

POLYSTYREN A PLOCHÉ STŘECHY

Polystyren je v současné době jedním z nejpoužívanějších tepelně izolačních výrobků v plochých střechách, na fasádách a v podlahách. Dominantně se využívají zejména jeho výborné tepelné technické vlastnosti a pevnost v tlaku. I když je dnes již odborná (a dokonce už i laická) veřejnost většinou dobře seznámena s jeho druhy, vlastnostmi a použitím, stále je možné se setkat s chybami nejen při výběru vhodného druhu polystyrenu, ale i při jeho zabudování do stavebních konstrukcí. Při nevhodném použití polystyrenu však může dojít i k závažným poruchám, které mohou způsobit i nemalé materiální škody. Předmětem tohoto článku je proto upozornit na jednotlivé druhy a typy polystyrenu a na zásady jejich použití.

Dnes se používají dva druhy polystyrenů, a to:

- pěnový polystyren (označovaný EPS)
- extrudovaný polystyren (označovaný XPS)

Oba druhy polystyrenu jsou vyráběny v podstatě ze stejné vstupní suroviny, ale jinou technologií výroby. Proto se liší nejen struktura jejich hmoty, ale i některé vlastnosti a proto i možnosti jejich použití a zabudování do stavby. Již dávno není pěnový polystyren jen bílý a extrudovaný ten barevný. Některé speciální výrobky z pěnového polystyrenu jsou také barevné – jako například růžový PERIMETR používaný

především na tepelné izolace spodní stavby a nově šedý GreyWall nebo NeoFloor na tepelnou izolaci stěn a podlah. S nadsázkou lze říci, že pěnový polystyren je „kuličkový polystyren“, zatímco extrudovaný polystyren má homogenní strukturu pěnové hmoty.

Oba výrobky EPS i XPS nejsou odolné vůči UV záření a některým chemickým látkám. Tak například oba výrobky nezvratně poškozují ropné výrobky, ředidla a organická rozpouštědla. V plochých střechách se oba druhy polystyrenu používají jako tepelná izolace, ale zejména s ohledem na jejich mechanické vlastnosti a nasákavost mají odlišné použití. Pěnový polystyren se používá v oblasti plochých střech jako tepelná izolace jednoplášťových plochých střech, zatímco extrudovaný polystyren jako tepelná izolace tzv. obrácených střech (jednoplášťových střech s opačným pořadím vrstev).

PĚNOVÝ (expandovaný) POLYSTYREN (EPS)

Základní surovinou pro jeho výrobu je polymerizovaný styren s pentanem tvořícím nadouvadlo a s aditivy, které ovlivňují vlastnosti konečného produktu. Tato výchozí surovina se dodává výrobcům EPS ve formě tvrdého granulátu – tzv. perli. Pěnový polystyren se vyrábí vypěňováním (expanzí) tohoto granulátu sytou párou

v kovových formách ve tvaru kvádru. Takto vyrobené bloky pěnového polystyrenu se následně rozřezávají na desky nebo spádové klíny. Čerstvě vyrobený pěnový polystyren však vykazuje v důsledku způsobu jeho výroby velké objemové změny, které se projevují smršťováním polystyrenové hmoty – tedy zmenšováním zejména jeho plošných rozměrů. Tyto dodatečné objemové změny EPS by se však nepříznivě projevil na stavbě po jeho zabudování do střech nebo na fasádách, proto se na výrobu těchto výrobků řezaných z bloků EPS musí použít tzv. stabilizovaný polystyren, u kterého jsou již uvedené objemové změny minimální. Pro tzv. stabilizované výrobky z EPS je proto na základě zkoušek stanovena doba odležení (stabilizace), po jejímž uplynutí je toto dotvarování již zanedbatelné. U nových výrobních zařízení a při použití nízkopentanových surovin se doba stabilizace zkracuje. Stabilizovaný pěnový polystyren používaný v plochých střechách se označuje názvem „Stabil“.

Vlastní pěnový polystyren se vyrábí v několika tzv. typech podle pevnosti v tlaku (v kPa) při 10% stlačení. Výrobky z pěnového polystyrenu se zpravidla označují značkou EPS (= expandovaný polystyren) a číslem udávajícím hodnotu pevnosti v tlaku při 10% stlačení v kPa. Dnes se tedy vyrábí pěnový polystyren pod označením EPS 50 až EPS 200 s tím, že jednotlivé typy

EPS mají v závislosti na uvedené pevnosti v tlaku a na tom, zda se jedná o základní nestabilizovaný nebo stabilizovaný polystyren předepsány výrobcem možnosti jeho použití. Kromě toho někteří výrobci ještě nabízí speciálně upravené pěnové polystyreny například do podlah s výraznějším útlumem kročejového hluku, nebo na obklad spodní stavby a soklů budov (například výrobky PERIMETR a soklové desky). Pěnový polystyren na zateplování fasád musí mít oproti ostatním výrobkům přesnější rozměry. Pěnový polystyren je dnes samozhášivý a má stupeň hořlavosti C1 a třídu reakce na oheň E.

