

KOMPAKTNÍ SKLADBA FOAMGLAS®

DLOUHODOBĚ SPOLEHLIVÉ
A BEZPEČNÉ ŘEŠENÍ PRO
PROVOZNÍ A VEGETAČNÍ STŘECHY



FOAMGLAS®



Obsah

Úvod: Chytré řešení pro moderní města	3
1 – Důležitá fakta o provozních a vegetačních střeších	4
2 – Minimalizace rizik pomocí kompaktní skladby FOAMGLAS®	5
a – Vysoké zatížení	5
b – Změny v kondenzačním režimu	5
c – Snížení izolačních vlastností v čase	6
d – Prorůstání kořenů	6
e – Poškození hydroizolace při provádění dalších vrstev	6
f – Nepřístupnost hydroizolace pro identifikaci poruch a opravy	7
g – Budoucí změny užívání	7
3 – Co všechno můžete vytvořit na kompaktní střeše FOAMGLAS®	8
4 – Pěnové sklo FOAMGLAS® pomáhá chránit to, na čem záleží	12
5 – Navrhování a provádění kompaktní střešní skladby FOAMGLAS®	13
6 – Vlastnosti kompaktní střešní skladby FOAMGLAS®	14
Parotěsnost a nenasákavost	14
Vodotěsnost a hydroizolační spolehlivost	17
Vysoká pevnost a nestlačitelnost	18
Požární bezpečnost v první řadě	19
Tepelná izolace prověřená časem	20
Excelentní ekologický profil	21
7 – Podpora technického týmu FOAMGLAS®	22
8 – Jste připraveni začít?	23



Úvod: Chytré řešení pro moderní města

Města po celém světě jsou již nyní velmi rušná a počet jejich obyvatel se neustále zvyšuje. Města proto potřebují růst, ale **prostoru pro novou výstavbu není vždy dostatek**. Proto vzrůstá tlak na efektivní využívání prostoru a na využívání střech pro život.

Možnosti jsou neomezené. Od vegetačních (zelených) střech, přes střešní jezera (modré střechy) až po střechy s libovolným provozem. Nejsou to pouze terasy nebo střešní parkoviště, ale různé typy sportovních povrchů a dalších technologií, které se dají umístit na střechy tak, aby zbytečně nezabíraly další zastavěnou plochu.

Využití střech nabízí mnoho výhod. Provozní a vegetační střechy nejen **zvětšují náš životní prostor**, ale **zvyšují i užitnou hodnotu a atraktivitu budovy**. To platí nejen pro novostavby, ale i pro rekonstrukce. Právě výhledy z aktivně užívaných střech bývají tím největším luxusem.

Provozní, a především vegetační střechy mají také ekologické výhody. Zlepšují mikroklima ve městě a pomáhají efektivně hospodařit s vodou. V létě zvyšují pohodu vnitřního prostředí a snižují spotřebu klimatizace. **Přidáním kousku přírody do rušné metropole** také přirozené ochlazení ve městech.

Tato brožura na dalších stranách shrnuje mnohá rizika spojená s konstrukcemi provozních a vegetačních střech a vysvětluje, jak je možné tato rizika minimalizovat pomocí tepelné izolace FOAMGLAS®.

*Střechy
starých budov
i novostaveb
jsou ideálním
prostorem pro
nový život.*

1 – Důležitá fakta o provozních a vegetačních střeších

Provozní a vegetační střechy mají řadu výhod. Zlepšují mikroklima ve městě a pomáhají efektivně hospodařit s vodou. V létě zvyšují pohodu vnitřního prostředí a snižují spotřebu klimatizace. Mají také lépe chráněnou hydroizolaci před působením povětrností a UV záření.

Přidáním provozních nebo vegetačních vrstev na základní skladbu ploché střechy však dochází k výrazným změnám, které zvyšují riziko poškození střechy:

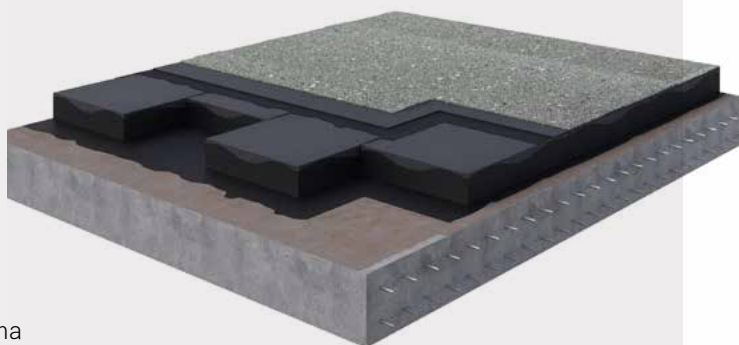
- > Vyšší zatížení souvrství střechy hmotností provozních/vegetačních vrstev, jejich prováděním a následným provozem
- > Změna kondenzačního režimu ve střešní skladbě
- > Snižování tepelné ochrany střechy v čase (vlivem akumulace vlhkosti)
- > Prorůstání kořenů (u vegetačních střech)
- > Vyšší pravděpodobnost poškození hydroizolace při provádění dalších vrstev
- > Nepřístupnost hydroizolace pro identifikaci poruch a opravy
- > Problémy způsobené budoucí změnou užívání nebo provozu

Vhodná střešní skladba s kvalitními stavebními materiály a dokonalá montáž jsou klíčem ke zmírnění těchto rizik. Jak můžete jako projektant všechna tato rizika minimalizovat? Jak můžete zajistit bezpečné a dlouhodobé fungování Vaší provozní nebo vegetační střechy?

S kompaktní střešou FOAMGLAS® a naší technickou podporou projektů od A do Z můžete zůstat zcela v klidu.

Kompaktní střešní skladba FOAMGLAS® je jednoduchý, robustní a univerzální izolační systém, který plně využívá výjimečné vlastnosti tepelné izolace FOAMGLAS®. Kompaktní skladba má pouze **3 základní vrstvy, všechny celoplošně slepené asfaltem (za horka nebo za studena): nosnou konstrukci, tepelnou izolaci FOAMGLAS® a hydroizolační souvrství.**

Tento technicky ideální střešní systém se snadno provádí a minimalizuje všechna rizika spojená s provozními a vegetačními střešemi.





Tepelná izolace FOAMGLAS® v kompaktní střešní skladbě je schopna přenést extrémně vysoké zatížení. A přenáší ho trvale, bezpečně, bez ovlivnění izolačních vlastností a bez stlačení. Vytváří stabilní podkladní vrstvu pro hydroizolaci a všechny navazující vrstvy střechy, která tak může lépe obstát ve zkoušce časem.

2a – Vysoké zatížení provozních a vegetačních střech

Tepelné izolace ve skladbách provozních a vegetačních střech jsou logicky vystaveny vyššímu zatížení v tlaku. Pro představu níže uvádíme orientační hmotnosti materiálů nebo břemen:

Vrstva 10 cm betonu	250 kg/m ²
Vrstva 50 cm vody	500 kg/m ²
Vrstva 50 cm zeminy	1 000 kg/m ²
Květináč pro solitérní strom (1 m ³)	2 500 kg
Vozidlo SUV	3 500 kg
Vozidlo Hasičů	30 000 kg

Skladba střechy musí být v první řadě schopna spolehlivě a dlouhodobě ochránit budovu před všemi typy klimatického zatížení. Tato spolehlivost a dlouhodobost ale nesmí být ohrožena zvýšeným namáháním v tlaku. I u střech platí pravidlo, že řetěz (systém) je pouze tak pevný, jako je jeho nejslabší článek. A právě tepelně izolační materiály bývají ze statického hlediska touto nejslabší součástí střešní skladby. Mohou být ovlivněny deformacemi způsobenými jejich teplotními změnami, delaminací dynamickými silami větru nebo dotlačením při vysokém zatížení. Desky z pěnového skla FOAMGLAS® oproti tomu zaručují integritu střechy, objemovou a tvarovou stabilitu za všech podmínek a při jakémkoli zatížení po dobu celé životnosti Vaší budovy.

