

ETFE - další materiál se zajímavou perspektivou

ETFE- ethylen-tetrafluorethylen - materiál, který v podobě fólií našel nové místo v současné architektuře. Zjednodušeně si jej můžeme představit jako silnější tuhý igelit, ale ve skutečnosti se jedná o materiál s vysokými užitnými vlastnostmi, především pevností a trvanlivostí.

Architekti hledající lehký a průhledný typ zastřešení prostor s velkými rozpny v určité chvíli překročili technické možnosti použití skla. Právě v tom okamžiku, kdy průhledné zastřešení pomocí skel překročilo technickou nebo finanční hranici pro daný projekt, bylo nutné nahradit těžké lepené sklo a z toho vyplývající mohutnou nosnou konstrukci jiným materiálem.

Vynikající možností bylo využití průhledných fólií, které díky své lehkosti vystačily s mnohem subtilnější podpůrnou konstrukcí.

Fólie se objevily především u zastřešení atrii a jiných veřejných prostor, u sportovních staveb nebo staveb pro dopravu, jako jsou například letiště.

Jejich největší výhodou je vysoká průhlednost (95-100%) a současně s ní i propustnost pro UV záření, kterou sklo nemá. Složky UV záření příznivé pro zdraví projdou (složka A 100% a B 50%), avšak škodlivá složka UV C je plně odfiltrována. Tato zajímavá vlastnost se využívá zejména tam, kde je UV záření žádoucí - botanické a zoologické zahrady, místa pro rekreaci, jako jsou například bazény.

ETFE fólie se používají v naprosté většině případů ve formě nafukovacích polštářů, jejichž stabilita je dána právě předpětím stlačeným vzduchem. Přetlak je relativně malý (0,3-0,8 kPa), avšak na rozdíl od pneumatických konstrukcí neztrácí fólie ETFE při poklesu tlaku stabilitu, pouze tvar (zastřešující funkce zůstává díky upnutí do okrajového profilu zachována).

Přetlak rovněž zajišťuje fólii tvar prostorově zakřivený, výhodný pro zatížení větrem a sněhem, a také spolupůsobí při vytváření vysoce hladkého povrchu, který brání prachu ulpívat na zastřešení (event. postačí smývat nečistoty deštěm a sněhem). Tato bezúdržbová technologie je další vysokou devizou ETFE fólií.

Ve srovnání s ditermálním zasklením mají o něco nižší tepelněizolační vlastnosti - hodnota U se pohybuje mezi 1,18 - 2,95 W/m²K, což je ovlivněno počtem vrstev, resp. vzduchových komor v polštářích.

hodnota U: 2 vrstvá fólie (1 komora) 2,95 W/m²K

hodnota U: 3 vrstvá fólie (2 komory) 1,96 W/m²K

hodnota U: 4 vrstvá fólie (3 komory) 1,47 W/m²K

hodnota U: 5 vrstvá fólie (4 komory) 1,18 W/m²K

Z hlediska mechanického se jedná o fólie v tloušťce od 0,05 do 0,2 mm, které mají přibližně pětinu pevnosti oproti tkaným potahovaným textiliím, ovšem jejich výhodou je velmi nízká plošná hmotnost pohybující se v rozmezí 175-400 g/m².

Pevnost v tahu min. 40 N/mm dává možnosti pro rozpon jednotlivých polštářů mezi 3,5 až 5 m, délka je z hlediska pevnosti prakticky neomezená. Tyto rozpny se dají ještě zvětšit podepřením spodní vrstvy lankovou sítí.

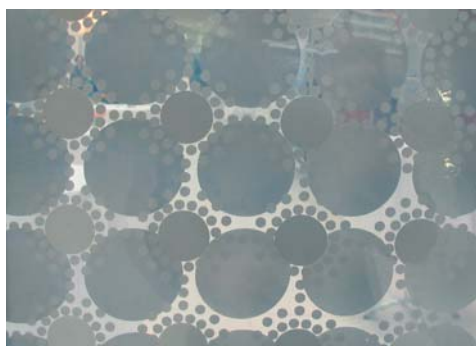
Pro srovnání se skleněným zastřešením byly provedeny ve Švýcarsku testy na odolnost proti kroupám, kde ETFE fólie získaly atest „krupobití odolný materiál“. V minulosti došlo i k případům extrémního krupobití, kdy okolní skleněné střechy byly totálně



plavecký bazén Bingen, Německo

zničeny a padající části mohly ohrožovat prostory pod nimi, zatímco fóliové zastřešení sice bylo poškozeno, avšak neztratilo schopnost funkce zastřešení a poškozené části mohly být opraveny při lepších povětrnostních podmínkách.