Tepebné technické vlastnosti pěnového polystyrenu jsou velmi dobré a lze konstatovat, že současně vyráběné typy pěnového polystyrenu mají výrazně lepší hodnoty součinitele tepelné vodivosti (λ), než tomu bylo v minulosti. Hodnota součinitele tepelné vodivosti EPS je však závislá na typu EPS – například pro EPS 100 S Stabil se dnes uvádí hodnota $\lambda = 0,038 \text{ W/m}^2\text{K}$, což je hodnota totožná s hodnotou udávanou pro extrudovaný polystyren, pro EPS 200 S Stabil je hodnota součinitele tepelné vodivosti ještě nižší. Nové výrobky z pěnového polystyrenu řady NeoFloor a Grey-Wall vyráběné firmou RIGIPS s.r.o. s využitím grafitového prášku mají dokonce deklarovanou hodnotu součinitele tepelné vodivosti $\lambda = 0,031$ až $0,033 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Obecně lze říci, že do podlah se používá nejčastěji EPS 100 Z (nebo speciální výrobky s větší pevností v tlaku a s větším útlumem kročejového hluku), do plochých střech EPS 100 S Stabil, na terasy a střešní zahrady EPS 150 S Stabil či dokonce EPS 200 S Stabil a na kontaktní zateplovací fasádní systémy nejčastěji EPS 70 F Fasádní či méně často EPS 100 F Fasádní. Pěnový polystyren na ploché střechy (například EPS 100 S Stabil) je stabilizovaný stejně jako polystyren na fasádu (například EPS 100 F Fasádní). V této souvislosti je však nutno upozornit, že pěnový polystyren určený na zateplování fasád lze použít i jako tepelnou izolaci plochých střech, ale pěnový polystyren určený jako tepelná izolace plochých střech nelze použít na fasády. Je tomu tak proto, že:

- fasádní polystyren smí mít plošné rozměry max. 500 x 1000 mm, zatímco polystyren na ploché střechy může mít plošné rozměry až 1000 x 1000 mm (nebo 1000 x 1250 mm) a to z důvodů jeho tepelné roztažnosti
- fasádní polystyren má povoleny výrazně menší rozměrové odchylky (tolerance) desek, než pěnový polystyren na ploché střechy
- fasádní polystyren má povoleny výrazně menší odchylky (tolerance) pravouhlosti a rovinnosti desek, než pěnový polystyren na ploché střechy.

Z toho vyplývá, že na fasádní pěnový polystyren jsou obecně kladeny větší požadavky na rozměrovou přesnost, než na pěnový polystyren na ploché střechy. Fasádní pěnový polystyren je proto také dražší.

Je potřeba upozornit na další fyzikální vlastnost EPS a tou je tepelná roztažnost EPS. Koeficient tepelné roztažnosti EPS má hodnotu $5 \cdot 10^{-5}$ až $7 \cdot 10^{-5} \text{ m/K}$. Znamená to, že například při rozdílu teplot $70 \text{ }^\circ\text{C}$ dochází k prodloužení (nebo zkrácení) desky dlouhé 1 m až o 5 mm. Samozřejmě, že záleží také na teplotě, při které byly desky z EPS na střeše položeny. Proto by neměly být používány na provedení tepelné izolace plochých střech desky dlouhé například 2 m, jejichž tepelná roztažnost je oproti metrovým deskám dvojnásobná. I z těchto důvodů by proto měly být vždy desky z EPS v plochých střechách uchyceny k podkladu lepením nebo přikotvením. U volně položených desek nelze zabránit plnému uplatnění uvedených rozměrových změn EPS – v zimě dochází ke vzniku tepelných mostů a může dojít i k poškození povlakové vodotěsné izolace – zejména v případě použití asfaltových pásů s málo pevnými nosnými vložkami.

