

Ing. arch. František Kalesný

## ARCHITEKTÚRA MEMBRÁNOVÝCH ŠTRUKTÚR - BUDÚCNOSŤ DNES

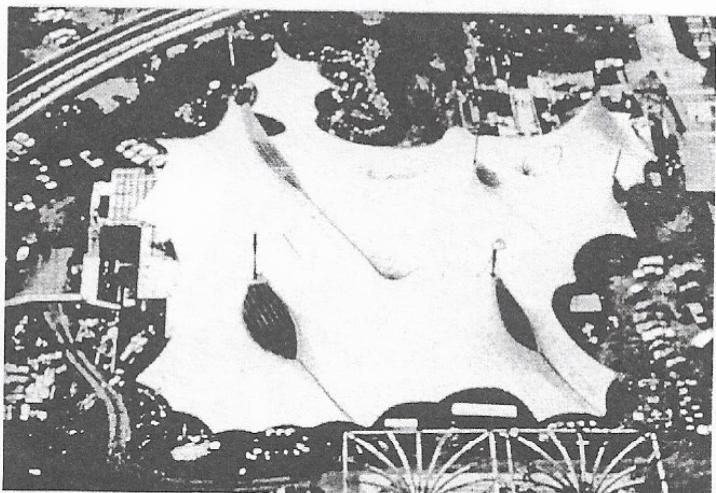
Uplynulé desaťročia prinášajú v celosvetovom vývoji užasného akceleráciu nových poznatkov a ich aplikácie na praktický život. Za posledných sto rokov sa zmenilo viac ako za predchádzajúce tisícročia. Architektúra nie je výnimkou. Zmeny sú ideové – v pohľade na funkciu architektúry, ale aj technologické a materiálové, ktoré umožňujú adekvátnu realizáciu nových pohľadov.

Architektúra a s ňou staviteľstvo sa v novej ére vzdali predstavy, že len artefakty sú povinné esteticky aj funkčne pretrvať veky. Dynamický pohyb, ktorým je prestúpená celá spoločnosť, si naopak žiada, aby to čo je dnes potrebné, tu bolo dnes sice v plnej kvalite, a nie ako bariéra budúceho vývinu a jeho požiadaviek. Celkovým akcentom je teda určitá odhmotnenosť, ktorej vychádzajú v ústrety nové technológie ako aj materiály, ako nástroj architektonickej tvorby. Nové prostriedky svojou dostupnosťou, prístupnou tvarovateľnosťou, nebývalými možnosťami však aj spätné vplyvajú na tvorcov, tým, že oslobodzujú ich fantáziu ukazujúc, čo všetko je dovolené, pretože je to možné. Tento nový duch sa v rovnakej miere dotkol architektonických foriem, ale aj spôsobu opláštenia a nosných konštrukcií, vlastne všetkých prvkov architektonického tvaroslovia. To, že ustavične rozlišuje okruh materiálovovo možného, vlastne nútí tvorcov vždy znova premyslieť nové šance a prinajmenšom – nenechať ich nevyužité.

Napriek dlhej tradícii vývoja stanových stavieb, nadobúdajú stanové stavby halový charakter až v období priemyselnej éry 19. a 20. stor., v časoch anglickej priemyselnej revolúcie. Práve odtiaľ vychádzajú najstaršie príklady tohto druhu vysokotechnizovanej architektúry. Crystal Palace Josepha Paxtona pre svetovú výstavu v Londýne bolo potrebné vybudovať za 16 týždňov, hoci sa rozprestieral na ploche 7,2 ha. To sa dalo uskutočniť len vďaka dôslednej predpríprave (prefabrikácia a štandardizácia) všetkých dielov.

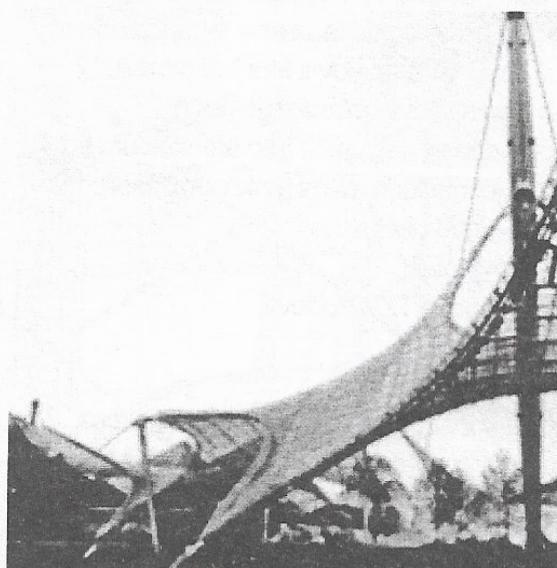
Vývoj spoločenského a voľnočasového diania tohto obdobia bol spojený s rozvojom športu, divadla ale i hospodárskych a priemyselných aktivít, čo prináša so sebou nároky na prestrešenie veľkých priestorov. Nie vždy to mohli byť

nákladné sklené paláce. Tak vzniklo odvetvie, v rámci ktorého firmy prenajímali rôzne celkové haly na výstavy a ľudové slávnosti.