ETFE fólie se vyrábí v čiré nebo mléčné podobě, avšak existují další možnosti omezení průchodu slunečního svitu, resp. zastínění. První z nich je potisk jedné nebo více vrstev. Barva potisku existuje zatím pouze šedá (stříbrná), avšak tvar potisku je prakticky neomezený. Zajímavou variantou je inverzní potisk 2 vrstev. Technicky poměrně jednoduchý systém regulující přítlak v horní a dolní komoře přiblíží nebo oddálí střední membránu od horní potištené vrstvy a tím zhuští případně zředí potištenou plochu. Takto lze relativně plynule regulovat stupeň zastínění.



potisk na dvou vrstvách

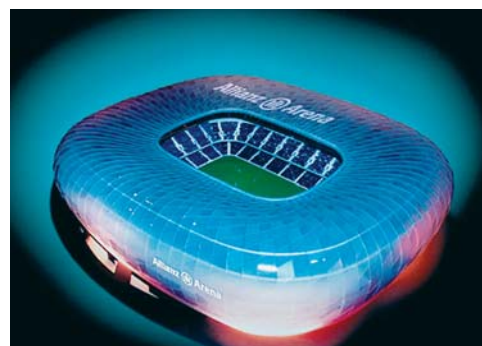
Další možností zastínění je vsazení stínící textilie mezi vrstvy ETFE. Na čerpací stanici v německém Mnichově byla dokonce navíjecí „roleta“ včleněna mezi vrstvy polštářů.

Z hlediska požárního jsou ETFE fólie zatříděny dle DIN 4102 do třídy B1. Důležitou vlastností však je to, že neodkapávají hořící částice a při více než 270 °C materiál prakticky sublimuje, a v té chvíli může nahradit zařízení pro odvod tepla a kouře. Životnost materiálu je také častou otázkou investora. ETFE se ve formě fóliových polštářů používá prakticky od 80. let minulého století. Zkoušky

v laboratoři udávají ověřenou životnost více než 30 let, avšak osobně jsem se přesvědčil, že materiál po třiceti letech používání nejevil opticky žádné odchytky od nového vzorku.

ETFE - PŘÍKLADY REALIZACÍ

Allianz Arena je realizací, která získala popularitu díky nedávnému mistrovství světa ve fotbale v Mnichově. Stadion s kapacitou 66 000 diváků je opláštěn 2760 nafukovacími polštářů z ETFE fólie. Kosočtvercové polštáře o ploše 7,6 až 40,7 m² dávají dohromady neuvěřitelnou plochu 66 500 m²! Hlavním znakem stadionu je barevná proměnlivost fasády - pokud hraje Bayern, svítí stadion červeně, pokud jsou domácími na hřišti TSV 1860, rozzáří se stadion modře. Náklady na výstavbu ve výši 340 milionů EUR je ovšem cena, která není v rozpočtu každého klubu...



Mnichov, Allianz Arena

Peking, stadion pro Olympijské hry 2008 je oválná stavba, připomínající ptačí hnízdo, spotřebovala přes 40 000 tun oceli, aby vytvořila strukturu pro 40 000 m² ETFE fólie, která chrání návštěvníky před deštěm, sněhem i písečnými bouřemi. Stavbu uzavírá střecha z PTFE textilie o ploše téměř 50 000 m².

Eden. Jednou z průkopnických staveb z fóliových polštářů je botanická zahrada v hrabství Cornwall na jihozápadě Anglie. Šestiboké polštáře mají průměr cca 8 m a jejich podkonstrukce je téměř