Na plochých střechách se také setkáváme s namáháním tepelné izolace v tlaku – a to nejen od technologického zařízení umístěného na střeše, ale dnes stále častěji i od provozních souvrství, jako jsou terasy a střešní zahrady. V této souvislosti je třeba upozornit na to, že je nutné toto zatížení kontrolovat a dle jeho působení navrhovat i pevnější typy EPS – například pro terasy EPS 150 S Stabil nebo EPS 200 S Stabil. V poslední době se například používají na vytvoření hydroakumulační a drenážní vrstvy ve vegetačním souvrství střešních zahrad tzv. nopové fólie. Dosedací plocha jejich nopů je však kolem 10 % plochy fólie, tzn. že bodové zatížení v úrovni dosedací plochy nopů může výrazně převýšit možné přetížení běžně používaného pěnového polystyrenu a je proto zpravidla nutné navrhnout pevnější typ EPS nebo použít dokonce roznášecí vrstvu z extrudovaného polystyrenu – vytvořit tzv. DUO střechu. Jinak může dojít k zatlačení nopů nejen do povlakové izolace (a následně k jejímu poškození), ale i do tepelné izolace z pěnového polystyrenu.

Pro ploché střechy dnes řada našich i zahraničních výrobců nabízí tzv. kompletizované výrobky z EPS s nakaširovanými hydroizolačními asfaltovými pásy, které tvoří po pokládce první hydroizolační vrstvu. Z pěnového polystyrenu se dnes vyrábí i spádové klíny, které umožňují vyspádování střešní plochy k odvodňovacím prvkům.

Zásady pokládky EPS v plochých střechách:

- desky EPS se pokládají vždy „na vazbu“, ne na stříh. Tato pokládká se dnes doporučuje i u spádovaného EPS
- desky se pokládají zásadně „na sraz“, maximální mezery mezi deskami z EPS mohou být do 5 mm,
- s ohledem na tepelnou roztažnost EPS by se nikdy neměly používat velko rozměrové desky 1 x 2 m nebo dokonce 1 x 2,5 m, ale desky max. 1 x 1,25 m, u kompletizovaných výrobků dvou-desky nebo trojdesky (složené z několika desek menších rozměrů),
- u jednovrstvých tepelných izolací se doporučuje používat desky s polodrážkou, které snižují vliv tepelných mostů. U dvouvrstvé pokládky by měly být proto desky ve vrchní vrstvě posunuty vůči spodní řadě desek o polovinu šířky,
- u klasických jednoplášťových střech by měly být výrobky z EPS vždy přilepeny nebo kotveny k podkladu – nejen z hlediska namáhání sáním větru, ale i proto, aby se minimalizoval vliv tepelné roztažnosti EPS.

EXTRUDOVANÝ POLYSTYREN (XPS)

Tento polystyren se vyrábí v podstatě ze stejné základní suroviny jako klasický pěnový polystyren, ale jinou technologií. Granule jsou dávkovány do násypky a roztaženy a těsně před výstupem z vytlačovací hubice extrudéru je do taveniny vháněn nadouvací plyn CO_2 . Následně je materiál vytlačován na pás výrobní linky, kde je po vychladnutí a ztvrdnutí formátován včetně konečné úpravy hran desek. Touto technologií výroby se získá výrobek s homogenní strukturou s uzavřenými buňkami – s velmi dobrými tepelně izolačními vlastnostmi, s velkou pevností v tlaku a s velmi malou nasákavostí. Desky z XPS mají velmi velkou hranovou pevnost a oproti EPS velmi ostré hrany. Z těchto důvodů se používají výrobky z XPS v oblasti plochých střech zpravidla jen jako tepelná tzv. obrácených střech, tedy střech s opačným pořadím vrstev. Jednotliví výrobci dodávají XPS v různých barvách, například modré, růžové, žluté, zelené...

Výrobky z XPS mají velmi dobré hodnoty součinitele tepelné vodivosti (stejně jako má dnes vyráběný EPS), ale oproti EPS výrazně větší pevnost v tlaku a výrazně menší nasákavost. Jeho teplotní roztažnost je stejná jako u běžného EPS, ale trvalé tepelné namáhání je nižší (+ 75°C). Tyto technické parametry XPS proto předurčují jeho použití. Extrudovaný polystyren má stupeň hořlavosti C1 a třídu reakce na oheň E.

V této souvislosti je třeba uvést, že desky z XPS by se neměly používat jako

klasická tepelná izolace plochých střech pod povlakovou izolací, protože může dojít z titulu velké hranové pevnosti XPS při jejich teplotní roztažnosti ke tvarovým změnám, které mohou způsobit poškození povlakové izolace. Jen pro informaci – například německé předpisy (ABC der Bitumenbahnen) uvádějí v souvislosti s možností zabudování XPS do klasické jednoplášťové ploché střechy, že mezi prvním hydroizolačním pásem a XPS musí být položena účinná dělicí vrstva, například ze skelné rohože a první hydroizolační asfaltový pás smí být pouze mechanicky přikotven nebo volně položen. U volné pokládky by muselo být souvrství střešního pláště samozřejmě zajištěno proti účinkům sání větru přitížením kačirkem nebo provozním souvrstvím.

