pod názvem Styrofoam, o odpovědi na několik otázek, které s používáním XPS souvisí.

▲ Jaký je názor firmy Dow, která k nám dováží extrudovaný polystyren Styrofoam, na jeho zabudování pod vodotěsnou izolaci v klasické jednoplášťové střeše?

„Firma Dow Chemical na základě svých zkušeností nedoporučuje použití XPS v klasické skladbě střešního pláště z důvodu možného rizika rozměrové nestálosti desek XPS pod hydroizolací, zejména v letních měsících roku. V případě nutnosti použití XPS v klasické skladbě jednoplášťové ploché střechy jsou doporučena následující opatření, která napomáhají eliminovat možné tvarové deformace desek (miskový či banánový efekt). Patří k nim dostatečně silná ochranná oddělovací vrstva mezi XPS a hydroizolací, šterková vrstva na vnější straně hydroizolace a reflexní nátěr či volba světlé hydroizolace.“

▲ Setkal jsem se několikrát s návrhem, aby se desky z extrudované



5

napojovací manžety) se zapustí do úrovně tepelné izolace z XPS. Proto, aby bylo zajištěno odvodnění vody jak z úrovně vodotěsné izolace, tak z úrovně povrchu tepelné izolace z XPS, se však nesmí osadit na nástavec střešního vtoku těsnící kroužek používaný u klasické jednoplášťové střechy. U těchto klasických dvoustupňových vtoků je však otázkou dlouhodobá spolehlivost odvodnění vody z úrovně vodotěsné izolace poměrně malou mezerou vytvořenou mezi vtokem a nástavcem. S ohledem na rozplavání tepelné izolace z volně položené a stabilizační vrstvou zatížené tepelné izolace z XPS při ucpaných odvodňovacích prvcích (střešních vtocích) nebo při přivalových deštích se doporučuje provedení bezpečnostních předpadů.

Výpočtová metoda“. Dle této normy se vypočte korekce součinitele prostupu tepla zohledňující zvýšení tepelných ztrát způsobených dešťovou vodou proudící spárami v tepelné izolaci až k hydroizolaci:

$$\Delta U_r = p \cdot f \cdot x \cdot \{R_i/R_T\}^2$$

Kde:

$p$  = průměrná intenzita srážek během otopné sezóny v mm/den.

Například v Praze je (orientačně) průměrná intenzita srážek během otopné sezóny cca 1,64 mm/den, maximum v ČR je 4 mm/den. Dle ČSN 73 0540-3:2005 je na str. 27 v čl. 7.13.1 uvedeno, že: „Návrhová průměrná hodnota intenzity srážek za otopné období pro potřeby stanovení korekce proudění vody, mezi tepelnou izolací a hydroizolací obrácené

ho polystyrenu kladly na smyčkovou rohož položenou na povlakovou vodotěsnou izolaci. Tím by měla být vytvořena spolehlivá drenážní vrstva zajišťující údajně lepší odvedení dešťové vody. Domnívám se však, že dojde k většímu prochlazení nosné konstrukce pod hydroizolací, a že zde navíc vznikne i prostor pro úspěšné přežívání mikroorganismů. Navíc časem pravděpodobně dojde k zanesení tohoto meziprostoru jemnými částicemi, které se sem dostanou s dešťovou vodou. Jaký je Váš názor na použití prostorové smyčkové rohože pod deskami z XPS?

