

## :: Prednosti membránových konštrukcií

František Kalesný

*During last 50 years have the light buildings reached a great variety of application possibilities, from high – rise buildings to glass buildings, from swimming pools to stadium roofings, from Reichstags covering to Cargolifter – assembly hall for airship construction, the greatest world’s construction hall built without support. Short terms of construction and low price of membrane buildings make them convenient especially for mobile and temporary use. Special convenience of applied materials is shown in their functional characteristics, especially by reconstructions, sanatory intervention, reprofilation and extension.*

### Úvod

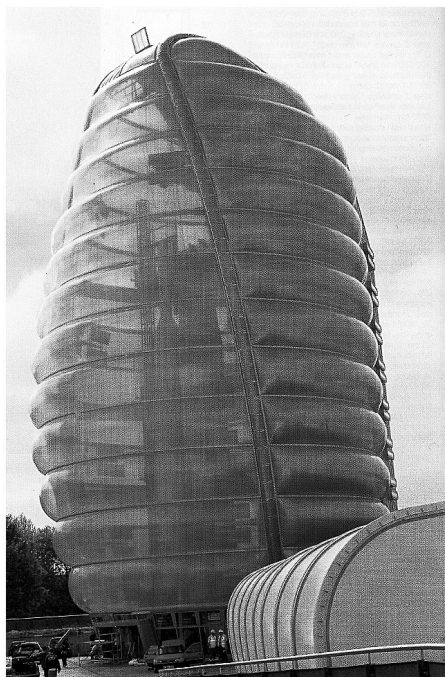
Zrealizované prekrytia tribún športových hál, štadiónov a dvorán obchodných centier preukazujú na prednosti membránových materiálov, ktoré sa vo veľkej miere zaobídu bez podporných konštrukcií. Mnohé príklady dokladujú vhodnosť ich použitia na realizáciu uzatváracích mobilných strešných systémov. Pri veľkých projektoch sú membrány vo výhode z hľadiska disponibilného materiálu, času potrebného na prípravu projektov a dĺžky montáže. Samozrejme, že uplatnenie membrány nie je vhodné pre každý prípad. Pri použití membrány je však v konečnom dôsledku rozhodujúce hľadisko hospodárnosti a v porovnaní s inými stavebnými prístupmi, stavebno-fyzikálne vlastnosti a aj vizuálny efekt. Pri zvažovaní čistých stavebných nákladov treba zohľadniť, že inteligentné uplatnenie plochy membrány si vyžaduje súlad s nosným systémom a niekedy aj zapojenie do vlastnej budovy ako celku.

### Membránový plášť – fyzikálne a mikroklimatické požiadavky

Textilné membránové materiály sa v predchádzajúcom období používali predovšetkým na krátkodobé alebo sezónne stavby. Množstvo dostupných membránových tkanín a fólií v súčasnosti vytvára predpoklady pre ich použitie v najrozličnejších druhoch stavieb membránových štruktúr. Poznanie stavebno-fyzikálnych vlastností týchto materiálov je podmienkou vhodného výberu a zárukou dlhej životnosti stavby. Rozličné vlastnosti a správanie sa membránových tkanín a fólií v rámci mechanických, fyzikálnych, chemických i biologických vlastností umožňujú širokú voľbu výberu a súčasne i rôzne materiálové kombinácie. To vytvára predpoklad pre dosiahnutie požadovaných vlastností pre navrhované prevádzkové riešenie.

Dôležitým prínosom pre funkčné využitie membránových materiálov je zvýšenie tepelného odporu konštrukcií, ktorý pri množstve poskytovaných materiálov možno upraviť viacerými spôsobmi. Riešením môžu byť viacvrstvové konštrukcie v rôznej materiálovej kombinácii, vankúšové membrány so vzduchovou výplňou, riešenie skladbou membrány s viacerými vrstvami, prípadne konštrukcie membrány s priesvitnou tepelnoizolačnou vložkou.

