

Alex Olshove

A LÉGPÁRNÁSHAJÓÉPÍTÉS GYAKRAN ISMÉTELT
KÉRDÉSEI

Fordította: Németh Richárd

2004. október 12.

Tartalomjegyzék

1	MI AZ A LÉGPÁRNÁSHAJÓ?	3
2	A SZOKNYA	3
2.1	MI A SZOKNYA RENDELTETÉSE?	3
2.2	MILYEN SZOKNYATÍPUSOK VANNAK?	3
2.2.1	Zsákszoknya	3
2.2.2	Szegmentált szoknya	4
2.2.3	Cellás szoknya	4
2.3	SZOKNYATÍPUSOK TULAJDONSÁGAINAK ÖSSZEHASONLÍTÁSA	4
3	MOTOROK	5
3.1	HÁNY DARAB MOTORT ALKALMAZZUNK?	5
3.2	MILYEN TÍPUSÚ MOTORT ALKALMAZZUNK?	5
4	MILYEN SZERKEZETTEL ÁLLÍTJUK A LEVEGŐÁRAMOT?	5
4.1	HÁNY DARAB VENTILÁTORT ALKALMAZZUNK?	5
4.1.1	Egyventilátoros kialakítás	6
4.1.2	Kétventilátoros kialakítás	6
4.2	MILYEN TÍPUSÚ VENTILÁTOROK VANNAK?	6
4.2.1	Axiális ventilátorok	6
4.2.1.1	Légcsatornába szerelt ventilátorok	6
4.2.1.2	Propellerek	6
4.2.1.3	Propellerek és ventilátorok összehasonlítása	7
4.2.2	Radiális ventilátorok	7
5	MENNYIBE KERÜLNEK A LÉGPÁRNÁSHAJÓK?	7
6	FÉKEZHETÜNK ÉS TOLATHATUNK-E A LÉGPÁRNÁSHAJÓVAL?	7
6.1	FÉKEZÉSRE ÁLLÍTHATÓ VENTILÁTOROK	7
6.2	FÉKEZŐ LAPÁT	8
6.3	FÉKEZŐ HAJTÁS	8
6.4	TERELŐNYÍLÁSOK	8
7	JELENTKEZNEK HÁTRÁNYOS IRÁNYÍTÁSI TULAJDONSÁGOK?	8

1 Mi az a légpárnashajó?

A modern légpárnashajók leírásával szeretnék erre a kérdésre választ adni. Talán a későbbiekben sort kerítek a légpárnashajók történeti áttekintésére is, olyan témával, mint pl. a kerületen elhelyezett fúvókák kérdése.

A légpárnashajó egy olyan jármű, amely egy légpárnán lebeg. A levegőpárnát ventilátorral állítjuk elő, amihez egy motort kapcsolunk, amit pedig a hajóhoz rögzítjük. A párnát egy hajlékony köpeny fogja össze, amit „szoknyának” nevezünk és a hajó pereméhez rögzítünk, hogy a levegőt a légpárnashajó alatt tartsuk, és így a légpárnán haladjunk. A hajót ezek után valamivel meghajtjuk, ami azt jelenti, hogy ez a valami a hajót szükségszerűen előre mozgatja. A légpárnashajók túlnyomó része egyszerű, 2 vagy 4 ütemű motorral hajtott, légcsatornába szerelt ventilátort, vagy propellert használ az előrehaladáshoz. Bizonyosak lehetünk abban, hogy a légpárnásoknál ismert összes meghajtást már kipróbálták a repülőgépek sugárhajtású rendszereiben.

A légpárnashajókon alkalmazott kormány szerkezeteket eredetileg a repülőgépeken használták oldalkormányként. A fő különbség talán az lehet, hogy a légpárnások esetében általában egynél több oldalkormányfelületet alkalmazunk. A kormányzás másik módszere az ún. terelőnyílásos irányítás (lásd. később) vagy a kettős ventilátorhajtás, ahol az egyik ventilátor lelassításával, és a másik felgyorsításával fordítjuk a hajót a kívánt irányba.

2 A szoknya

2.1 Mi a szoknya rendeltetése?

A szoknya a hajó egyik legfontosabb része, mivel ez a szerkezeti rész teszi lehetővé az akadályokon történő zavartalan áthaladást. Általánosan kijelenthető, hogy minél nagyobb a szoknyamagasság, annál nagyobb méretű akadályon képes a hajó áthaladni. Azonban, ha a szoknyamagasság túl nagy, akkor a hajótest oldalra kitér a szoknya felett, és a szoknya leereszti a levegőt, vagy a hajó túlzottan instabillá válik. E jelenségek értelmezése nem része a jegyzetnek, ezért nem kerülnek további részletezésre. Nagyobb (1 vagy 2 tonnánál nehezebb) hajók esetén a szoknya gumírozott szövetből készül. Kisebb, pihenési céllal használt légpárnashajók szoknyája olyan neoprénrel bevont nylonból van, amely tömege $\geq 270\text{g/m}^2$ (8oz/sq.yd).