„Smyčková rohož může být spíše nevýhodou v systému obrácené ploché střechy. Základním principem obrácené skladby je její jednoduchost a snadná instalace. Přidávání dodatečné drenážní vrstvy na spodní hydroizolaci se komplikuje skladba jak z hlediska funkčnosti a ekonomiky, tak i praktičtí. V případě protečení vody skrz spoje desek stéká voda ve sklonu po funkční hydroizolaci do střešního vtoku. Tato smyčková rohož tudíž nemá žádnou rozhodující či podstatnou funkci ve skladbě inverzní ploché střechy. Naopak, rohož může být zdrojem problémů jako je její zanesení a tím zpomalení odtoku vody již v podmínkách samotné instalace na staveništi, ale i následně v budoucnosti. Raději, než na drenážní vrstvu pod deskami, bych rád upozornil na existenci systému s difúzně otevřenou separační vrstvou Roofmate MK nad deskami, který víceméně eliminuje samotný jev protékání vody skrz spoje desek na hydroizolaci. V souvislosti s výše zmiňovanou ČSN EN ISO 6946 a výpočtem proudící vody v podobě přírážky k hodnotě součinitele prostupu tepla U má systém Roofmate MK násobně menší hodnotu koeficientu pro výpočet této přírážky. Tzn. prakticky zde není potřeba brát v úvahu možný efekt podtékající vody mezi XPS a hydroizolací.“

▲ V případě hydroizolace z asfaltových pásů se často doporučuje pokládku desek z XPS na asfaltové pásy s posypem z drčené břidlice nebo z keramického granulátu, jindy je doporučována pokládka na pásy s jemným minerálním posypem. Z druhého pohledu – asfaltové pásy odolné proti prorůstání kořenů rostlin nabízí řada výrobců právě jen s posypem z drčené břidlice. Jaký je váš názor na vhodnou povrchovou úpravu hydroizolace z asfaltových pásů, na které je pokládána tepelná izolace z XPS?

„Nezaregistrovali jsme žádný problém, co se týče pokládky XPS na různé druhy asfaltových hydroizolačních pásů. Různé posypy a finální povrchy hydroizolací nijak zásadně neovlivňují

pokládku a funkčnost extrudovaného polystyrenu. Desky jsou kladeny celoplošně a při zatížení nedochází k jejich poškození. Může se stát, že hrubozrnné posypy způsobí při zatížení povrchovou penetraci do povrchu desky, avšak tato částečná a povrchová penetrace nemá žádný podstatný vliv na vlastnosti a funkčnost XPS desek.“

▲ Nedochází ke zvýšení nasákavosti desek z XPS, pokud se desky z XPS musí opracovat (odříznout, seříznout...), například po okrajích střech u atik nebo v úžlabí?

„Obecně platí, že při seříznutí celoplošného hladkého povrchu desky se nepatrně zvýší hodnoty nasákavosti z důvodu, že se může vlhkost dostat do řezem otevřených buněk na povrchu. Na základě velikosti buněk a k celkovému poměru celé hmoty tento jev nepředstavuje nijak zásadní problém. Pro informaci uvádím hodnotu dlouhodobé nasákavosti při ponoření u XPS s hladkým povrchem (Roofmate SL) versus XPS s celoplošně zdrsňeným/seříznutým povrchem (Styrofoam IB), a to Roofmate SL = 0,5 % objemově, Styrofoam IB = 1,5 % objemově.“

▲ Firma Dow v minulosti v souvislosti s Duo střechami uváděla, že dodatečná tepelná izolace z XPS by měla být tak silná, aby při teplotách které se dají očekávat v zimě, nemohla teplota na hydroizolaci klesnout pod bod mrazu a proto musí být tepelný odpor tepelné izolačních desek Roofmate, umístěných na hydroizolaci, minimálně takový jako tepelný odpor stávající střešní konstrukce. Jaký je dnes na tuto problematiku váš názor?

„Tento postoj je stále platný pro skladbu Duo střechy, kdy se hydroizolační vrstva nachází mezi dvěma vrstvami tepelné izolace. Zde je potřeba zohlednit teplotní stabilitu konstrukce včetně zatížení samotné hydroizolace.“

▲ Proč nemají být používány na vytvoření separační vrstvy na XPS geotextilie o hmotnosti větší než 200 g/m<sup>2</sup>?