Botanická zahrada Eden, Anglie

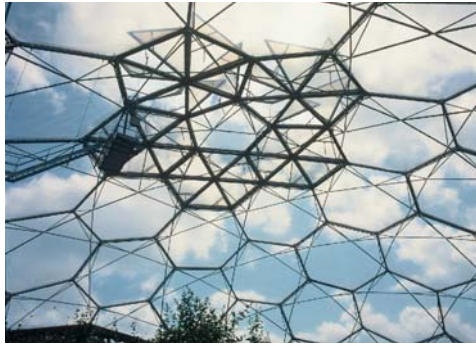
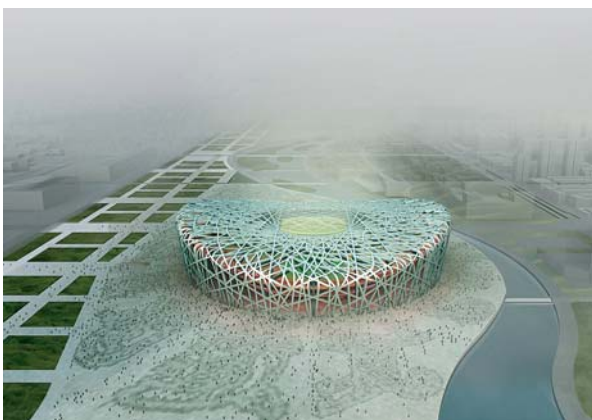
neviditelná. Původní úvaha o skleněném pláště ztroskotala právě na mohutnosti, potažmo cenové nereálnosti ocelové nosné konstrukce.

Tropic Island nedaleko Berlína – obří hala, zamýšlená původně společností CargiLifter AG pro výrobu vzduchodí, se stala v poslední době populární díky své konverzi na kryté koupaliště či spíše zábavní centrum s písčitou pláží a koupáním s iluzí tropického moře. Zakrytý prostor o objemu neuvěřitelných 5,5 milionů m³ a světlé výšce cca 99 m by se spíše dal nazvat zastřešeným a klimatizovaným vnějším prostorem. Umělá krajina je rozdělena do několika zón – tropická vesnice, laguna na Bali, jižní moře a tropický prales porůstající asi 12 m vysoký kopec v centru haly. Pod tímto kopcem se nacházejí veškeré technické prostory a zázemí.

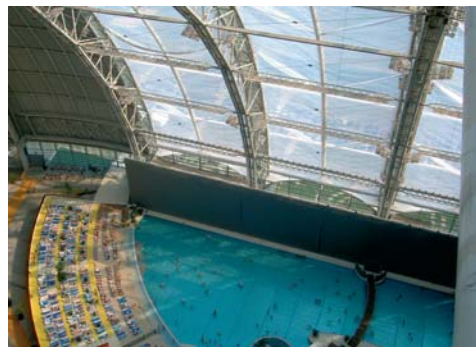
Při hledání materiálu pro nové zastřešení jižní střední části haly byly požadovány vlastnosti jako vysoká průhlednost, možnost průchodu UV záření, a hlavně využití původní konstrukce haly, která byla potažena neprůhlednou textilií. Při vytváření konceptu přicházely do úvahy materiály jako sklo, polykarbonát, textilie – membrány, různé fólie. Po zvážení všech kladů i záporů jednotlivých řešení byla zvolena třívrstvá ETFE fólie (ve skladbě 0,2 – 0,1 – 0,2 mm).

V soutěži na konečné řešení zastřešení zvítězilo řešení německé firmy Ceno Tec GmbH, jejíž návrh sestával z velkoprostorových dvoukomorových polštářů, které jsou na spodní straně podepřeny lanovou sítí z paralelních lan průměru 16 mm a na horní vrstvě je síť z lan prům. 14 mm, napnutá mezi rámy a úžlabní lano průměru 50 mm (toto bylo použito z původního zastřešení). Staticky působí tato struktura jako jeden velkoprostorový polštář, jehož horní a dolní vrstvu tvoří právě lanové sítě a ETFE polštáře jsou jejich subkonstrukcí - vnitřní konstrukcí zajišťující tvar a stabilitu celku. Každé pole sestává celkem ze 14 polštářů o ploše cca 350 m² (2 sloupce a 7 řad) o rozměrech cca 17x20 m.

olympijský stadion, Peking, Čína



Tropic Island, Německo



Permanentní přetlak v polštářích 0,3 kPa se při zatížení sněhem zvýší až na 0,8 kPa. Navržený systém se nejvíce přiblížil statickému působení původního pláště a současně umožnil realizaci v požadovaném termínu.

Další velkou otázkou k dořešení byla stavební fyzika. Pro zachování průhlednosti bylo nutné eliminovat vznik kondenzace uvnitř polštářů. Díky interaktivní počítačové simulaci a následným úpravám tvaru polštářů se podařilo v extrémních podmínkách (prosinec, leden) udržet hodnotu U pod 1,4 W/m²K.

Díky zastřešení z ETFE fólií o celkové výměře 20 000 m² se návštěvníci na pláži skutečně opálí a živé rostliny dokreslují atmosféru thajské či indonéské dovolené.

Zdeněk Hirňal, ARCHTEX s.r.o.