2b – Změny v kondenzačním režimu

Střešní souvrství doplněné o provozní nebo vegetační vrstvy funguje po stránce stavební fyziky výrazně odlišně než bez těchto vrstev. Často se může ve vrstvách nad hydroizolací vytvořit další parotěsná vrstva. Tuto „spontánní parozábranu“ na zcela nežádoucím místě střechy mohou vytvořit například nečistotami zanesená geotextilie, různé fólie ve vegetačních souvrstvích nebo souvislá vrstva vody. Pokud se nad hydroizolací taková parozábrana objeví, zcela změní kondenzační režim střechy, a to především v zimním období. Vodní pára bude ve střeše, a především v tepelné izolaci ještě více kondenzovat a snižovat její tepelný odpor.

Navíc, v letním období provozní a vegetační souvrství velmi dobře chrání střešní souvrství před sluncem. To má sice pozitivní vliv na ochranu hydroizolace před UV zářením a prodlužuje její životnost, ale brání tomu, aby se střešní souvrství v létě ohřálo a během zimy zkondenzovaná vlhkost měla šanci se odpařit. Důsledkem je, že zkondenzovaná vlhkost se ve střeše postupně hromadí.

Díky struktuře uzavřených skleněných buněk je izolace FOAMGLAS® zcela parotěsná, nenasáková a zůstává za všech podmínek zcela suchá. To zaručuje její stálé izolační vlastnosti, a to i v konstrukcích nad vlhkými prostory. Vy ani Vaši klienti se nikdy nebudete muset trápit problémy s kondenzací vlhkosti v kompaktní skladbě FOAMGLAS®.

2c – Snížení izolačních vlastností v čase

Zvýšená kondenzace v zimním období, nedostatečný odpar přes léto a opakování těchto cyklů každý rok může způsobit u provozních a vegetačních střech výrazné navlhnutí jejich tepelné izolace. To neodvratně vede k dramatickému snížení izolačních vlastností a k dalším, například korozním problémům.

Tepelná izolace FOAMGLAS® prokázala na reálných stavbách svoji dlouhou životnost a dlouhodobě stálou tepelnou ochranu. Její izolační vlastnosti zůstávají nezměněny i po desetiletích provozu, jednoduše proto, že nemůže navlhnout. Působivá schopnost, která Vám zajistí naprostý klid.

2d – Prorůstání kořenů

Rostliny vyžadují ke svému růstu vodu. Proto jejich základní životní instinkt nutí kořeny růst tak, aby se dostaly ke zdroji vody, často i skrz skálu. Pokud se ve vrstvách střechy pod hydroizolací vyskytne vlhkost v tepelné izolaci, prorůstání kořenů je časem nevyhnutelné a dojde k poškození.

Tepelná izolace FOAMGLAS® zůstává za všech možných podmínek zcela suchá, a to po celou dobu životnosti budovy. Tím je velmi spolehlivě a dlouhodobě zabráněno prorůstání kořenů pod hydroizolací.



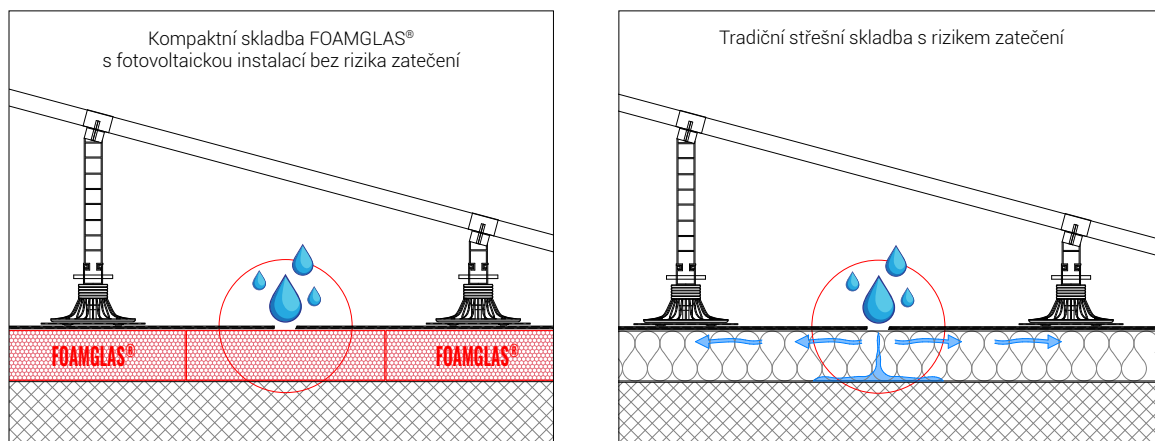
2e – Poškození hydroizolace při provádění dalších vrstev

Jakákoli stavební činnost prováděná na střešním souvrství (včetně realizace následných provozních nebo vegetačních souvrství) zvyšuje riziko poškození střechy. To se týká především hydroizolace, kterou je možné při následných pracích poničit snad všemi myslitelnými způsoby. Velký vliv na odolnost hydroizolace proti poškození má tuhost jejího podkladu – čím stlačitelnější podkladní vrstva (tepelná izolace) je, tím se riziko proražení hydroizolace zvyšuje.

Tepelná izolace FOAMGLAS® je extrémně únosná a reálně nestlačitelná. Tvoří proto tuhý a stabilní podklad pro hydroizolaci a minimalizuje tak riziko jejího poškození. V případě lokálního poškození hydroizolace, kompaktní skladba a vodotěsná tepelná izolace FOAMGLAS® účinně brání šíření vlhkosti ve střechě a umožňují snadnou lokalizaci a rychlou a levnou opravu poruchy.

2f – Nepřístupnost hydroizolace pro identifikaci poruch a opravy

I když je podklad dokonalý, přesto může z různých důvodů k poruše hydroizolace dojít. U střeš prokrytých provozním nebo vegetačním souvrstvím se v tu chvíli objevuje další zásadní problém – jak poruchu hydroizolace nalézt a opravit? Ani při použití sofistikovaných a nákladných detekčních systémů není možné u střeš se skrytou hydroizolací zatečení pod provozními nebo vegetačními vrstvami vždy spolehlivě nalézt. To má za následek složité hledání poruchy hydroizolace, při kterém je obvykle nutné plošně odstranit všechny vrstvy nad ní. Ve většině případů již nelze sejmuté vrstvy vrátit beze zbytku zpět a při jejich odstraňování se opět zvyšuje riziko dalšího poškození hydroizolace. Opravy provozních a vegetačních střeš proto bývají velmi nákladné a frustrující!



Kompaktní skladba z izolace FOAMGLAS® je parotěsné a nenasákavé souvrství v celé své tloušťce. Pěnové sklo FOAMGLAS® spolupůsobí se souvrstvím asphaltových pásů a zvyšuje jejich hydroizolační spolehlivost. Případná porucha hydroizolace zůstává lokální, je možné ji přesně lokalizovat i snadno, rychle a levně opravit.