I keď ani dnes bežné tenké membrány neposkytujú dostatočnú ochranu proti teplu a hluku, spomenuté viacvrstvové membránové systémy naopak poskytujú a môžu vytvoriť vhodné podmienky v priebehu celého roku. Viacvrstvové membrány poskytujú nielen dostatočnú ochranu proti teplu a hluku, ale súčasne bránia silnému ochladeniu a kondenzácii vody počas studených nocí pri zachovaní dostatočnej svetlopriepustnosti a ochrane proti ultrafialovému žiareniu. Nové technológie umožňujú pri výrobe membrán nastaviť difúzny odpor ľubovoľne, a tak zabrániť kondenzácii vlhkosti vo vnútri objektu. Problém

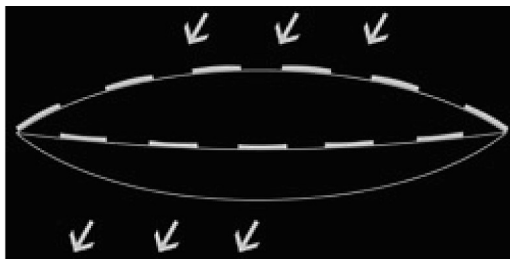


Národné kozmické centrum Leicester, GB, architekt: Nicholas Grimshaw, opláštenie raketovej haly tvarovanou konštrukciou z pneumatikých dvojplášťových ETFE vankúšov, celkový pohľad, pohľad do interiéru raketovej haly

relatívne krátkej životnosti min. 20 rokov kompenzuje ich podstatne nižšia cena a schopnosť recyklácie materiálu.

### Tepelný odpor – zabezpečenie tepelnej pohody

Pri viacvrstvových membránach bežne možno dosiahnuť hodnoty od 2,7 do 0,8 W/m<sup>2</sup>K tepelného odporu. Bežné membránové materiály obyčajne neposkytujú tepelnú izoláciu, čo má za následok niektoré nevýhody: vysoké povrchové teploty keď svieti slnko a nízke povrchové teploty v studených nociach, pričom studený klesajúci vzduch spôsobuje kondenzáciu vody na vnútorných plochách, čo zvyšuje riziko tvorby plesní. Tento stav je možné upraviť špeciálnou flontexovou vložkou zo sklenených vlákien, čím sa zvýši tepelnoizolačný štandard. Počas studených nocí tepelná ochrana zneumožňuje aby budova silne ochladla a nastala kondenzácia vody. Napriek tepelnej izolácii strecha prepúšťa ešte stále svetlo.



Konštrukciu tvoria dve membrány – vonkajšia a vnútorná, pričom jedna z nich alebo obe môžu mať nosný účinok. Nosné a nenosné membrány musia byť navzájom kotvené. Účinnosť tepelnej izolácie závisí od vzdialenosti membrán a spôsobu akým sú spojené.

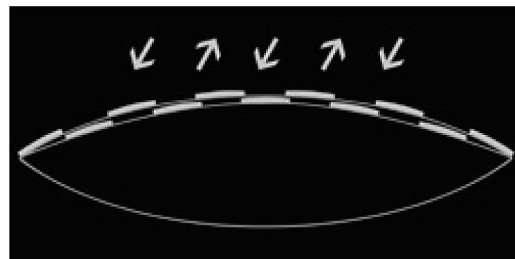
– Vankúše

Membrány sa napnú medzi prúťovú nosnú konštrukciu a pretlakom sa vytvorí predpätie.

– Vankúše s oddeleným vedením vzduchu

Vankúše majú štvorcový, obdĺžnikový alebo šesťuholníkový pôdorys. Zvyčajne sa vyhotovujú v troch vrstvách, aby sa znížila výška vzduchovej vrstvy. Cez ventily nepretržite prúdi do vankúšov vopred vysušený vzduch (5 až 6 cyklov výmeny vzduchu za hodinu), aby nevznikala skondenzovaná vodná para. Pri trojvrstvovom vankúši sú obe vzduchové komory spojené otvorom v strednej membráne. Účinnosť tepelnej izolácie závisí od vzdialenosti membrán a veľkosti vankúšov.