Zásady pokládky XPS v plochých střechách:

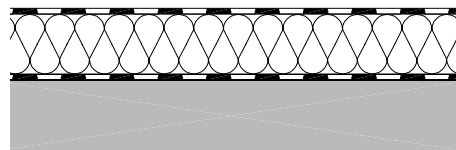
- používat XPS jen jako tepelnou izolaci obrácených střech, u rekonstrukcí plochých střech jako dodatečnou tepelnou izolaci vytvořením tzv. DUO střechy,
- sklon povlakové izolace (sklon střechy) min. 2 %. Desky z XPS nesmí být dlouhodobě ponořeny ve vodě,
- desky z XPS se kladou u obrácených střech „na vazbu“ volně na podklad,
- vždy používat desky z XPS jen v jedné vrstvě (na rozdíl od minulosti),
- vždy používat desky s polodrážkou,
- na desky z XPS se pokládá ochranná textilie která tvoří separační vrstvu a zabraňuje zanášení spár mezi deskami nečistotami,
- stabilitu střešního pláště obrácené střechy nebo DUO střechy zajišťuje ná-

syp z kačírku frakce 16/32 v tl. min 50 mm (výšku a tedy hmotnost kačírku je nutno v konkrétních případech ověřit statickým výpočtem), nebo provozní vrstva – například dlažba na podložkách nebo dlažba položená do kačírku frakce 4/8 mm tl. minimálně 40 mm,

- obrácená střecha nemá být realizována na lehké nosné konstrukci s minimální akumulací schopností a s malou hodnotou tepelného odporu. Podchlazená voda – zejména v přechodných obdobích roku – by způsobila výrazné snížení vnitřní povrchové teploty lehké nosné konstrukce pod hodnotu rosného bodu, docházelo by ke kondenzaci vlhkosti a tím vzniku hygienických závad (plísní). Je proto vhodné, aby minimální plošná hmotnost střešního pláště pod hydroizolací byla alespoň 240 kg/m² a aby jeho tepelný odpor měl hodnotu alespoň 0,75 m²K/W,
- z výše uvedeného důvodu je nutné uvažovat při tepelně technickém výpočtu obrácené střechy s korekcí hodnoty součinitele prostupu tepla U dle ČSN EN ISO 6946/A1. Započtení vlivu proudící podchlazené dešťové vody pod tepelnou izolací z XPS proto může vyvolat nutnost výrazného zvýšení tloušťky této tepelné izolace,
- je nutné věnovat zvýšenou pozornost možnému tepelnému namáhání XPS při realizaci střech v létě. Například při pokládce tmavých nopových fólií (tvořících drenážní a hydroakumulační vrstvu vegetačního souvrství střešních zahrad) může snadno dojít k překročení teploty +75 °C a k trvalému poškození

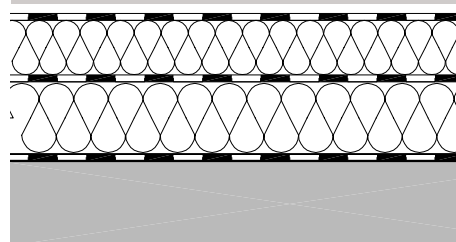
Klasická jednoplášťová plochá střecha:

- hydroizolace
- tepelná izolace z EPS
- parotěsná zábrana
- nosná konstrukce, včetně spádové vrstvy



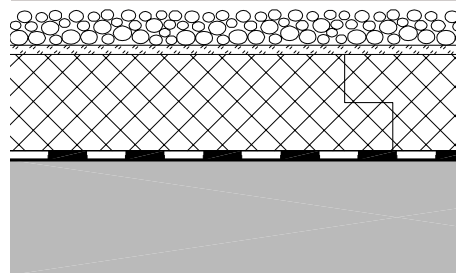
PLUS střecha s dodatečnou tepelnou izolací z EPS:

- nová hydroizolace
- dodatečná tepelná izolace z EPS
- původní vyspravená hydroizolace
- původní tepelná izolace
- (původní parotěsná zábrana)
- nosná konstrukce, vč. spádové vrstvy