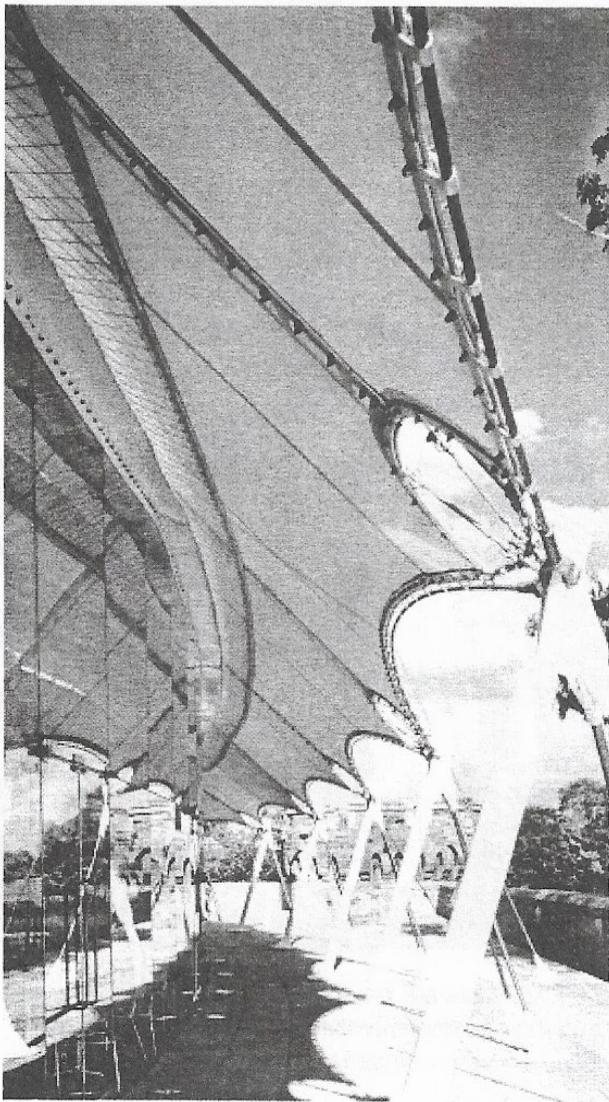


*EXPO 67 Montreal, pavilón SRN. Architekt Oto Frei, uplatnenie textilnej membrány bodovo zavesenej na nosnú lanovú konštrukciu*

Podstatným posunom v tejto oblasti sú však až priekopnícke práce Freia Otta zo 70-tých rokov minulého storočia. Na nemeckom pavilóne pre svetovú výstavu v Montreale z r. 1967 uplatňuje oddelenú textilnú membránu bodovo zavesenú od nosnej konštrukcie z ocelových lán. Princíp neskôr využíva Günter Benisch pri stavbách na



*OH 1972 Mnichov, futbalový štadión. Architekt Günter Benisch. Skladaná membrána z plexisklových platení, nesená lanovou konštrukciou*



*Events centrum Edinburg, Anglicko. Architekti Michael Hopkins and Partners. Aplikácia mnohostranne predpínané membrány s doplňujúcimi prvkami – detail napínacích prvkov*

olympiádu r. 1972 v Mnichove. Membrána je tu zložená z platní plexiskla, aby na hraciu plochu nedopadali nijaké rušivé tiene. Táto sofistikovaná nosná konštrukcia budí i po 30-tich rokoch nebyvalý obdiv. Priekopnícke stavby takéhoto charakteru už nesú veľa prvkov s ktorými pracujú aj súčasní architekti v oblasti high-tech.

