

# **LÉGPÁRNÁSHAJÓTEST TERVEZÉSE**

## **Réteges anyagok**

Ez a jegyzet főként a könnyű légpárnashajók alsó hajótestének kompozit anyagokból történő építésével foglalkozik.

A legtöbb verseny-, vagy cirkáló légpárnás, vitorlás, nagyteljesítményű motorcsónak, egyedi tervezésű hajó teste és fedélzete olyan réteges anyagból készül, amely legalább egy magréteget tartalmaz. Ez a magréteg a hajótestet merevvé és könnyűvé teszi. A merevség esetünkben az jelenti, hogy a hajótest nem hajlik, deformálódik, így a test hidrodinamikai ellenállása nem növekszik, és a hajó nem lassul. A könnyebb hajótest miatt kisebb tömeget kell mozgatnunk a vízben, illetve a víz-, vagy földfelszín felett, tehát a hajó sebessége is nagyobb. Ezen kívül a magrétegek szigetelik a hajótestet a hidegtől, a melegtől, elnyelik a motor által keltett rezgéseket, zajokat, a hajótesthez verődő hullámokat. A magrétegeknek köszönhetően általában nő teljesítmény és a hajók nagyobb kényelmet biztosítanak.

A magrétegek különféle anyagokból készülnek, melyek szilárdsági és merevségi tulajdonságaik eltérőek. Mivel a mag a hajószervezet szerves része, ezért a tervezőnek figyelembe kell vennie ezeket a tulajdonságokat azért, hogy a hajószervezet, illetve a fedélzet a fellépő igénybevételek hatására ne törjön el. A hajótest tervezésének és a szerkezet működésének megértéséhez összehasonlíthatjuk magunknak ezeket az anyagokat.

A hajótest réteges szerkezetét különféle belső elemekkel, mint pl. a vízhatlan válaszfalakkal és hosszirányú merevítőkkal, tehetjük szilárdabbá. Ezek a belső részek a szerkezetet táblaelemekre osztják. Mindenegyik táblára erőhatást gyakorol a víz, légpárnán történő haladás esetén a levegő nyomása, emellett a panelokra ütést mérnek a felverődő hullámok, illetve a fenékmagasságnál nagyobb tárgyakkal történő ütközések. A terhelések hatására a réteges szerkezet meghajlik és a keresztmetszetben feszültségek ébrednek.

Vizsgáljuk meg közelebbről a lap egy vékony csíkját. Azt hihetnénk, hogy a legnagyobb feszültség a szalag közepén ébred, mivel ott a legnagyobb a meghajlás. A valóságban azonban a legnagyobb feszültségi értékek a szalag végeiben ébrednek, mivel ezekben a pontokban három féle feszültség lép fel.

Egyrétegű szerkezet esetén a külső felületben húzó-, a belső felületben nyomó, a középső felületben, pedig nyírófeszültség ébred.

A húzó-, és nyomófeszültséget általában könnyű léthatóvá tenni, felismerni. A nyírófeszültség a külső és belső rétegeket egymással ellentétes irányban igyekszik elcsúsztatni. Ez a csúsztató (nyíró) feszültség a keresztmetszet közepén a legnagyobb.

Ahhoz, hogy az egyrétegű szerkezet törés nélkül megfeleljen az ébredő igénybevételeknek, a keresztmetszetnek viszonylagosan vastagnak, ezért a szerkezetnek nehéznek kell lennie.

Magréteggel rendelkező réteges szerkezetnél a szélső rétegekben csak húzó-, illetve nyomó-, a magrétegben, pedig csak nyírófeszültség ébred. A terhelés okozta feszültségek elkülönítése eredményeként a két, maggal elkülönített, keresztmetszet vastagsága kisebb lehet, mint egy megfelelő szilárdságú egyrétegű szerkezeté. A magrétegnek azonban meg lehetőségen vastagnak kell lennie, ezért a teljes keresztmetszet vastagabb, mint egy egyrétegű szerkezet vastagsága. A magréteg-anyagok többsége kimondottan jó úszási tulajdonságokkal rendelkezik, tehát műszaki szempontból a magréteggel rendelkező anyag - annak ellenére, hogy vastagabb- a réteges szerkezetű hajótestnek nagyobb merevséget biztosít. A maganyagok nagyon könnyűek, ezért a szerkezet tömege kisebb, mint az ugyanarra a terhelésre megfelelő egyrétegű lapoké, miközben az úszási tulajdonság kedvezőbb.