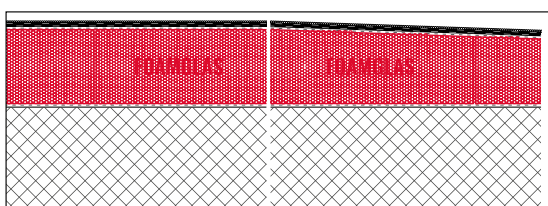
2g – Budoucí změny užívání

Bude Vaše terasa navždy pouze terasou? Kdy se investor rozhodne pro změnu užívání střeš? Jak vyřeším do budoucna osazení vířivky nebo bazény na střeš? To všechno jsou otázky, které bychom si měli položit v době, kdy střeš projektujeme a „poprvé“ realizujeme. Změny ve využívání střeš přináší život a je dobré být na tyto změny připraveni. Změna užívání střeš je srovnatelná s výše uvedenými problémy s opravami – při odstraňování provozních nebo vegetačních vrstev se rapidně zvyšuje riziko poškození hydroizolace. Velkým otazníkem zůstává, zda původní střešní souvrství (a především jeho tepelná izolace) bude vůbec schopno přenést zatížení od zamýšleného nového provozu.

Kompaktní skladba z izolace FOAMGLAS® je parotěsné, nenasákavé a extrémně únosné střešní souvrství. Nenasákavá tepelná izolace spolupůsobí s hydroizolací a zvyšuje její spolehlivost. Na kompaktní střešní skladbě lze kombinovat prakticky libovolná provozní nebo vegetační souvrství a do budoucna využití střeš snadno a libovolně měnit.

3 – Co všechno můžete vytvořit na kompaktní střeše FOAMGLAS®?

Následující reference ukazují, jak univerzální mohou provozní a vegetační kompaktní střechy FOAMGLAS® být. Vzhledem k jejich schopnostem a výhodám jsou možnosti doslova nekonečné a vše začíná od jednoho společného základu – **kompaktní střešní skladby**.



Parky s extenzivní a intenzivní vegetací
Geschafthuser Opus, Zug, Švýcarsko



Střešní jezera (modré střechy)
Komplex Walterbos, Apeldoorn, Nizozemí



Vegetační střechy ve spádu
Technická universita, Delft, Nizozemí

Heliporty

*Dětská nemocnice, Brno,
Česká republika*



Fotovoltaické střechy
Océanopolis, Brest, Francie



Sportovní povrchy a hřiště

Sportoviště Angel Schule, Freiburg, Německo



Pochozí střechy a stezky pro cyklisty

Hotel The Fontenay, Hamburg, Německo



Extenzivní vegetace

Casa Sant'Agnese, Murialto, Švýcarsko



Technologické střechy

Metroaldea, Bilbao, Španělsko



Střechy poježděné nákladními vozidly a tramvaji

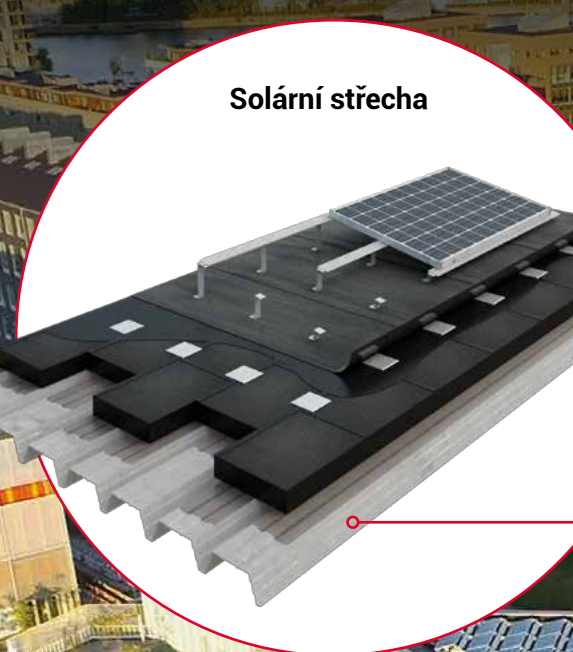
Galerie Šantovka, Olomouc, ČR

Kombinované provozní a vegetační střechy: Škola Sydhavn, Dánsko

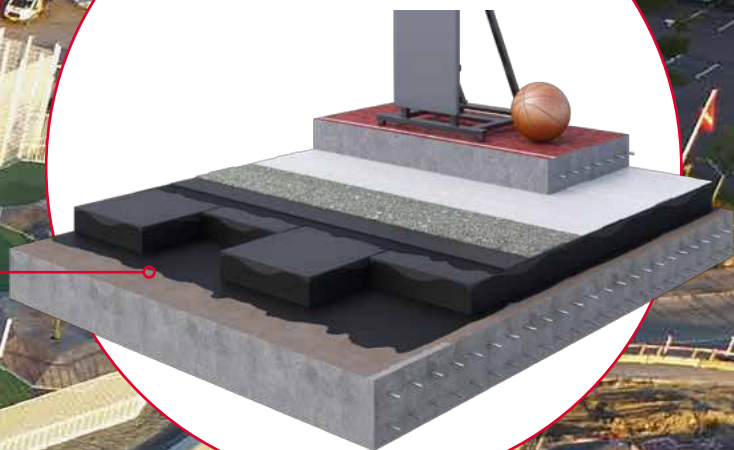
Architekti JJW

Solární střecha

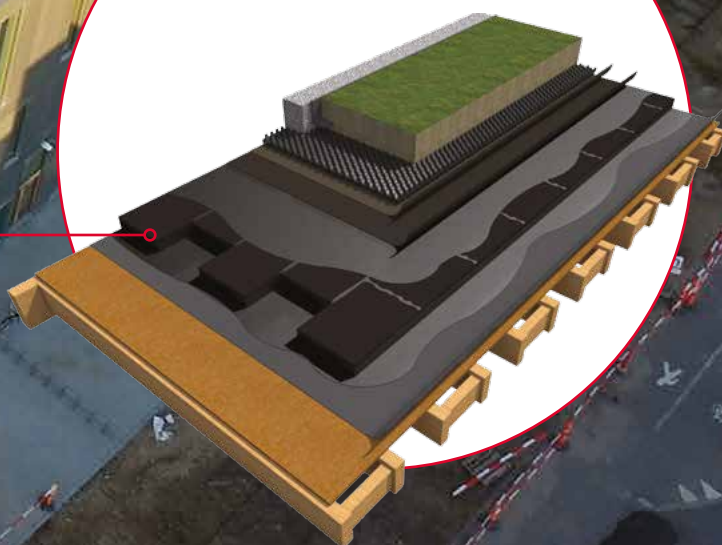
Intenzivní vegetační střecha



Sportovní povrch



Extenzivní vegetační střecha



4 – Pěnové sklo FOAMGLAS® pomáhá chránit to, na čem záleží

Ve společnosti Owens Corning FOAMGLAS® děláme vše pro ochranu toho, co je pro nás všechny nejdůležitější.

To platí pro všechny naše výrobky a řešení. Pěnové sklo FOAMGLAS® je tepelně izolační materiál s kombinací výjimečných vlastností, který chrání konstrukce a budovy před požárem, zatékáním i korozí, přenáší extrémní zatížení a především, poskytuje dlouhodobou a stálou tepelnou ochranu.

Ve všech našich aplikacích používáme pouze materiály nejvyšší kvality.