Detailedy charakterizujúce túto architektúru sa spájajú s jej nasledovnými funkčnými časťami.  
 1- nosná konštrukcia  
 2- obvodový plašť  
 3- technológia a TZB budovy

### 1. Nosná konštrukcia

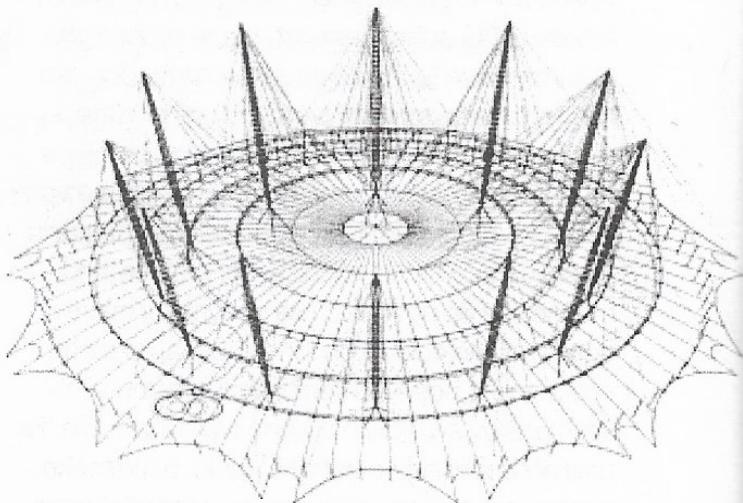
Nosná konštrukcia navrhovaného diela sa odvíja od architektom zvolenej formy. Už tu sa musí autor rozhodnúť pre uplatnenie nosného systému – jeho geometriu, štruktúru, materiál, farbu - všetko premietnuté do výsledného estetického pôsobenia.

Povaha materiálu membrány, jej flexibilita a dobromyselné správanie zvádzajú konštruk-

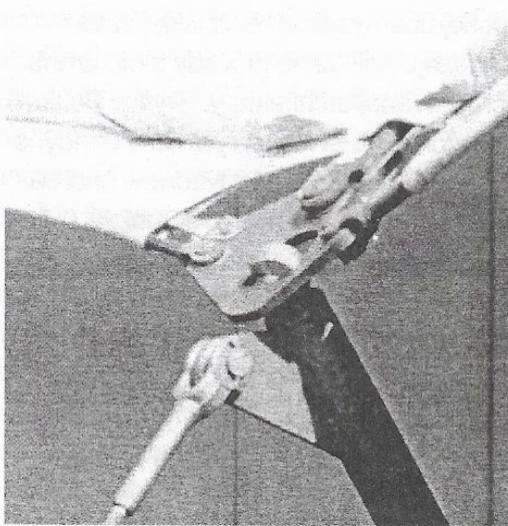
térov zbehlých v iných konštrukčných oblastiach, využiť tieto možnosti do krajnosti.

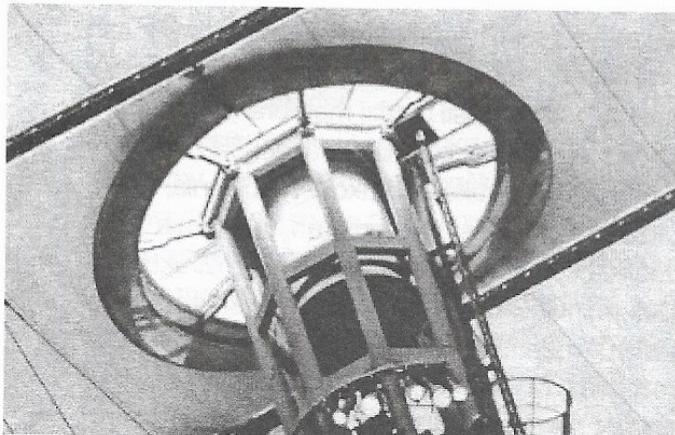
Tak vznikajú jedinečné konštrukcie architektonických diel, odvážnych foriem a rozpätí, odrážajúce často konštruktivistické zanietenie ich autorov. Neraz spojenie naprsto originálne navrhnutých nadväzujúcich konštrukčných prvkov, je potrebné spolu s vlastným objektom overovať na malých modeloch, čo môže byť príčinou posunutia finančnej latky.

Najnovšie prístupy sa najčastejšie odskúšavajú na svetových výstavách sprístupňujúc verejnosť aj nové poznatky vedy a techniky s uplatňovaním environmentálnych hľadísk. Architektúra neustále meniacia svoje nároky na funkciu už nemusí pretrávať veky. Prefabrikácia, demontovateľnosť a recyklovateľnosť sa stávajú dôležitými faktormi. Nosné princípy uprednostňujú veľké rozpätia a spektakulárne konštrukcie. Oblúbené je viditeľné vedenie „síl“ pred fasádou alebo v interéri, s použitím ľažných lán, napínacích tyčí, mrežových štruktúr z lán, dreva, ocele.