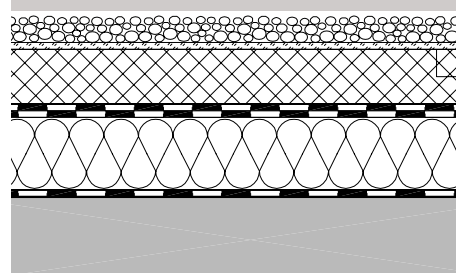
Střecha obrácená (s opačným pořadím vrstev):

- kačírek frakce 16/32 tl. min. 50 mm
- ochranná textilie
- tepelná izolace XPS
- hydroizolace
- nosná konstrukce, vč. spádové vrstvy



DUO střecha s dodatečnou tepelnou izolací z XPS:

- kačírek frakce 16/32 tl. min. 50 mm
- ochranná textilie
- dodatečná tepelná izolace XPS
- nová hydroizolace
- původní vyspravená hydroizolace
- původní tepelná izolace
- (původní parotěsná zábrana)
- nosná konstrukce, vč. spádové vrstvy



POROVNÁNÍ VÝZNAMNÝCH VLASTNOSTÍ VÝROBKŮ Z EPS A XPS používaných v plochých střechách

Druh	Název výrobku	Součinitel tepelné vodivosti λ W/mK	Faktor difúzního odporu μ -	Objemová hmotnost kg/m ³	Pevnost v tlaku při 10% stlačení kPa	Přípustné maximální zatížení v tlaku	Koeficient tepelné roztažnosti m/K	Trvalé tepelné namáhání °C	Nasákavost objemově %
EPS	EPS 100 S Stabil	0,038	30	18	100 kPa	20 kPa (=2 t/m ²)	7.10 ⁻⁵	+ 80	max 5
XPS	ROOFMATE SL	0,038	100	33	300 kPa	130 kPa (=13 t/m ²)	7.10 ⁻⁵	+ 75	< 0,5

Poznámky:

1. Součinitel tepelné vodivosti λ má u XPS různou hodnotu (od 0,032 do 0,038 W/mK) v závislosti na tloušťce XPS. Zde je uvedena hodnota pro tloušťku XPS = 160 mm.
2. XPS je výrazně pevnější než EPS. Maximální zatížení EPS v tlaku však doporučuji jako 1/10 hodnoty pevnosti v tlaku při 10% stlačení EPS, tzn., že například pro EPS 100 S Stabil je to 10 kPa, což je 1 t/m². Takto stanovené maximální přitížení EPS zaručuje jeho stlačení vždy pod 2%.
3. Koeficient tepelné roztažnosti obou druhů výrobků má stejnou hodnotu.
4. XPS má nižší hodnotu trvalého tepelného namáhání než EPS. Jeho nižší hodnota tepelného namáhání je však ve svých důsledcích významnější.
5. Povšimněte se výrazně menší hodnoty nasákavosti XPS oproti EPS.

desek z XPS vysokou teplotou. Proto musí být neprodleně položeny další vrstvy vegetačního souvrství (filtrační geotextilie + substrát), aby nemohlo dojít ke zvýšení teploty XPS pod tmavou nopovou fólií,

- s výhodou se využívá velmi vysoké pevnosti v tlaku této tepelné izolace, zejména u teras s dlažbou na podložkách, u provozního souvrství parkovišť a u střešních zahrad s drenážní a akumulací vrstvou z nopové fólie,

U obrácených střech s běžnými skladbami vegetačního souvrství střešních zahrad kořeny rostlin časem prorostou spárami mezi deskami XPS až do prostoru

mezi hydroizolací a tepelnou izolací z XPS. U dvouvrstvého systému tepelné izolace z XPS byly kořeny rostlin nalezeny i mezi těmito dvěma vrstvami z desek XPS.

Ačkoliv jsou tedy výrobky z EPS a XPS vyráběny v podstatě ze stejné vstupní suroviny, způsob jejich výroby ovlivňuje nejen jejich výsledné provedení, ale významně i některé jejich technické vlastnosti, chování a následně i použití.

ZÁVĚR

Oba druhy polystyrenu se výborně uplatňují jak u nových plochých střech, tak u jejich rekonstrukcí. Výrobky z pěnového

polystyrenu (EPS) se používají zásadně jako tepelná izolace klasických jednopláškových plochých střech a u rekonstrukcí těchto střech jako jejich dodatečná tepelná izolace – vytvoří se tzv. PLUS střecha. Výrobky z extrudovaného polystyrenu (XPS) se používají jako tepelná izolace obrácených střech (střech s opačným pořadím vrstev) a u rekonstrukcí klasických jednopláškových střech jako jejich dodatečná tepelná izolace – vytvoří se tzv. DUO střecha:

Ing. Karel Chaloupka