2.2 Milyen szoknyatípusok vannak?

Számos szoknyatípus létezik, de a legelterjedtebbek a zsák, szegmentált, valamint a cellás szoknya.

2.2.1 Zsákszoknya

A szoknya kialakítása alapvetően éppen olyan, mint... egy zsáké. A zsákszoknyát talán csőszoknyának kellene inkább nevezni, mivel csőszerűen halad körbe a hajótest külső peremén. A zsák levegővel töltött, ez teszi lehetővé a légpárnashajó elemelkedését a talajtól, de ami még fontosabb, a felfújt zsák tartja a levegőpárnát a hajó alatt. A zsákszoknyát kétféleképpen fújhatjuk fel levegővel, az első a soros, a második a párhuzamos betáplálási módszer. Soros megoldásnál a ventilátorral előállított levegőt először a szoknyába, majd azon keresztül a hajótest alá irányítjuk. Párhuzamos betáplálásnál a termelt levegőből leválasztásra kerül egy bizonyos mennyiség (hozzávetőlegesen a teljes mennyiség 10%-a), amit a szoknyába, a fennmaradó részt, pedig közvetlenül a hajótest alatt kialakuló levegőpárnába juttatjuk.

2.2.2 Szegmentált szoknya

A szegmentált szoknyát nevezzük „ujj” szoknyának is, mivel a teljes szoknya elkülönülő nylon szoknyaelemekből épül fel, és felfújott állapotban az egymásnak feszülő szegmenseknek olyan az alakjuk, mint a szorosan egymásmellé szorított újjak a kézfejükön (Szorítsuk ökölbe a kezünket és nézzünk rá szemből). Bonyolultabb a gyártása, mint a zsákszoknyáé, azonban ennek a típusnak sokkal kisebb a mozgási ellenállása, emellett javítása is egyszerűbb, mivel sérülés esetén, a teljes szoknya helyett, csak a meghibásodott darabokat kell kicserélni. A szegmentált szoknyás légpárnashajó kevésbé stabil, mint a zsákszoknyával szerelték, azonban ez versenylégpárnások esetén nem szükségszerűen jelent hátrányt.

2.2.3 Cellás szoknya

A szoknya olyan elemeket tartalmaz, amelyek csonka kúp alakúak és alapélükkel egy zsákszoknya aljához kapcsolódnak. Felfújott állapotban ezek a kúpok jól tartják a hajót és stabil levegőpárnát biztosítanak. Az ilyen szoknyával szerelt hajóknál a hajó kerületén körbefutó zsákszoknyában legalább 2 vagy 3 cella található. Annak ellenére, hogy az ilyen szoknyával szerelt hajó nagyon stabil, magas fűvel vagy murvával borított egyenetlen felületen a szoknya felfújása nehézségeket okoz, emellett a szoknya hajlamos arra, hogy felkanalazza a zavaros vizet és elakadjon a magas fűben.

2.3 Szoknyatípusok tulajdonságainak összehasonlítása

Jellemzők	Szoknyatípusok		
	Zsák	Ujj	Cellás
Ár	alacsony	magas	alacsony
Előállítás munkaiigénye	alacsony	magas	közepes
Ellenállás			
Sima vízfelszín	egyforma	egyforma	egyforma
Zavaros vízfelszín	magas	alacsony	nagyon magas
Sáros felszín	magas	alacsony	alacsony
Füves felszín	magas	alacsony	közepesen magas
Jég	egyforma	egyforma	egyforma
Havas sima felszín	közepes	alacsony	alacsony
Egyenetlen havas felszín	magas	alacsony	alacsony
Javíthatóság	nehéz	könnyű	nehéz
Élettartam	jó	mérsékelt	jó
Tartósság	jó	gyenge	mérsékelt
Stabilitás	jó	gyenge	kiváló
Befúródási tulajdonság	egyforma	egyforma	egyforma
Gördülési képesség forduláskor	gyenge	kiváló	nincsen
Por- és vízpermet képződés a szoknya körül	erősebb	gyenge	erősebb
Színválaszték	korlátozott	korlátlan	korlátozott
Rögzítés egyszerűsége	mérsékelt	könnyű	mérsékeltlen nehéz
Súly	alacsony	közepes	alacsony
Alakváltozási képesség	mérsékelt	jó	gyengén közepes
Nagysebességű haladási tulajdonságok	jó	közepes	közepes
Kidomborodási képesség	gyenge	gyenge	jó
Megjelenés	közepes	jó	közepes
Visszarugózási képesség	gyenge	jó	jó
Sérülést követő teljesítmény	közepes	jó	gyenge
Továbbfejlesztés lehetősége	jó	jó	jó
Vízfelszínről történő gyors felemelkedés képessége	gyenge	jó	kiváló
Akadályvétel	gyenge	jó	gyenge
Bonyolultság foka	alacsony	nagy	közepes