*Hala Milénia v Londýne. Architekti Richard Rogers Partnership. Membrána napínaná metódou okrajového napnutia – uplatnenie lanovej skruže. Dole detail pripojenia membrány*





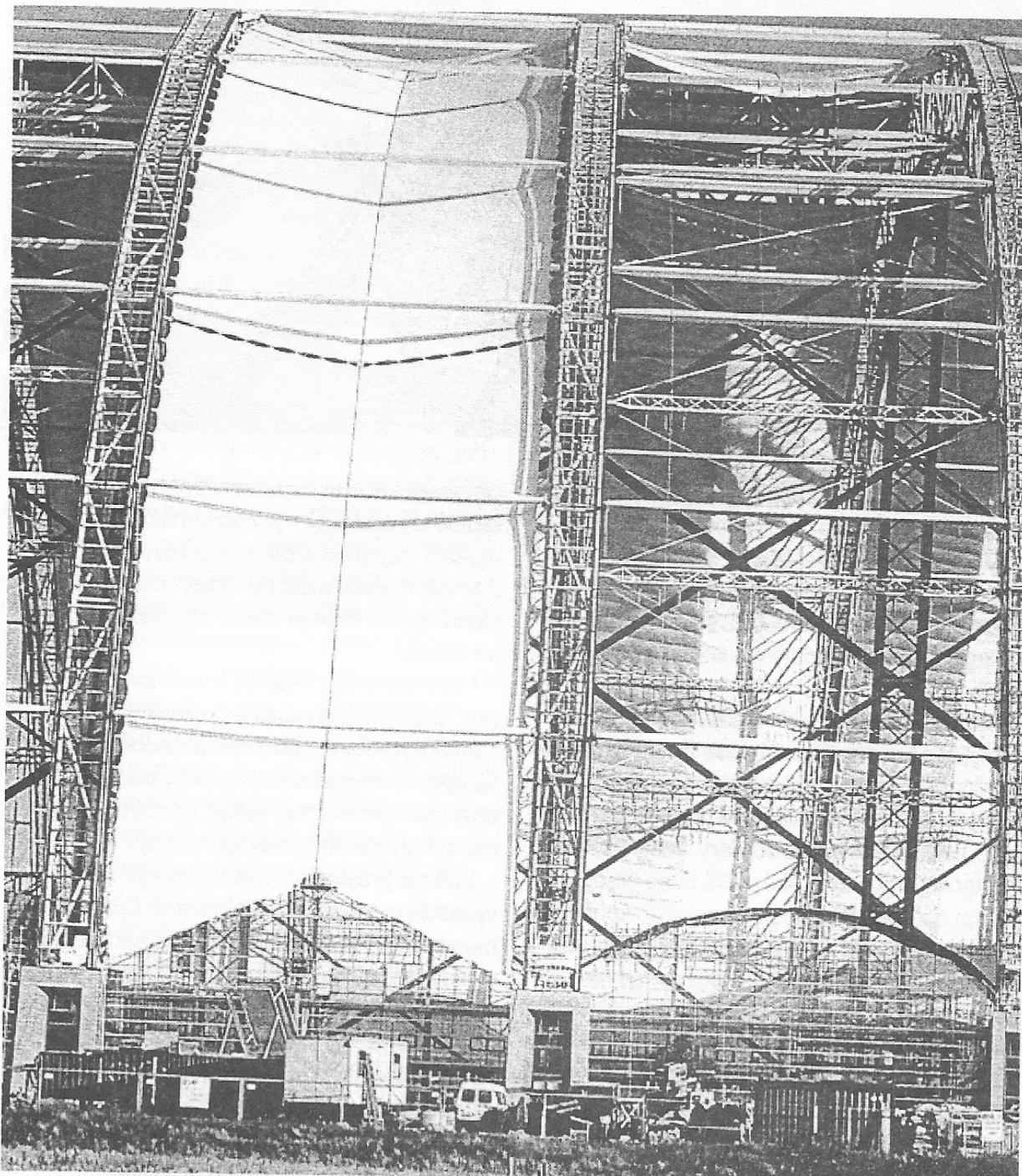
*Hala Milénia v Londýne, pripojenie membrány na stíp*