5 – Navrhování a provádění kompaktní střešní skladby FOAMGLAS®

Podívejte se, jak jednoduché je navrhnout a provést kompaktní skladbu z izolace FOAMGLAS®.

Jak kompaktní střechu správně navrhnout

Princip kompaktní střechy FOAMGLAS® je vždy stejný: nosná konstrukce, na ní tepelná izolace FOAMGLAS® a na ní hydroizolační souvrství, to vše vzájemně celoplošně slepené asfaltem včetně spár mezi deskami tepelné izolace. V závislosti na velikosti, podmínkách projektu a na preferenci realizační firmy je možné volit mezi lepením horkým asfaltem nebo asfaltovými lepidly zastudena. Případně lze obě technologie kombinovat.

Lepení do horkého asfaltu

Tato nejstarší, ale stále běžně používaná technologie pro lepení nekaširovaných desek FOAMGLAS® využívá oxidovaný asfalt (AOSI) rozehřátý na teplotu cca 200°C. Horký asfalt je také doporučený pro lepení první hydroizolační vrstvy asfaltových pásů na horní povrch desek FOAMGLAS®.

Někdy může být použití horkého asfaltu zakázáno z bezpečnostních nebo environmentálních důvodů, jindy může být nevhodné pro malé plochy, stísněné prostory nebo velké spády střechy.

Lepení za studena

Právě pro případy, kdy lepení do horkého asfaltu není možné nebo vhodné, vyvinula společnost Owens Corning FOAMGLAS® řadu variant izolačních systémů kompaktní skladby pro aplikaci zastudena. V našem sortimentu je několik různých lepidel, která je možné použít v závislosti na typu podkladní konstrukce a spádu lepené plochy. Desky pěnového skla FOAMGLAS® se na nosnou konstrukci a mezi sebou lepí odpovídajícím typem lepidla za studena.

V závislosti na situaci je možné volit mezi těmito možnostmi:

1. **první** je použít nekaširované desky FOAMGLAS® lepené asfaltovým lepidlem zastudena a první hydroizolační asfaltový pás na ně následně celoplošně nalepit také asfaltovým lepidlem zastudena.
2. **druhou** a častěji využívanou možností je použít desky FOAMGLAS® READY s tenkou vrstvou asfaltu nakaširovanou na jejich horním líci. Na tento povrch je následně možné první hydroizolační asfaltový pás celoplošně natavit plamenem.

*Recept na kompaktní střešní skladbu FOAMGLAS®:
nosná konstrukce +
tepelná izolace FOAMGLAS® +
hydroizolační souvrství,
to vše celoplošně slepené asfaltem.*



> Horký asfalt



> Asfaltové lepidlo zastudena



> Lepení prvního asfaltového pásu

6 - Vlastnosti kompaktní skladby FOAMGLAS®

Parotěsnost a nenasákavost



Slepením všech spár mezi parotěsnými deskami FOAMGLAS® asfaltem nebo asfaltovými lepidly vzniká homogenní tepelně izolační vrstva, která je současně v celé své tloušťce a ploše zcela parotěsná. V kompaktní skladbě FOAMGLAS® tak nedochází ke kondenzaci vodní páry ani v náročných vlhkostních podmínkách, ani při změně směru difúze.

Odborné technické vysvětlení

Vlhkost, difúze a kondenzace

Ve stavebních konstrukcích se může vyskytnout mnoho druhů vlhkosti – zabudovaná, zatečená nebo z kondenzovaná. V každém okamžiku se příroda, popsaná fyzikálními zákony, snaží vytvářet rovnováhu. Proto dochází k vyrovnávání rozdílných tlaků vodní páry ve vzduchu odlišných parametrů, například mezi interiérem a exteriérem budov. U každé střechy proto dochází k difúzi vodní páry (pronikání vodní páry směrem z teplejšího a vlhčího prostředí do chladnějšího prostředí). Vodní pára je na první pohled zcela neškodný plyn, problémy nastávají v momentě jejího ochlazení a zkapalnění, takzvané kondenzaci. Největší riziko kondenzace vodní páry je při prostupu tepelně izolační vrstvou. **Protože voda velmi dobře přenáší teplo, má výskyt vlhkosti v tepelné izolaci za následek zhoršení jejich izolačních vlastností.**

Toto je stručný popis základních fyzikálních veličin a souvisejících procesů:

Absolutní a relativní vlhkost vzduchu

Vzduch na planetě Zemi obsahuje určité množství vlhkosti ve formě vodní páry. Čím má vzduch vyšší teplotu, tím více vodní páry může obsahovat. Obsah vodní páry lze přesně změřit v g/m^3 a nazývá se „absolutní“ vlhkost vzduchu.

Například:

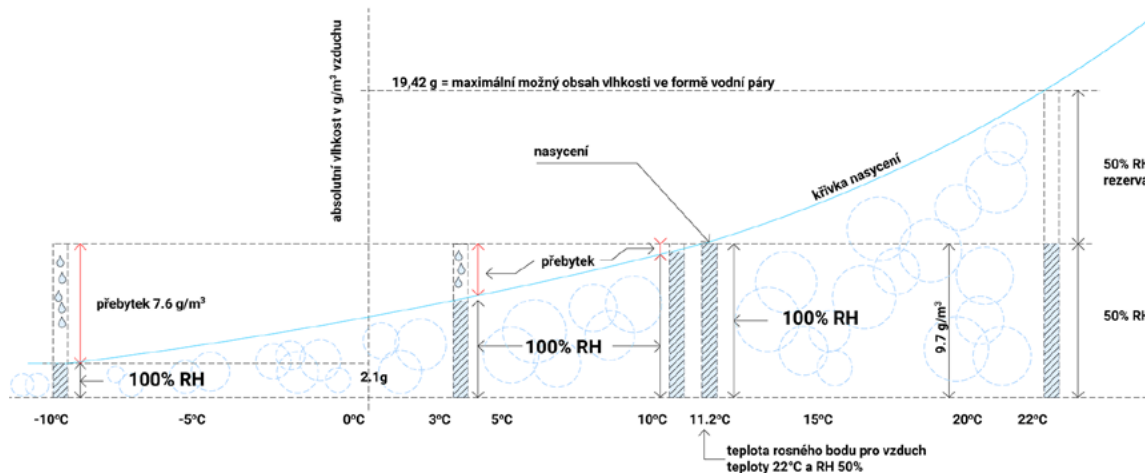
1 m^3 vzduchu o teplotě $+22^\circ\text{C}$ může pojmout maximálně 19,4 g vodní páry (absolutní vlhkost = $19,4 \text{ g}/\text{m}^3$). Tento stav maximálního nasycení při konkrétní teplotě je nazýván 100% relativní vlhkost, neboli 100% RH (Relative Humidity) vzduchu dané teploty. Pokud by byl vzduch zcela bez vodní páry, jeho relativní vlhkost by byla 0%. Hodnoty relativní vlhkosti vzduchu tak mohou nabývat hodnoty mezi 0 a 100%, jakákoli vlhkost přesahující hodnotu RH 100% se ve vzduchu neudrží ve formě vodní páry a z kondenzuje na vodu.

Například:

Vzduch -10°C , 100% RH = $2,1 \text{ g}/\text{m}^3$

Vzduch $+10^\circ\text{C}$, 100% RH = $9,4 \text{ g}/\text{m}^3$

Vzduch $+22^\circ\text{C}$, 100% RH = $19,4 \text{ g}/\text{m}^3$



Teplota rosného bodu a kondenzace

Pokud má vzduch v budově obvyklou teplotu +22 °C, může maximálně obsahovat 19,4 g/m³ vodní páry. Obvyklá vlhkost se však pohybuje okolo 50% RH, což představuje poloviční obsah vodní páry, tj 9,7 g/m³. **V následujícím příkladu tedy budeme pracovat se vzduchem teploty +22 °C a RH 50 %.**

Co se však stane, pokud tento vzduch ochladíme?