„Máme následující zkušenost, u geotextilií nad 200 g/m<sup>2</sup> existuje riziko zvýšené nasákavosti textilie a tím vytvoření dlouhodobě difúzně uzavřené vrstvy nad tepelnou izolací. To může mít negativní vliv na funkčnost skladby obrácené ploché střechy, kde vrstvy nad tepelnou izolací by měly být difúzně otevřené. Již při samotné instalaci (zejména v letních měsících) může větší hmotnost geotextilie (tloušťka) společně s nevhodně zvolenou tmavou barvou způsobit potenciální rozměrovou nestabilitu desek. Námi doporučené geo-

textilie se pohybují v intervalu 100 - 140 g/m<sup>2</sup>. Mají světlou barvu a jsou nenasákové s dobrou difúzní paropropustností.“

▲ V řadě prospektů od vaší firmy bylo v minulosti požadováno u provozního souvrství s betonovou mazaninou (s dlažbou do lepící malty) nebo se železobetonovou roznášecí deskou (u parkovišť) provedení difúzně otevřené vrstvy z drčeného kameniva frakce 4/8 tloušťky min. 30 mm, která měla zajišťovat odvedení (expansi) difundující vodní páry mimo tepelnou izolaci z XPS. V současné době již to požadováno není. Změnil se váš názor na potřebu provedení této vrstvy?

„Terasy s dlažbou na betonové mazanině se postupem času projeví jako poměrně kontroverzní či problematická varianta ve vztahu k propustnosti a hromadění vlhkosti v mazanině a tím následných poruch jak samotné dlažby, mazaniny, tak i potenciální problémy ve spodních vrstvách skladby terasy. Tato varianta v současné době není již doporučována. U parkovišť s monolitickou železobetonovou deskou jsme zjistili na základě odebraných vzorků z dlouho-

▲ U provozního souvrství vytvořeného z dlažby na podložkách uvádějí někteří výrobci XPS pokládku podložek přímo na povrch desek z XPS bez separační geotextilie. Extrudovaný polystyren je však v tom případě vystaven přímému účinku UV záření, které se k jeho povrchu dostává spárami mezi dlaždicemi. Tyto spáry jsou široké až kolem 1 cm a jejich šířku vymezují nálitky na podložkách. Na druhou stranu bývá separační geotextilie pod dlažbou na podložkách zdrojem problémů vyplývajících z nečistot (například listů), které při vyhnívání mohou obtěžovat okolí. Jaký je váš názor na používání separační geotextilie pod dlažbou na podložkách? V případě, že se neprovede tato separační vrstva a podložky se osadí přímo na povrch XPS - nepoškodí UV záření časem povrch XPS?

„Doporučujeme raději použít separační geotextilii z důvodu vytvoření souvislé, ochranné a oddělovací vrstvy nad XPS deskami. V případě vynechání separační vrstvy je potřeba dobře zvážit zvýšená rizika jako je zanášení



době realizovaných projektů, že drenážní vrstvu je možné vynechat za následujících podmínek: min. 120 mm tlustá monolitická železobetonová deska. Deska je řádně provedena od výztuže přes beton až po samotnou realizaci desky a řádně provedené spoje a dilatační spáry s jejich dlouhodobou funkčností. Za těchto podmínek byla skladba bez drenážní šterkové vrstvy plně funkční a desky Styrofoam dosahovaly návrhových hodnot tepelné izolace. V tomto případě se celá konstrukce zjednodušuje o drenážní a separační vrstvu. V případě pochyb o kvalitě provozní železobetonové desky a její dlouhodobé funkčnosti, doporučujeme ponechat drenážní vrstvu, která zabezpečí návrhové tepelné technické hodnoty a dlouhodobou funkčnost konstrukce.“

nečistot do spojů desek či možná povrchová degradace XPS v místech širokých spár dlaždic. Co se týče poškození XPS desek UV zářením, jedná se o povrchovou degradaci (1 - 3 mm), kterou lze dodatečně odstranit či ponechat, a nemá nijak závažný vliv či dopad na celoplošnou funkci tepelné izolace u dlažby na podložkách.“

▲ Je možné použít dlažbu na podložkách přímo na desky z extrudovaného polystyrenu opatřené vrstvičkou z plastbetonu - dodávané pod názvem Roofmate LG?