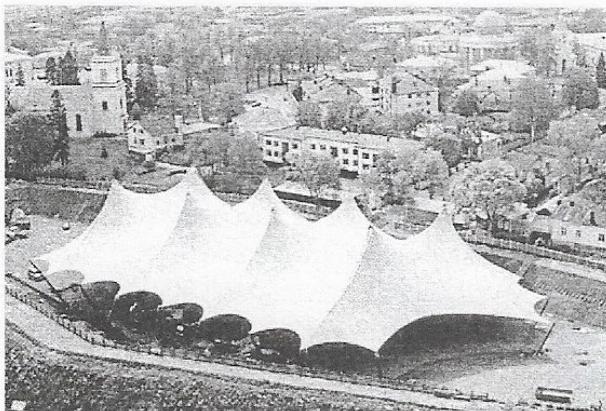
Z uplatňovaných konštrukčných princípov odvájajúcich sa od spôsobu napnutia membrány sú pre objekty tohto charakteru ako najvhodnejšie predo všetkým princípy mnohostranne predpínanej

membrány, membrány napínanej spôsobom okrajového pnutia. Výsledné štruktúry však často predstavujú rôzne modifikované kombinácie, ako odraz hľadania čo najvhodnejšej tvarovo pôsobivej a dostatočne pevnej konštrukcie.

Ohnuté napínacie laná, závesne alebo napínacie stožiare, lanové, drevené resp. oceľové mrežové štruktúry, uzavoreného statického princípu, rôzne tvarované priehradové nosníky z dreva, ocele resp. kombinované spriahnuté konštrukcie - sú umiestnené z vonkajšej alebo vnútornnej strany napnutej membrány, v exteriéri

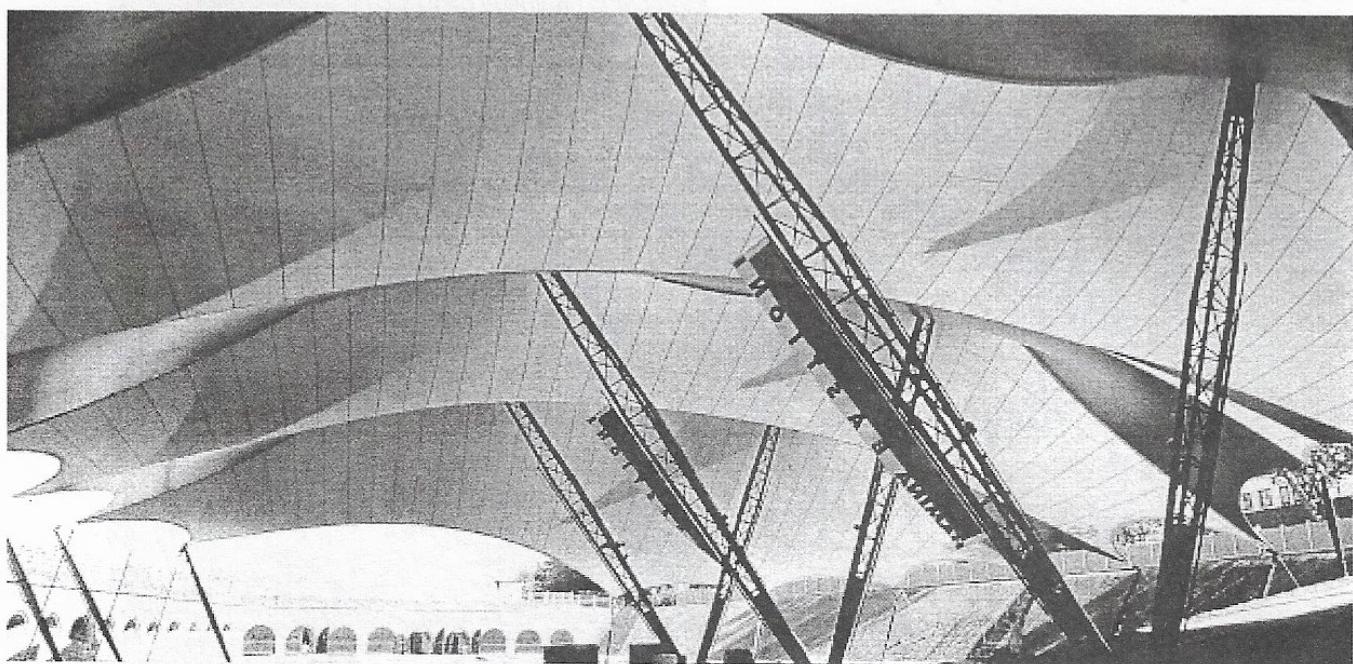
*Hangár pre vzducholode firmy CARGOLIFTER..  
Membrána napínaná metódou okrajového napnutia.  
Nosná konštrukcia – oceľová štruktúra. Výška 107 m,  
rozpäťie 210 m, dĺžka 360 m. Pohľad na 2 oblúkové  
moduly*





*Auditórium v Hamine, Fínsko. Architekt R. Mänttäri, spolupráca O. Hakanen. Celkový pohľad a interiér*