Príklady pneumatikých konštrukcií z fólií ETFE nachádzame najmä



Foiltec – inteligentný tieniaci systém. Pneumatikým regulovaním sa stredná membrána pritlačí na vonkajšiu plášť a vznikne uzavretá plocha, ktorá chráni budovu pred slnečným žiarením.

Dôležitým krokom pri uplatnení membránových stavieb je kombinácia jednej alebo viacerých textilných membrán v spojení s transparentnou tepelnou ochranou do jedného celku – hospodárneho svetlo priepustného systému. Niektoré sklené sieťované membrány z tkaniny PTFE sú mimoriadne vhodné na konštrukcie obmedzujúce vplyv tepla. Nie sú horľavé podľa DIN 4102 A2, odpudzujú nečistotu, majú obzvlášť dlhú životnosť, trvanlivosť proti agresívnym vplyvom životného prostredia a intenzívnemu ultrafialovému žiareniu. Ako ďalšia funkčná alternatíva k tomu pristupujú viacvrstvové membránové systémy použiteľné na získanie a využitie solárnej energie.

Viacvrstvové membránové konštrukcie s tepelnou a hlukovou ochranou sú dnes už bežnou realitou. Dostatočná tepelná ochrana pri požiadavke uchovania svetelnej priepustnosti alebo dokonca transparentnosti sa však nateraz dá zabezpečiť len viacvrstvovou alebo vankúšovou pneumatikou podpretou prípadne konštrukčne vystuženou fóliovou konštrukciou.

– Materiál membrány – tkanina alebo fólia - tepelná ochrana

Tenké membrány rýchlo reagujú na klimatické zmeny. Vykurované membránové konštrukcie vystavené studenému počasiu treba zatepliť. V horúcom počasiu sa v membránovej konštrukcii rýchlo nahromadí teplo, ktoré možno odstrániť chladením, napr. pomocou mechanického dúchadla alebo prirodzeným vetraním. Pri zatepľovaní membránového plášťa sa využívajú nasledovné spôsoby:

– Viacvrstvová tepelná izolácia

– Dva plášte

na botanických a zoológických stavbách, budovách halových kúpeľov ale aj na zastrešení dvorán bankových a administratívnych budov a výskumných centier. Architektonicky zaujímavé uplatnenie vankúšových ETFE pneu môžeme vidieť tiež na opláštení raketovej haly Národného kozmického centra v Leicesteri, Anglicku. Rôzne príklady ukazujú odlišné spôsoby využitia rovnakého princípu pri odlišnej koncepcii architektonického diela.

– Vonkajší plášť s variabilnou transmisíou

Pri vankúšoch s oddeleným vedením vzduchu možno začleniť do strechy tieniaci systém. Horná a stredná fólia trojvrstvovej konštrukcie je potlačená striedavým vzorom odrážajúcim svetlo. Pneumatikým regulovaním sa stredná membrána pritlačí na vonkajšiu plášť a vznikne uzavretá plocha, ktorá chráni budovu pred slnečným žiarením. Ak treba využiť slnečné žiarenie, napr. aj na zohrievanie, stredná membrána sa uloží na vnútornú membránu.

– Riešenie s viacerými plášťami

Viacplášťové membránové konštrukcie pozostávajú z troch až piatich membrán. Materiál a poradie membránových vrstiev možno prispôbiť účelu. Účinnosť tepelnej izolácie závisí od počtu a hrúbky vzduchových vrstiev. Pri viacvrstvových konštrukciách možno teplo z použitého odvádzaného vzduchu využiť pri izolácii a zo slnečného žiarenia možno dosiahnuť energetické zisky. K vyhotoveniu viacplášťových membrán treba dodať, že tepelnoizolačný účinok klesá so zvyšujúcou sa rýchlosťou prúdenia vzduchu, preto ho treba obmedziť. Vnútorná membrána musí dostatočne odolávať požiaru. Viacplášťové membránové

konštrukcie bez ďalšej tepelnej izolácie sú vhodné najmä na pneumaticky predpäté membránové stavby, kde je vzduch potrebný najmä na stabilizáciu nosnej konštrukcie.