Absolutní vlhkost vzduchu se při ochlazování nemění, stále zůstává 9,7 g/m³. Při snížení teploty se však snižuje kapacita vzduchu pro nasycení vodní párou (pro dosažení 100 % RH je již zapotřebí méně vodní páry). Nezměněné absolutní množství vodní páry (9,7 g/m³) bude s klesající teplotou představovat stále vyšší % RH. V momentě ochlazení původního vzduchu na teplotu 11,2 °C dosáhne RH hodnotu 100 % – tzn. že vzduch bude schopen pojmout pouze tolik páry, kolik jí právě obsahuje – tj. 9,7 g/m³. Tato teplota (+11,2 °C) se nazývá teplota rosného bodu pro vzduch původních parametrů.

Zpět k našemu příkladu:

Pokud budeme s ochlazováním vzduchu pokračovat a teplota poklesne na +10 °C, RH bude stále 100 % (více být nemůže), ale z výše uvedené tabulky víme, že maximální absolutní množství vodní páry, který vzduch o teplotě +10 °C může pojmout, je pouze 9,4 g/m³. Při ochlazování vzduchu pod teplotu rosného bodu část vodní páry, která překračuje limit nasycení, zkapalní neboli z kondenzuje. V našem případě zkapalní 0,3 g vodní páry z každého m³. Pokud budeme v ochlazování vzduchu pokračovat až na teplotu -10 °C, z kondenzuje celkem 7,6 g vodní páry z původních 9,7 g v každém 1 m³.

Jednoduchý pokus, který Vám zviditelní kondenzaci: Vyndejte v létě vychlazenou lahev z lednice a během chvíle se orosí. V bezprostředním okolí lahve jste ochladili původně teplý vzduch až pod jeho teplotu rosného bodu a na povrchu lahve tak z kondenzovala část vodní páry.

Parciální tlak a difúze vodní páry

Vzduch na Zemi obsahuje určité množství vodní páry, obvykle pod 1 % celkového objemu, ostatní je kyslík, dusík, CO₂, atd. Úměrně tomu, jakou část z celkového objemu vzduchu vodní pára zabírá, podílí se také na celkovém tlaku vzduchu. Tento podíl je nazýván částečný neboli parciální tlak vodní páry. Připomeňme, že průměrný celkový tlak vzduchu na Zemi je cca 1 000 hPa = 100 000 Pa = cca 10 tun/m². Ve vnějším vzduchu tedy parciální tlak obvykle nepřekročí 1 000 Pa < 100 kg/m² a ve studeném a suchém zimním vzduchu je ještě řádově nižší.

Rozdílné parciální tlaky vodní páry způsobují difúzi vodní páry, dlouhodobý a intenzivní prostup vodní páry přes konstrukce.

V běžném interiérovém vzduchu (+20°C a RH 50%) je parciální tlak vodní páry cca 1 200 Pa = 120 kg/m². Pokud však má vzduch v mokřích provozech teplotu až +50°C, dosahuje parciální tlak vodní páry 12 333 Pa při RH 100%, tj. reálně více než 1 tunu na m².

Příroda se nekompromisně snaží uvést jakoukoli nerovnováhu zpět do rovnováhy, a proto se rozdílné parciální tlaky vodní páry v interiéru a v exteriéru snaží vyrovnat. Tím je vodní pára de facto tlačena z prostředí s vyšším parciálním tlakem do prostředí s parciálním tlakem nižším (obvykle z tepla do chladna). Tato migrace plynné vlhkosti je nazývána difúzí vodní páry a je vyvolána rozdílem parciálních tlaků vodní páry v interiéru a v exteriéru.



Jedná se o soustavný jev, který trvá tak dlouho, dokud se parciální tlaky na obou stranách konstrukce nevyrovnejí (tj. většinou minimálně celou zimu). A je tím intenzivnější, čím jsou parciální tlaky odlišnější. V případě velmi vlhkých provozů se pro představu jedná o proudění vodní páry pod tlakem v řádech stovek kilogramů na m² (v řádech kPa).

Ve standardních střešních pláštích se pod tepelnou izolací (blíže k interiéru) používá těsnící vrstva nazývaná parozábrana, jejímž úkolem je difúzi vodní páry z teplého interiéru zmírnit. Při správném návrhu parozábrany, použití dokonale těsných materiálů a perfektním provedení je možné kondenzaci ve střeše s prodyšnými tepelnými izolacemi teoreticky udržet pod kontrolou.

V případě jakýchkoli (i lokálních) netěsností parozábrany nebo při vyšším rozdílu parciálních tlaků vodní pára přes tuto membránu proniká a při ochlazení kondenzuje, nejčastěji přímo v tepelné izolaci.

Kondenzace vlhkosti způsobuje navlhání tepelných izolací a velmi výrazné zhoršování jejich izolačních schopností. To platí i pro materiály s nízkou nasákavostí kapalně vody, neboť molekuly vodní páry jsou extrémně malé (0,28 nanometru) a účelně je zastaví pouze souvislá vrstva kovu nebo skla. Fenomén kondenzace a navlhání tepelných izolací ve střešních konstrukcích je zpravidla nejsilnější v zimním období, právě tehdy, kdy potřebuje budova tu nejvyšší možnou tepelnou ochranu. A právě tehdy může navlhlá tepelná izolace fungovat obdobně, jako když si oblečete mokré svetr. Vodní pára však ve střeše může kondenzovat nejen v tepelné izolaci, ale i uvnitř či na povrchu konstrukcí. Kondenzát je čistá „destilovaná voda“, která má vysoké reaktivní schopnosti přispívající ke korozi a vyluhování konstrukčních materiálů.

A co provozní a vegetační střechy?

Oproti střechám, které jsou na horním povrchu ukončeny hydroizolací, mají provozní a vegetační střechy výrazně odlišný kondenzační režim. V provozním nebo vegetačním souvrství se může nad hydroizolací vytvořit další, v projektu neuvažovaná parotěsná vrstva, například geotextilie zanesená nečistotami nebo souvislá vrstva vody. Výskyt takové spontánní parozábrany v exteriérové části střechy výrazně zvyšuje tendenci ke kondenzaci ve skladbě oproti stavu, který projekční výpočet uvažoval.



Množství zkondenzované vlhkosti ve střešní skladbě může být extrémně velké

Dalším problémem provozních a vegetačních střech je minimální prohřátí skrytého izolačního souvrství (hydroizolace a tepelné izolace) tak, aby se vlhkost zkondenzovaná v zimním období stihla v létě bezzbytku odpařit. Odborně se to nazývá negativní bilance zkondenzované a odpařené vodní páry (více kondenzátu než odparu). Tato nerovnováha se projeví jako postupné navyšování vlhkosti ve skladbě každou zimní sezonu a vede k dramatickým poklesům izolační účinnosti střechy a dalším nežádoucím procesům (koroze, prorůstání kořenů do tepelné izolace apod.).