Determinujúcim faktorom pri týchto konštrukciách preklenujúcich priestor je vzťah medzi dostatočnosťou vzdialenosť medzi membránovými spojmi. Najväčšie rozpätie a najmenšie namáhanie pre konštrukcie zámkov – ukotvenia, prípadne pre spojenia membrán, umožňuje väčšiu ekonomicosť – úspornosť konštrukcie. Determinujúcim faktorom týchto konštrukcií je vzťah – rozpätie a spoj, pretože čím väčšie je rozpätie a čím menší je konštrukčný nárok na upevnenie resp spojenie membrány, tým ekonomickejšia je konštrukcia. Súčasne popri tom je určujúcim faktorom kvalita spoja. Aj tu platí, že



alebo interiéri navrhovaného objektu - kde neraz pútajú pozornosť ako prvok konštrukčného, nie vždy lacného exhibicionizmu. Sú zdrojom množstva architektonicky a technicky zaujímavých detailov a spolu s konštrukciou sa tak stavajú vonkajším alebo vnútorným zdrojom estetiky stavby.

Membránové stavby prinášajú špeciálne problémy, ako je spôsob navrhnutia okrajového lemovania, usporiadanie a spôsob akým sú udržiavané – korigované vnútri membránového pola vzdialenosťí napínacích lán, nosných a dištančných prvkov. Aké veľké bude predpätie a akým spôsobom bude prenesené do konštrukcie, ako sa dosiahne, a ako sa bude kontrolovať optimálne napätie. Bez týchto poznatkov nemôžno dokonale navrhnuť rozdelenie plôch membránovej stavby.

## 2. Obvodový plášť

Nezaplatileľnou vlastnosťou membrán je že materiál možno namáhať ľahovým napätiom.

čím prispôsobenejšie sú konštrukčné detaily na skutočné nároky, tým je celá konštrukcia trvácejšia a menej odkázaná na opravy (údržbu). Z tohto dôvodu musí byť adekvátna spojovacia technika membrán prvoradou požiadavkou pri konštrukcii.

Nevyhnutné je dokonalé know-how, od znalostí ako sa správa jednoduché spojenie šitím pri rozmanitých nárokoach až po pochopenie komplexného priebehu motoricky ovládaného otvárania a zatvárania veľkých dáždnikových prekrytí s vnútorným odvodom vody.

Veľkosť prestrešení membránových štruktúr si vyžaduje nutnosť ich prefabrikácie. Spájanie membránových segmentov dohromady rôznou spojovacou technikou sa musí realizovať vo väčších priestoroch alebo na väčších priestranstvách. Realizované spoje vytvárajú na povrchu objektu pravidelnú sieťovú štruktúru – štrukturálne pozadie.

Pokiaľ pri jednoplášťových membránach je táto štruktúra sotva rozoznateľná, plasticita

komorových a dvojplášťových vankúšových membrán poskytuje objektu spravidla výrazný štrukturálny charakter.

Často formulovaná poznámka známych konštruktérov, že problematika spočíva v detailoch platí vo zvýšenej miere pre membránové stavby. Ale so zreteľom na správnu funkčnosť a životnosť membránovej stavby, sú to kritériá rovnako významné ako na druhej strane problémy, ktoré môžu vzniknúť nesprávnym navrhnutím resp. nesprávnym uplatnením spojov.

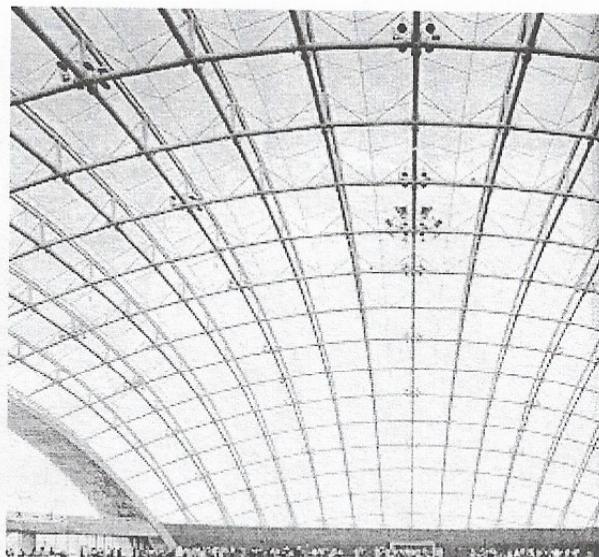
Fólie uplatňujúce sa v stavebnictve sú takmer výlučne fluorové umelé látky. Prednosť týchto materiálov spočíva predovšetkým vo vysokej priepustnosti svetla a UV žiarenia, ako aj vysokej odolnosti proti starnutiu. Jednovrstvové fólie sa napínajú tak ako každá technická membrána. Dvojrvstvové sa najčastejšie uplatňujú vo vankúšovej podobe, pričom ustavičný vnútorný tlak vzduchu stabilizuje membránu. Pri väčších rozpätiach sa fólie podlepujú mriežkovými nosnými tkaninami. Pre svoje vysoké samočistiace vlastnosti sa fluórové látky spracovávajú nielen na fólie ale ich samé používajú na povrstvenie materiálov tkanín (sklo, PTFE), alebo čoraz častejšie na povrchové zušľachtenie vrstvených materiálov – tkanín, ako napr. (PES/PVC, s PVDF v najvyššej vrstve a to jednostranne alebo obojstranne.