– Tepelná izolácia vytvorená izolačnými rohožami

Súčasťou membránových konštrukcií môžu byť opakové alebo priesvitné tepelno-izolačné rohože, ale treba zabezpečiť, aby tepelnoizolačné materiály nenavlhli. Ak je vnútorná membrána bez povrchovej úpravy, treba použiť parozábranu alebo zabezpečiť dostatočné vetranie.

– Opakovaná tepelná izolácia

Tepelnoizolačné rohože môžu byť zavesené zospodu alebo položené na vnútornej membráne. Tepelnoizolačný materiál musí mať možnosť prispôbiť sa tvaru plochy a zároveň musí byť odolný proti UV žiareniu. Tepelnoizolačné rohože sa ukotvia lepením alebo mechanicky (trími, napínacími pásmi). Treba dbať na to, aby sa nestlačila tepelná izolácia, pretože by stratila tepelnoizolačný účinok. Účinnosť izolácie závisí od vzdialenosti medzi membránou a tepelnoizolačnou rohožou a od hrúbky tepelnoizolačnej rohože.

– Priesvitná tepelná izolácia

Z priesvitnej (transparentnej) tepelnej izolácie možno vyhotoviť izolované a priesvitné membrány. Majú nízku tepelnú vodivosť a vysoký stupeň prepúšťania svetla. Na stavbách s membránami sa zatiaľ používa len tepelná izolácia vyhotovená zo spriadaných sklenených vlákien. Viacvrstvové konštrukcie s ďalšími tepelnoizolačnými vrstvami sa používajú najmä pri mechanicky predpätých membránových stavbách.

## Záver

Dlhé obdobie sa používali textilné membránové materiály na krátkodobé alebo sezónne stavby. Bežné tenké membrány dodnes neposkytujú dostatočnú ochranu proti teplu a hluku, viacvrstvové membránové systémy môžu vytvoriť vhodné podmienky v lete i v zime. Súčasné viacvrstvové membránové systémy s tepelnoizolačnou vložkou s umiestnením sklenej sieťovej tkaniny na oboch stranách poskytujú dostatočnú ochranu proti teplu a hluku, súčasne bránia silnému ochladeniu a kondenzácii vody počas studených nocí pri zachovaní dostatočnej svetlopropustnosti a ochrane proti ultrafialovému žiareniu. Problém relatívne krátkej životnosti cca 20 rokov na jednej strane, kompenzuje ich podstatne nižšia cena a schopnosť recyklácie materiálu.

*autor je docent – pedagóg na ÚKAIŠ FA STU v Bratislave*

## LITERATÚRA

ALFRÉD REIN, VIKTOR WILHELM: *Membrane construction*. Detail 2000/6.

DFG, Deutsche Forschungsgemeinschaft: *Leich und Weit – Zur Konstruktion weitgespannter Flachentragwerke*, Herausgegeben von Gunter Brinkman unter Mitw. Von Reiner Blum...-Weinheim; Basel /Schweiz/; Cambridge; New York, NYVCH, 1990.

BUBNER, EWALD: *Membrane konstruktion – verbindingstechniken*. 1. und 2. Auflage 1997; 1999, Verlag und Druck: Druckerei Wehlmann GmbH, Essen, Deutschland.

Klaus – Michael Koch s prispěním Brian Foster, Knut Göppert, Karl Habermann, Thomas Herzog. John Pudenz, William Taylor a David Wakefield: *Bauen mit membranen*, Prestel Verlag, München – Berlin – London – New York, 2004.