Ideálním řešením je v tepelně izolační vrstvě nedopustit žádnou kondenzaci vodní páry – tj. použít parotěsnou tepelnou izolaci. Právě proto nachází zcela parotěsné pěnové sklo FOAMGLAS® široké uplatnění ve skladbách provozních a vegetačních střech, a to i v případech, kdy jsou provedeny nad vlhkými nebo mokkými provozny. Velmi důležité je v těchto případech důsledné dodržení systému kompaktní skladby se spárami mezi deskami celoplošně slepenými asfaltem. Potom je tato střešní skladba dokonale parotěsná v celé své tloušťce i ploše.

Vodotěsnost a hydroizolační spolehlivost



Slepením všech spár mezi vodotěsnými deskami FOAMGLAS® asfaltem nebo asfaltovými lepidly vzniká nenasákavá vrstva, která je kompaktně a vodotěsně spojena s hydroizolací. Ani v případě poruchy hydroizolace nemůže vlhkost v kompaktní skladbě nikam migrovat. Pěnové sklo FOAMGLAS® v kompaktní skladbě spolupůsobí s hydroizolací a reálně přispívá ke zvýšení hydroizolační bezpečnosti a spolehlivosti střechy.

Odborné technické vysvětlení

Slepením všech spár mezi vodotěsnými deskami FOAMGLAS® asfaltem nebo asfaltovými lepidly vzniká souvislá nenasákavá vrstva, která je kompaktně a vodotěsně spojena jak s nosnou konstrukcí, tak s hydroizolací. To výrazně zvyšuje hydroizolační bezpečnost a spolehlivosti střechy*.

V případě lokální poruchy hydroizolace přebírá kompaktně spleená vodotěsná tepelná izolace FOAMGLAS® dočasně její funkci a neumožňuje šíření zatečené vlhkosti do plochy střechy. Případná porucha hydroizolace tak zůstává lokální, je možné ji snadno nalézt a rychle opravit s minimálními náklady.

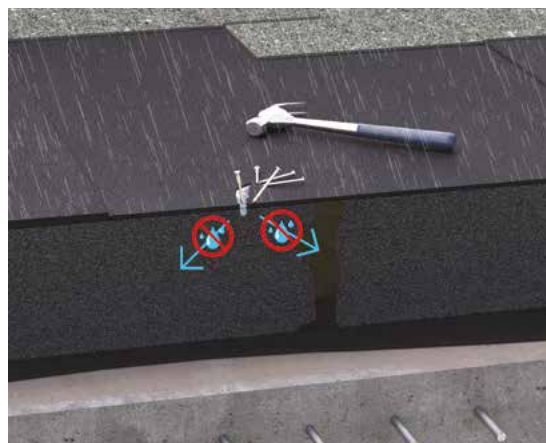
Provozní a vegetační střechy

Přínos hydroizolační bezpečnosti kompaktní skladby FOAMGLAS® se ještě více projeví v případech, kdy je střecha doplněná o provozní nebo vegetační souvrství. Voda zatečená poškozeným místem v hydroizolaci se v kompaktní skladbě nemůže plošně šířit a po čase se místo poruchy projeví malým a lokálním zatečením v interiéru.

Poruchu skryté hydroizolace lze v kompaktní skladbě snadno nalézt a levně opravit, neboť její poloha odpovídá malému prosáknutí do interiéru.

Přesnou polohu poškození hydroizolace skryté pod dalšími vrstvami lze snadno nalézt přímo nad místem tohoto zatečení právě díky plošné vodotěsnosti kompaktní skladby FOAMGLAS®. I u provozních a vegetačních střech je v kompaktní skladbě možné poruchu hydroizolace snadno nalézt a rychle opravit s minimálními náklady. U jiných typů střešních skladeb se zatečená vlhkost může ve střeše volně šířit a zatečení se může projevit kdekoli jinde.

Po celou dobu je zbývající část kompaktní střechy FOAMGLAS® plně funkční a suchá. Tento efekt hydroizolačního spolupůsobení desek z pěnového skla s hydroizolačním souvrstvím z asfaltových pásů poskytuje hydroizolaci vyšší úroveň spolehlivosti*, než kdyby byla aplikovaná na jiném typu tepelné izolace.



* Zvýšení hydroizolační spolehlivosti kompaktní skladby zapracovala Česká hydroizolační společnost** také do své směrnice ČHIS 01: Hydroizolační technika – ochrana staveb a konstrukcí před nežádoucím působením vody a vlhkosti. Za stejných okrajových podmínek vykazuje kompaktní skladba z pěnového skla (H3.5) vyšší spolehlivost, než samotné dva asfaltové pásy (H2.1.4) na jiném podkladu. Viz tabulka B1: Příklady hydroizolačních konstrukcí a vrstev, porovnání jejich účinnosti a spolehlivosti z hlediska pronikání vody v kapalném skupenství. Směrnice ČHIS 01 od strany 41.

** Česká hydroizolační společnost je odbornou společností Českého svazu stavebních inženýrů, partnerské organizace ČKAIT. Působí jako dobrovolné a nezávislé sdružení odborníků z oboru hydroizolační techniky. Viz www.hydroizolacnispolocnost.cz

Vysoká pevnost a nestlačitelnost



Vrstva asfaltu na ložných lících desek FOAMGLAS® zajišťuje dokonalý přenos zatížení mezi hydroizolací, tepelnou izolací a konstrukcí. Tenká vrstva asfaltu chrání křehký povrch tepelné izolace a současně vedle tlakové pevnosti zajišťuje dokonalé přilepení střešního souvrství ke konstrukci, a to bez jakékoli deformace. Při chůzi po zcela tuhé kompaktní skladbě FOAMGLAS® budete přesvědčeni, že hydroizolace je aplikována přímo na betonu. Tato skladba je proto zcela ideální základní souvrství pro všechny typy provozních a vegetačních střeš s libovolným zatížením.

Odborné technické vysvětlení

Tepelná izolace z pěnového skla FOAMGLAS® vyniká svou vysokou pevností v tlaku a nestlačitelností, a tyto výhody dále přenáší do kompaktní střešní skladby. Garantovaná laboratorní pevnost desek FOAMGLAS® pro plošné stavební izolace se v závislosti na typu pohybuje od 0,5 do 1,6 MPa. To představuje zatížení 50 až 160 tun/m².

Struktura pěnového skla FOAMGLAS® kombinuje tvarovou stálost za všech podmínek s vysokou pevností bez deformace. To zaručuje nejen dlouhodobou stabilitu tepelně izolační vrstvy, ale také její dlouhodobě stálé izolační vlastnosti.

Zkuste si představit, kolik unese 1 deska FOAMGLAS® typu F (na ploše 45 * 60 cm), pokud je její pevnost v tlaku 1600 kPa. Jak těžká vozidla by unesla takto izolovaná střecha?

Laboratorní pokus

Pokud bychom pokus provedli v laboratoři dle metodiky normy ČSN EN 826-A, pro vytvoření tlaku 1600 kPa na ploše 0,27 m² bychom potřebovali sílu 432 kN, což v pozemských podmínkách představuje tíhu neuvěřitelného břemene o hmotnosti 43 tun! A tepelná izolace FOAMGLAS® se při takovém tlaku „stlačí“ méně než o desetinu procenta.

Vegetační a běžné provozní střechy

Z hlediska pevnosti v tlaku je pro většinu střeš plně postačující nová generace pěnového skla FOAMGLAS® T3+. Při uvážení jeho deklarované pevnosti „pouhých“ 500 kPa (a výpočtové redukci cca na 1/3, která zohledňuje lidský faktor při lepení na stavbě) spolehlivě přenesou zatížení přes 15 tun/m².

To je výrazně více než vrstva zeminy o tloušťce 5 metrů – velmi výrazný bonus pro veškeré provozní a vegetační střechy!