A hajószerkezet és a fedélzet építésénél legelterjedtebben alkalmazott maganyag a balzafa, a PVC hab, a SAN (sztirolakrilnitril) hab, a méhsejtszerkezetű aramid (Kevlar), műanyag és papír.

A legelterjedtebb balza magot a rétegtől rétegig futó erezésű balzából és a végein a szálirányra merőlegesen vágott balzafából készítik.

A balza maganyagok vezető fejlesztője és gyártója a Baltek Corporation ([www.baltek.com](http://www.baltek.com)). A cég 104, 152 és 248kg/m<sup>3</sup> sűrűségű balza maganyagokat forgalmaz. A közelmúltban a cég SuperLite márkaneven megkezdte a 78÷139kg/m<sup>3</sup> sűrűségű könnyű balza maganyagok forgalmazását.

A PVC haboknak két fajtája létezik: a térhálósított, illetve a lineáris (nem térhálósított). A térhálósított hab ridegebb, ezért túlzott mértékű hajlítás esetén eltörik. Az anyag 48÷400kg/m<sup>3</sup>-es sűrűségekben kapható. Hajóépítéshez leggyakrabban a 80÷160kg/m<sup>3</sup> sűrűségű habokat használják.

Térhálósított PVC maganyagok a Divinycell, a Klegecell, ezeket a Diab Group gyártja ([www.diabgroup.com](http://www.diabgroup.com)). A cég emellett forgalmaz ProBalsa néven 90, 155 és 221kg/m<sup>3</sup> sűrűségű balzafa maganyagot is.

A lineáris PVC kémiaiilag nem térhálósított szerkezetű, és hajlításakor nem törik el. Csak kétféle, 60 és 88kg/m<sup>3</sup>-es sűrűségben kapható. A legjobb lineáris PVC maganyagot Airex néven a Baltek Corporation forgalmazza.

A SAN hab egy új típusú maganyag, amit napjainkban fejlesztettek ki. Core-Cell néven ilyen anyagot gyárt az ATC Chemical Corporation ([www.atc-chem.com](http://www.atc-chem.com)). Az anyag alapvetően kombinálja a Baltek Corporation Airex márkanevű, nem térhálósított anyagának a hajlékonyságát, a térhálósított anyagok –mint pl. Divinycell- széles 48÷192kg/m<sup>3</sup> sűrűségválasztékával.

Méhsejtszerkezetű anyagok ára nagyon magas, ezért csak ritkán, a nagyon drága egyedi hajók gyártásánál használják. Az anyag nagyon könnyű és szerkezete cellás, hasonló a méhkaptár szerkezetéhez.

A méhsejtszerkezetű magokat különféle anyagokból gyártják:

- Nomex, aramid rosttal (Hexcel Composites, [www.hexcel.com](http://www.hexcel.com))
- Műanyag, Nida-Core néven (Nida-Core Corporation, [www.nida-core.com](http://www.nida-core.com))
- Papír, Tricel néven (Tricel Corporation, [www.tricelcorp.com](http://www.tricelcorp.com))

A fenti anyagok közül a Nomex a legdrágább és elsődlegesen egyedi gyártású hajóknál használják. A műanyag maganyagokat növekvő számban használják hajótestek és fedélzetek szerkezeti anyagaként (a jegyzet szerzője is ezt preferálja nagyobb hajótestek esetén). A papír maganyag használata test és fedélzetépítéshez nem javasolt. Ha a papír mag vizet kap, akkor -hasonlóan az esőn hagyott kartondobozhoz- pépessé válik, emellett ha nem megfelelően készítjük a testet, akkor a papírmag nagy mennyiségű gyantát szív magába.

Összességében tehát elmondható, hogy a fenti anyagok közös jellemzője az, hogy áruk elég magas és gyakran nehezen beszerezhetőek.

Célszerű tehát egy olyan anyagot keresni, amely ára és fizikai tulajdonságai megfelelőek, emellett beszerzése sem nehézkes.

Egy ilyen anyag lehet az általánosan elterjedt polisztirol hőszigetelő lemez. A lemez hátránya, hogy a panelt minden oldalról epoxi gyantával (nem poliészterrel) kell tömíteni. Ha a tömítettség nem megfelelő, akkor a festékoldó szerek, a gázolaj vagy más vegyi anyagok feloldhatják a lemezeket.

Ezek az extrudált polisztirol hablemezek (XPS) szinte mindenhol beszerezhetőek (BUDAPLAST Rt., [www.budaplastrt.hu](http://www.budaplastrt.hu)) elérhető áron, emellett a lemez nagyszerű úszási tulajdonsággal rendelkezik.