### 3. Technológia a TZB

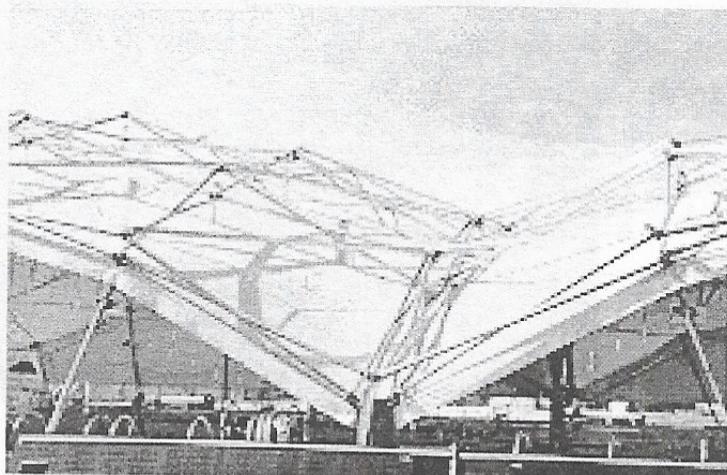
Technologické zariadenia a prvky technického vybavenia budov ako jeden z charakteristických znakov HI-TECH nie sú typické pre všetky druhy stavieb textilnej architektúry. Uplatňujú sa predovšetkým na membránových stavbách ktoré svojou náročnosťou prekračujú rámec bežných stavieb. Ich dekoratívna hodnota závisí na použití aplikovanej obrazotvornosti zdrojov vychádzajúcich predovšetkým z architektovho nadšenia pre technickú estetiku a nároky na vytvorenie funkčného - prevádzkového prostredia navrhovaného objektu. Uplatnenie tohto princípu na veľkých budovách nie je bez problémov. Tvarovo priodená zaoblenosť konštrukcie membrány si vyžaduje ich situovanie v intaktnej polohe – nezávisle od materiálu opláštenia.

Ako prvky technického akcentu zvýrazňujú základné osi kompozície, alebo umiestnené na jeho nadväzujúcich pevných konštrukčných súčastiach – obalovej konštrukcii resp. komunikačných jadrach dotvárajú HI-TECH charakter architektonického diela.

Vedenie rozvodov, sanita, eskalátory, výtahy a iné prvky technického vybavenia sú zámerne



*Vzťah membrány a nosnej konštrukcie je zdrojom množstva architektonických a technických detailov, vytvárajúcich vonkajšiu a vnútornú estetiku stavby. Na obrázkoch membránové pole napínané spodnou nosnou konštrukciou (hore) a membránové pole napínané hornou nosnou konštrukciou (dole).*