Nulová deformace

Samotná pevnost pěnového skla FOAMGLAS® v tlaku je pouze polovinou jeho úspěchu. Neméně důležitá je nestlačitelnost desek neboli tuhost této tepelné izolace. Norma ČSN EN 826 pro stanovení pevnosti v tlaku tepelných izolací má pro desky z pěnového skla speciální metodiku a přílohu A. Při testech dojde při dosažení meze pevnosti k podrcení stěn nejslabších skleněných buněk, to vše při deformaci cca 1 mm. Pevnost všech ostatních typů tepelných izolací se podle této normy určuje při dosažení stlačení vzorku o 2% a 10% až po úplnou plastickou deformaci.

Pro výpočty staticky zatížených konstrukcí je podstatná nejen pevnost tepelné izolace, ale i míra její stlačitelnosti.

Jinými slovy, pevnost tepelné izolace při stlačení 10 % je pro jakékoli výpočty konstrukcí zcela nepoužitelná a slouží se pouze k číselnému označování „pevnostní třídy“ dané tepelné izolace. Tj. „třída pevnosti 500“ u stlačitelných izolací odpovídá únosnosti 500 kPa, ale při stlačení vzorku 10 %.

I běžně akceptované stlačení tepelných izolací o 2 % je velmi rizikové, neboť s jejich narůstající tloušťkou (vyvolanou tlakem na vyšší tepelnou ochranu) tato 2% představují deformaci o několik milimetrů. Porovnejte to s tuhostí pěnového skla FOAMGLAS®, které má při dosažení návrhové pevnosti stlačení prakticky nulové.

Robustní a zcela tuhá kompaktní skladba z nestlačitelného pěnového skla FOAMGLAS® je tím nejúnosnějším a nejspolehlivějším řešením, které můžete pro vegetační nebo provozní střechu zvolit. Při lepení desek pěnového skla do kompaktní skladby je nutné počítat s podmínkami na stavbě (nerovnosti podkladu a lidský faktor), které je doporučeno ve statických výpočtech hodnoty zohlednit snížením deklarované (laboratorní) pevnosti v tlaku bezpečnostním koeficientem. I při snížení výpočtové pevnosti na cca 1/3 deklarovaných hodnot zůstává izolace z desek pěnového skla nejpevnější tepelnou izolací ve stavebnictví.

Návrh správného typu izolace FOAMGLAS® a její posouzení v zatížených aplikacích by ve všech případech měl provést autorizovaný statik. Naši techničtí poradci Vám pro tyto výpočty rádi poskytnou relevantní hodnoty a pomohou navrhnout optimální konstrukci pro dané zatížení. Neváhejte je kontaktovat s případnými dotazy.



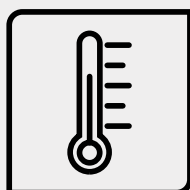
Kompaktní skladba FOAMGLAS® je ideálním podkladem pro střechy pojižděné libovolnými vozidly.

Požární bezpečnost v první řadě



Desky pěnového skla jsou ze své podstaty nehořlavé a řazené do třídy reakce na oheň A1. Při požáru nevyvíjí kouř ani toxické zplodiny a velmi pozitivně se projevuje také parotěsnost desek FOAMGLAS®, které nepropouští ani kyslík. Bez přístupu kyslíku nemůže hořet asfaltové lepidlo pod deskami ani v jejich spárách. V porovnání s izolacemi z minerálních vláken (také řazené do třídy reakce na oheň A1, ale zcela propustné pro vzduch) se u kompaktní skladby z pěnového skla FOAMGLAS® výrazně zpomaluje šíření plamene po povrchu u hydroizolace celoplošně natavené na jejím horním povrchu.

Tepelná izolace prověřená časem



Pěnového skla FOAMGLAS® se v Evropě vyrábí již od roku 1965 a nedlouho poté se z něho začaly realizovat první kompaktní střechy. V roce 2016 institut FIW Mnichov odebral a otestoval vzorky desek FOAMGLAS® z několika nepřetržitě užívaných střech realizovaných mezi lety 1973 a 1989. Testy tak prokázaly, že ani po téměř půl století od zabudování do střech nedošlo ke zhoršení jejich tepelně izolačních vlastností ani pevnosti v tlaku. FOAMGLAS® je skutečně tepelná izolace prověřená časem.

Odborné technické vysvětlení

Tepelné izolace patří k nejzranitelnějším materiálům používaným ve stavebnictví. V porovnání s ostatními materiály ve střešních skladbách jsou měkčí, více nasákové a někdy i více hořlavé. **A také u střešní skladby platí moudré pravidlo, že řetěz je pouze natolik pevný, jako jeho nejslabší článek.**

Funkční životnost tepelné izolace

Je velmi obtížné stanovit, jaká je reálná funkční životnost tepelné izolace ve střeše. Jak bylo vysvětleno výše, **u většiny tepelných izolací se po zabudování do konstrukce dříve nebo později projeví vliv stlačení nebo kondenzace**, a proto po zbytek své životnosti již nedosáhnou takových izolačních parametrů, které byly změřené v laboratoři po jejich výrobě.

Funkční životnost pěnového skla FOAMGLAS®

V případě pěnového skla FOAMGLAS®, které se v Evropě vyrábí již od roku 1965, řada kompaktních plochých střech s původní tepelnou izolací je v provozu již po více než 50 let.

Rozhodli jsme se proto ověřit stav původní tepelné izolace FOAMGLAS®, která prošla reálnou zkouškou časem. V období června 2016 až srpna 2017 renomovaná německá společnost FIW Mnichov (Výzkumný ústav pro tepelnou ochranu) provedla sérii testů za účelem vyhodnocení dlouhodobé funkčnosti tepelné izolace z pěnového skla FOAMGLAS®.

Bylo odebráno několik vzorků izolace FOAMGLAS® z objektů ve stáří 30 až 45 let na různých místech Evropy, konkrétně v Belgii, Nizozemí, Velké Británii a Švédsku. Odběry vzorků proběhly pod dozorem nezávislé oprávněné třetí strany a jejich testování proběhlo v laboratořích FIW Mnichov podle současně platných testovacích metod EN na následující parametry:

1. Součinitel tepelné vodivosti (EN 12667 v odebraném stavu a ve vysušeném stavu)
2. Pevnost v tlaku (EN 826)
3. Obsah vlhkosti (metoda vysušení v peci)

Výsledky všech testů byly porovnány s deklarácemi vlastností uvedenými v technických listech dostupných v době výstavby těchto budov.

Na základě těchto porovnání institut FIW zjistil ve všech případech, kdy byla v době odběrů vzorků hydroizolace stále funkční a byl tak zajištěn nízký obsah vlhkosti, že výrobky FOAMGLAS® zajišťují stále vysokou tepelně izolační ochranu i po řadě desetiletí zabudování v plochých střechách.

Ve všech případech byly výsledky testů velmi blízko hodnotám deklarovaným v původních technických listech.

Žádný z testů neprokázal zásadní odchylky v tepelně izolačních vlastnostech a všechny vzorky měly dokonalou mechanickou stabilitu s pevností v tlaku přesahující 500 kPa.*

* Výsledky všech testů institutu FIW Mnichov jsou k dispozici na <https://www.foamglas.com/cs-cz/poradenske-centrum/general-advice/consistent-performance>.