„Ne. Výrobek Roofmate LG je určen pouze pro nepochozí střechy s omezenou únosností či pro obklad atik. Vrstva plastbetonu o tloušťce 10 mm není navržena na přenos zatížení od vrchních souvrství a provozního zatížení.“

▲ Jak se osvědčily desky Roofmate LG osazované jako ochrana hydroizolace a zateplení atik? Nepoškodí vrstvičku plastbetonu na jejich povrchu časem sníh nebo tekoucí voda? Je možné je použít u atik střeš se střešními zahrada-mi? Nepoškodí je časem substrát nebo kořínky rostlin?

„Plastbetonová vrstva tl. 10 mm má u desek pouze funkci ochrannou a přitěžovací. Může se stát, že desky budou mít povrchové mikrotrhlínky či odchylku v barevnosti plastbetonu, to však nemá žádný vliv na tepelné technické parametry desek. Plastbeton není nijak specificky povrchově upraven a tudíž od něj nemůže být požadována velká estetická hodnota s trvale neměnným povrchem. Obecně upozorňujeme na riziko a nevhodnost použití desek do esteticky náročných aplikací, jako jsou obklady atik teras. Tento výrobek se převážně používá u plochých střeš se štěrkovým násypem a u navazujících atik. V případě atik zelených střeš jsme nezaznamenali žádné problémy s kořínky či substrátem, plastbeton je stálý, doporučujeme však pravidelnou údržbu střeš. Spíše existuje riziko pronikání kořínků či substrátu do spár mezi deskami, toto riziko se však zmenšuje díky spojmům desek na pero a drážku.“

### Závěr

Tepelná izolace z extrudovaného polystyrenu XPS se u nás začala ve větším měřítku používat až po roce 1990. Dřívější využití této tepelné izolace bylo v minulosti s ohledem na její dostupnost, souvisící s nezbytnou devizovou náročností, velmi omezené. Obrácené střeš nebo Duo střešy si postupně získaly jak mezi projektanty, tak zejména u investorů své místo. Technické i realizační výhody obrácených a Duo střeš oproti klasickým plochým střešám jsou zřejmě zejména v případě provozních plochých střeš. Samozřejmě, že zkušenosti s používáním této tepelné izolace a stupeň poznání v uplynulých osmnácti letech zaznamenaly mnoho změn a nových doporučení. Ostatně – nejsou to jen tepelné izolace, u kterých se mění na základě zkušeností z minulosti náš názor na svět...

Ing. Karel Chaloupka

chaloupka@stavinvest.cz

Poděkování za spolupráci na tomto článku patří Ing. Stanislavu Štajerovi z firmy Dow Europe GmbH a Doc. Dr. Ing. Zbyňkovi Svobodovi ze Stavební fakulty ČVUT Praha za konzultace z oblasti stavební fyziky, využití v tomto článku.

### Literatura:

- [1] Prospekt firmy Dow Chemical: Tepelná izolace z extrudované polystyrenové pěny
- [2] Prospekt firmy Dow Chemical: Tepelná izolace obrácených plochých střeš s výrobky Roofmate, Floor-mate - 2005
- [3] Prospekt firmy Basf: Styrodur C – Dachdämmung - August 2006
- [4] Technische Regeln – abc der Bitumenbahnen, vydal vdd Frankfurt, leden 2007
- [5] ČSN EN ISO 6946 Změna A1 z ledna 2004: Stavební prvky a stavební konstrukce - Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla – Výpočtová metoda
- [6] Ing. Ivan Mísar: Užité střešy s obráceným pořadím vrstev 1995
- [7] Dektime 6/2005 a 7/2006
- [8] Konference Izolace 2007: Extrudovaný polystyren (XPS) v užitéch střešních pláštích, zásady správné aplikace a dopady nedodržení těchto zásad, Ing. Stanislav Štajer

# Emma má sílu

Od 1. a 2. března tohoto roku si mohou prvňáčkové ve škole slabikovat nejen ustálená spojení jako „Máma mele maso“ a „Ó my se máme“, ale také, že Emma má nejenom mísu, nýbrž i sílu.