## :: Špecifické formy bývania v mestách Peter Lovich

*Essay about the specific forms of urban living as a projection of transformation tendencies in society.*

Bývanie patrí medzi jednu zo základných ľudských potrieb, preto aj úlohou architekta tvoriaceho v tejto oblasti by malo byť, uspokojovať túto potrebu v celej svojej šírke. Pri analýze súčasného stavu architektúry obytných budov na Slovensku zistíme, že realizovaná škála projektov nie je príliš pestrá a je charakteristická veľkou mierou homogenity. Pre koniec 20. a začiatok 21. storočia vo svete a v istej miere aj na Slovensku, sú charakteristické transformačné tendencie, ktoré diverzifikujú potreby jednotlivých skupín spoločnosti v oblasti bývania. Tieto skupiny, ktoré je možné pomenovať ako tzv. „špecifické skupiny obyvateľstva“, majú špecifické nároky na bývanie, ktoré dokáže momentálny stav len zčasti uspokojiť. Architektúra obytných budov by sa mala snažiť reflektovať transformačné tendencie v spoločnosti a vytvárať „špecifické formy bývania“, pre uspokojenie širokej škály potrieb obyvateľstva.

Z dominantných transformačných tendencií, ktoré formovali spoločnosť v posledných rokoch je vhodné uviesť tie najsilnejšie s globálnym dosahom vo svete ako aj na Slovensku. Najvýraznejšou tendenciou je stieranie hraníc medzi krajinami a národmi, ktoré je spôsobené vznikom informačnej spoločnosti a globalizačnými tendenciami. Dochádza k unifikácii a tvorbe monokultúry, ktorá sa prejavuje aj v architektúre, ktorá pomaly stráca svoje lokálne špecifiká a stáva sa internacionalizovanou. V oblasti architektúry obytných budov má tento trend výrazný dopad na zvýšenie mobility ľudstva, ktorá úzko súvisí aj so zmenami v požiadavkách na bývanie. Vzniká špecifická skupina ľudí, často meniacich krajinu svojho pôsobenia a pobytu. Tento životný štýl je nazývaný aj ako tzv. novodobé nomádstvo. V dobe posadnutej technológiami je možné preniesť si celé svoje „ja“ v prenosnom počítači a kdekoľvek sa pripojiť ku globálnej počítačovej sieti. Nomádi 21. storočia sú kozmopolitní ľudia, ktorých domov je všade a nikde zároveň. Presúvajú sa po svete v súvislosti s vývojom ich pracovnej pozície a sú silne kariérne orientovaní.

Práve kariéra je jedným z ďalších výrazných determinantov dnešnej spoločnosti. Tak výrazným, že substituuje potreby ľudí založiť si rodinu a tým pochopiteľne mení aj ich pohľad na bývanie. Počet rodín s viac ako jedným potomkom sa rapídne znižuje a rastie počet bezdetných párov. Vznikajú nové formy domácností, pre ktoré sa ešte len hľadajú termíny na ich pomenovanie. Stúpa počet domácností s jedným rodičom, počet rozvedených manželstiev, nezosobášených súžití a samostatného bývania jednej osoby. Tieto formy boli bežné aj v minulosti, ale v prevažnej miere ako prechodné formy bývania. Dnes sa situácia zmenila a samostatné bývanie jednej osoby sa stáva narastajúcim trendom na Slovensku aj v ostatných krajinách EU.

Nová generácia materiálne orientovaných jedincov vyžaduje nové formy bývania, pretože pri svojej pracovnej vyťaženeosti sa nestíha venovať bežným každodenným domácim úkonom. Potrebujú špecifické formy bývania, ideálne s integrovanými službami hotelového charakteru, ktoré ich dokážu odbremeniť od každodenných časovo náročných úkonov, ako upratovanie, pranie, žehlenie a pod...