Tato studie pouze potvrdila další zcela výjimečnou vlastnost pěnového skla FOAMGLAS® - jedná se o tepelnou izolaci reálně prověřenou časem s konstantními izolačními vlastnostmi i po řadě desetiletí fungování v plochých střechách. Tepelná izolace svou životností přispívá k životnosti celé střechy a umožňuje i nevídaná řešení.

U řady objektů již došlo k jejich modernizaci a energetické optimalizaci, což vyžadovalo také navýšení původní tloušťky tepelné izolace střechy. U kompaktních střech FOAMGLAS® to nebyl žádný

problém. Hydroizolace byla odstraněna metodou zvanou „peeling“ (sloupnutí) a původní, ale stále plně funkční vrstva pěnového skla FOAMGLAS® byla ponechána na místě.

Na ni pak byla nalepena dodatečná vrstva této tepelné izolace a nalepením hydroizolace se opět dokončila kompaktní skladba. Extrémně dlouhá funkční životnost pěnového skla FOAMGLAS® v kompaktní skladbě činí z této tepelné izolace nejen velmi ekonomické řešení, ale je také výrazný příspěvek k trvalé udržitelnosti a ochraně životního prostředí.

Excelentní ekologický profil



Izolační systémy FOAMGLAS® mají stabilní parametry za všech podmínek a chrání uživatele objektu před nečekanými výdaji za energie nebo za nákladné výměny izolací či rozsáhlejší rekonstrukce. Systémy FOAMGLAS® chrání životní prostředí mnoha způsoby. Umožňují šetřit energii na provoz budovy a díky maximálnímu podílu „zelené“ elektrické energie při výrobě zanechávají minimální ekologickou stopu.

Výroba nezatežující životní prostředí

Suroviny používané na výrobu materiálu FOAMGLAS® mají přírodní minerální původ, a proto nezatežují životní prostředí. Hlavní surovinou je recyklované sklo, což je významným příspěvkem k ochraně životního prostředí.

Díky vylepšením v technologii výroby materiálu FOAMGLAS® a odběru „zelené energie“ bylo dosaženo výrazného snížení znečištění vzduchu, emise skleníkových plynů, spotřeby energie i surovin.

Extrémně dlouhá provozní životnost

Díky svým mimořádným vlastnostem (minerální původ, neprostupnost pro vodu i páru, nehořlavost, odolnost vysokým teplotám a konstantní izolační vlastnosti) je pěnové sklo FOAMGLAS® velmi trvalý materiál. Dlouhá provozní životnost této tepelné izolace má pro celý objekt velmi pozitivní vliv jak po stránce ekologické, tak i finanční. V dokumentech EPD (Environmentální deklarace výrobku) je uvedena provozní životnost izolace FOAMGLAS® 100 let.

Na konci své funkční životnosti je následně možné izolaci FOAMGLAS® ekologicky a smysluplně recyklovat.

Pěnové sklo FOAMGLAS® vyhovuje požadavkům na zdravotní nezávadnost a na kvalitu vnitřního prostředí. V případě demolice objektu je možná jeho smysluplná ekologická recyklace. Vedle velmi pozitivní ekologické deklarace EPD má izolace FOAMGLAS® i prestižní certifikát NATURE PLUS.



7 – Podpora technického týmu FOAMGLAS®

Naše technická podpora v každé fázi Vašeho projektu.

Nejen pokud se jedná o provozní a vegetační střechy, Vám společnost FOAMGLAS® nabízí technickou podporu od začátku Vašeho projektu až po jeho dokončení. **Ve fázi projektování** Vám rádi pomůžeme s tepelně technickými výpočty, řešením detailů a dalším technickým poradenstvím pro každou konkrétní konstrukci. Nabídnout Vám také můžeme spolupráci na propočtech nákladů, přípravu specifikačních textů a zpracování spádových studií.

Během realizace střechy i před jejím zahájením nabízíme teoretická a praktická školení pro montážní firmy, zahajovací školení na stavbě, jakož i průběžné návštěvy a monitoring.

Uděláme vše pro bezchybné provedení Vaší kompaktní střechy FOAMGLAS®.

Spádové studie. Naše univerzální řešení pro všechny typy střech.

Správné odvodnění je základem spolehlivého fungování každé střechy. Náš **systém spádových desek FOAMGLAS® TAPERED** umožňuje integrovat spád přímo do tepelně izolační vrstvy namísto do konstrukce. Náš tým odborníků zpracuje spádovou studii, ve které zohlední všechna specifika Vašeho projektu. Výsledkem je dokonalé odvodnění střechy, výrazná úspora času na stavbě a odstranění nadbytečného mokrého procesu.

Co je FOAMGLAS® TAPERED?

Spádové desky FOAMGLAS® TAPERED plní současně funkci kvalitní tepelné izolace a odvodňovací spádové vrstvy. Tím je zajištěna **optimální tepelná ochrana i hydroizolační bezpečnost** pro řadu dalších generací. Spádová tepelně izolační vrstva FOAMGLAS® TAPERED v kompaktní skladbě **spolehlivě chrání Vaši budovu i její cenné vybavení, zaručuje minimální náklady na údržbu, je nehořlavá, odolává vysokému tlaku a je odolná vůči biologickým škůdcům.**

Jak systém FOAMGLAS® TAPERED funguje?

Nejprve s Vámi budou naši techničtí poradci úzce **spolupracovat na přesném zadání spádové studie pro Váš projekt.**

To zahrnuje získání informací o přesném půdorysu (ideálně v DWG), pozici vpustí, okapů a případných výškových omezeních. Proberou s Vámi požadovaný sklon odvodnění a také komplexní požadavky na tepelnou ochranu střešního pláště. Následně naši experti z týmu **TAPERED studie** zpracují spádovou studii, ve které pro Vás připraví vedle detailního výkresu skladby spádových desek FOAMGLAS® také přesné výkazy výměr. Tak získáte vizualizaci a přesný montážní plán pro spolehlivou realizaci kvalitního systému, který obstojí ve zkoušce časem.

Co Vám tento systém přináší?

Spádový systém FOAMGLAS® TAPERED nabízí všem zainteresovaným **klid a jistotu**. Správné odvodnění a vodotěsná tepelná izolace minimalizují riziko případného zatečení a absence stojaté vody prodlužuje životnost hydroizolace a celé střechy. Současně vysoká pevnost v tlaku a nestlačitelnost izolace FOAMGLAS® také **minimalizují riziko poškození.**

Na rozdíl od alternativních řešení, lze sklon systému FOAMGLAS® TAPERED snížit. Výsledkem je menší celková tloušťka a méně materiálu. Systém FOAMGLAS® TAPERED je také **ekonomicky efektivní**: jeho dlouhá životnost zaručuje maximální hodnotu a minimální náklady na údržbu.



8 - Jste připraveni začít?

Nyní, když jste se seznámili s výhodami kompaktní střešní skladby, věříme, že Vás to bude inspirovat při přípravě dalších provozních nebo vegetačních střeš a využijete naši parotěsnou tepelnou izolaci z pěnového skla FOAMGLAS®.

Máte jakékoli další dotazy ke kompaktnímu střešnímu systému FOAMGLAS?

Neváhejte kontaktovat naše technické oddělení, naši techničtí poradci Vám pomohou navrhnout perfektní řešení pro Váš projekt a zaškolit pracovníky pro jeho správnou aplikaci.



Pittsburgh Corning CR, spol. s r.o.
Průmyslová 3
CZ 431 51 Klášterec nad Ohří
konzultace@foamglas.cz
tel.: +420 731 138 978

www.foamglas.cz



FOAMGLAS®