Ve dnech nedávných se nad námi přehnal víchřice Emma a způsobila škody, srovnatelné s loňskými škodami po orkánu Kyrill. Na různých místech se rychlost víchřice v nárazech pohybovala mezi 25 až 40 m/s, tedy 90 až 144 km za hodinu. Měřeno podle Beaufortovy škály, vešla se Emma do 10. až 12. stupně:

10. stupeň - plný víchř (89 – 102 km/h), vyvrací stromy, působí škody na obydlích

11. stupeň - víchřice (103 – 116 km/h), působí rozsáhlá pustošení

12. stupeň - orkán (více než 117 km/h), ničivé účinky (odnáší střešy, hýbe těžkými břemeny)

Střeš odnesla Emma po celé republice mnoho, na její sílu doplatily lehké plechové i dvouplášťové střešy, včetně dřevěných konstrukcí a záklopů, ploché střešy. Neradostná bilance... Ale co tak vzít tuto živelnou pohromu pozitivně, jako neocenitelný a nenasimulovatelný jev, který nám dokonale zmapuje a prověří stav současných střeš a navazujících konstrukcí. Ano, tento pohled by měl vést k přehodnocení projektů, používaných materiálů, pracovních postupů. Byla by ško-



da nevyužít této příležitosti a vše zamést pod koberec obvyklým způsobem, tedy rychle nahlásit pojišťovně, ještě rychleji opravit (často za opakování chyb, které vedly k původní havárii) a pak stejně rychle zinkasovat od pojišťovny peníze a provádět střechy vesele dál. Je totiž poněkud krátkozraké domnívat se, že pojišťovny budou věčně krýt neodborné postupy a lajdáckou práci svými zdánlivě neomezenými finančními prostředky. Časem se může stát, že po další vichřici se pojišťovna nespokojí s faktem, že vítr letěl krajinou rychlostí 75 km/h a více, ale bude se ptát, jak byla konstrukce vymyšlena, čím a jak upevněna, kdo a jak práci provedl. Takový postup pak vyústí v jednoznačné určení viníka a začne platit, že lajdácký projekt, použití nesmyslných řešení a nevhodných materiálů rovná se sáhnout hodně, ale hodně hluboko do kapsy a škody hradit ze svého.

Na připojených fotografiích je jen několik konkrétních případů z hlavního města, kde si Emma se střechami také pohrála. Rozsáhle byly například poškozeny dvouplášťové střechy nástavby na panelových domech sídliště Letňany

(nomen omen). Jejich konstrukce neodolala a ulétly i se záklopem a částmi krovů. Nabízí se otázka: Jak a čím vším bylo vše pospojováno a upevněno?

Další fotografie ukazují ulétlou střechu, která původně tvořila korunu stavby na exkluzivních řadových domech. Koho asi napadlo upevnit prachobyčejnou lepenku typu A krátkými papírky do prkenného záklopu a na vše pak pokusně natavit modifikovaný asfaltový pás?

Další z fotografií ukazuje také evergreen – ve větru vlající povlakovou izolaci ploché střechy poté, co selhaly chybně navržené kotvení prvky.

Zobrazené případy jsou příkladem toho, že někde se stala chyba. Poučme se z chyb, navrhujme a provádějme střechy tak, že odolají následným vichřicím a orkánům. Nešetřeme na nepravých místech. Nebo budeme muset naopak začít šetřit velmi, ale velmi mnoho, abychom mohli zaplatit chyby, které odhalí některá z dalších vichřic. A že přijde, tím si můžeme být naprosto jisti.

Josef Krupka