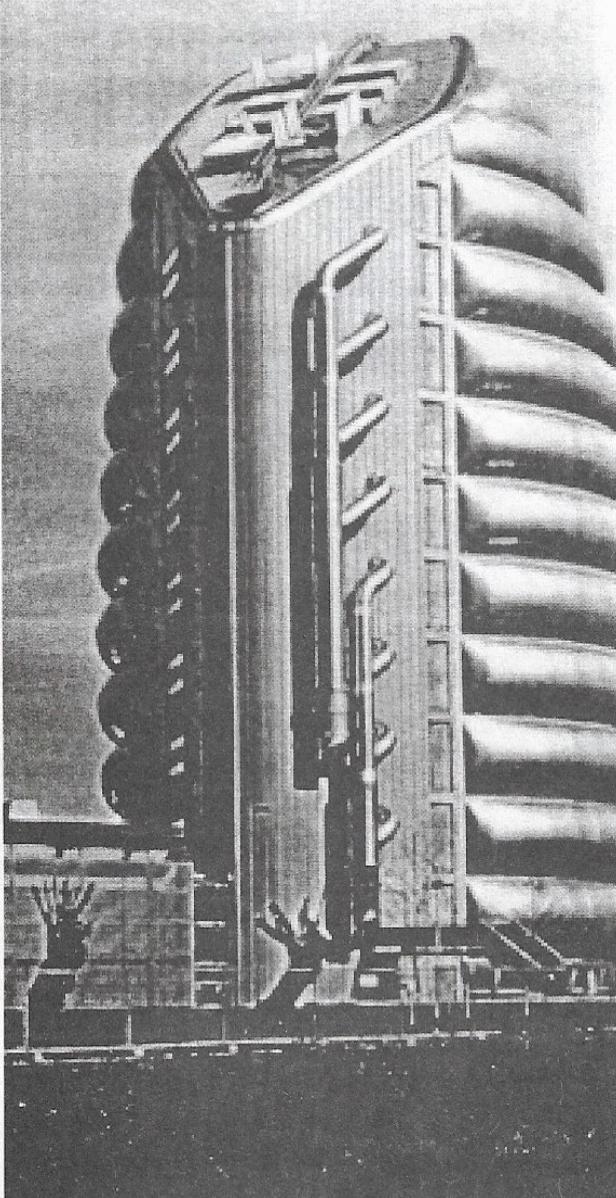
viditeľné a vtláčajú tým architektúre špecifickú pečať, i keď nejde vždy o racionálne rozhodnutia. Ich využitím v kompozícii sa vytvárajú prekvapivo nové idey v navrhovaní a celkom neočakávané formy stavieb a priestoru.

Tento konštruktívny exhibicionizmus sice môže byť pomerne nákladný, pre stavebníka však predstavuje vysokú reklamnú účinnosť. A tak, najlepšie diela svetovej HI-TECH by určite nemohli vzniknúť bez podpory zo strany investorov.

### ZÁVER

Pri výstavbe membránových stavieb možno kriticky konštatovať, že pri spojení s inými materiálmi sa vynakladajú veľké náklady bez toho, aby sa zadoslučnilo, špecifickým nárokom ohybného elementu ako je membrána.

Často sa však problém začína už pri plánovaní, ktoré necháva bokom špecifické vlastnosti membránovej konštrukcie a neadekvátnie požiadavky,



Národné vesmírne centrum v Leicestri, Anglicko.  
Architektio Nicolas Grimshaw Association. Umiestnenie prvkov technického vybavenia na vonkajšom opláštení komunikačného traktu "Raketovej haly".

základnú geometriu – pôdorys, a nepatrým za-krivením privádza do rozpakov tak konštruktéra ako aj dodávateľa textilie.

Odvíjajúc sa od rozmanitých plachtových konštrukcií odlišných veľkosťou a formou vyvinulo sa membránové stavitelstvo na samostatnú oblasť inžinierskej činnosti. Oproti klasickým celkovým halám, ktorých textilný povrch mal za úlohu obliect' nosnú konštrukciu, vysoko pevné membrány sú samonosnými stavebnými prvkami, pri ktorých je odvedenie záťaže vetra a snehu za-bezpečené zakrivením a predpätím. Doterajšie hlavné úlohy zahŕňať a oddelovať sa v rastúcej miere rozširujú o tepelnno-technické a zvukotechnické funkcie. Súčasné výsledky vývinu ukazujú že viacvrstevnosťou membrán vo vzájomnej spojitosti alebo aj nezávislosti od seba, v prípade potreby naplnených rôznymi médiami – možno

dosiahnuť použiteľné tepelnnoizolačné a zvuko-izolačné vlastnosti, bez toho aby bolo potrebné rezignovať na prednosti ľahkého flexibilného materiálu.

Aj keď tieto vývinové aktivity stále otvoreného systému sú ešte len na začiatku, predsa už ukažujú celé spektrum ďalších oblastí – na jednej strane v oblasti nových stavebných úloh, kde sa konvenčné konštrukcie nedajú uplatniť, na druhej strane nahradením tradičných konštrukcií, kde sú membránové stavby čo do nákladov jednoznačne výhodnejšie.

#### LITERATÚRA:

1. Jan Čejka: Tendenzen riegenossischer Architektur. Verlag W. Kohlhammer Stuttgart Berlin Köln
2. Reter Gossel, Gabriele Leuthauser, Architecture in the Twentieth Century - Open Structures. TASCHEN, GmbH, 2001
3. Prof. Ing. Imrich Tužinský, CSc.: Progresívne konštrukcie a technika v architektúre. Architektonické listy FA STU
4. Bubner Ewald: Membrankonstruktionen – Verbindungstechniken, conections details. Druckerei Wehlmann GmbH, Essen, Deutschland.
5. Piere von Mies: Estetika gravitace. Architekt, 2000/6