Kivonat a „Könnyű légpárnashajók tervezése” című könyvből

Szerzők: Christopher Fitzgerald, Robert Wilson

3 Motorok

3.1 Hány darab motort alkalmazunk?

Az emberi erővel hajtott légpárnást leszámítva, legalább egy darab motor alkalmazása szükséges. Hagyományos légpárnáshajónál levegőt használunk az emeléshez (légpárna előállítás) és a tolóerő létrehozásához (ez mozgatja előre a hajót). Az emelő-, és tolóerő előállításához elegendő egy motort használni, amivel vagy egy olyan ventilátort hajtunk meg, amelynél a termelt levegő egy bizonyos mennyiségét (kb. 33%-át) emeléshez választjuk le, és a maradékkal tolóerőt fejtünk ki (ezt nevezzük integrált rendszernek), vagy egy motorral hajtunk elkülönített emelő-, és tolóventilátorokat.

A legegyszerűbb megoldás azonban az, hogy két motort használunk, ahol a nagyobb teljesítményű motor feladata a tolóerő, a kisebbiké, pedig az emelőerő biztosítása.

A nagyobb kereskedelmi hajók 6 vagy 8 darab motort is használhatnak e funkciók megvalósítására. Az alkalmazott motortípusok skálája széles, és a dízelmotoroktól egészen a gázturbináig terjed.

3.2 Milyen típusú motort alkalmazunk?

Egy légpárnáshajó meghajtásához szinte bármilyen típusú motor számításba jöhet és a tapasztalatok alapján elmondhatjuk, hogy számos típust ki is próbáltak már. A motorral kapcsolatos legfontosabb kérdés a súly. Légpárnáshajók esetében az a kedvező, ha minél könnyebb motorral tudunk megfelelő teljesítményt elérni. Nagy tömeg esetén a légpárnával nagy súlyt kell emelni, álló helyzetből mozgatni, gyorsítani (vagy szükség esetén megállítani). Emellett a hajó súlyának növekedésével a súrlódási ellenállások is elkerülhetetlenül megnövekednek. Tehát célszerűen könnyű, de erős motort kell alkalmazni. Napjainkban a versenylégpárnásokhoz alkalmazható legjobb tömeg és teljesítményaránytal a kétütemű motorok rendelkeznek. Sajnos ezek általában hangosak és működésükben szeszélyesek. Rendszerint a motor magasabb fordulatszámát a ventilátor, vagy a propeller alacsonyabb működési fordulatszámához kell fogaskerekekkel, lánc- vagy szíjhajtással illeszteni.

Túlnyomórészt a nehezebb, de halkabb négyütemű motorokat alkalmazzák. Habár ezeknek a motoroknak kisebb a teljesítményük, mint egy ugyanolyan kétüteműé, azonban sokkal halkabbak, nem (speciális) keverék üzemanyaggal működnek, valamint egyes esetekben nincs szükség a lassító áttételre sem.

A nagyméretű katonai és kereskedelmi légpárnásoknál -a dízelmotorok mellett- több ezer lóerős gázturbinákat is használnak.

4 Milyen szerkezettel állítjuk a levegőáramot?

A levegőt „ventilátorokkal” állítjuk elő. Ezek a ventilátorok a légpárnáshajók egyik legfontosabb elemei, elsődleges feladatuk a szoknya alatti levegőpárna, valamint a hajó előrehaladását biztosító tolóerő létrehozása. Ebben a szövegben a „ventilátor” kifejezést használjuk mind olyan eszköz leírására, amely az előző célokat valósítja meg.

4.1 Hány darab ventilátort alkalmazunk?

A légpárnáshajón annyi ventilátort alkalmazható, amennyit a tervező szükségesnek tart. Olyan nagyméretű katonai és kereskedelmi hajó, mint a Bell Aerospace AALC Jeff (B) típusa, hat darab emelő-, és két darab tolóventilátort használ. Pihenési céllal épített légpárnáshajók többsége két alapkivitellel működik. Ezek az egy-, és kétventilátoros kialakítások.

4.1.1 Egyventilátoros kialakítás

Ennél a rendszernél egy motor egy ventilátort (vagy propellert) működtet. Az előállított levegő legnagyobb része a légpárnáshajó mögé kerülve teszi lehetővé a helyváltoztatást, miközben egy meghatározott (kb. az összmenység 33%-ának megfelelő) mennyiségű levegőt leválasztva fenntartjuk a szoknya alatti levegőpárnát.

4.1.2 Kétventilátoros kialakítás

A duálventilátoros kialakításnál egy vagy két motort használunk két elkülönített ventilátor meghajtására. Az egyik ventilátor feladata a hajó alatti levegőpárna fenntartásához szükséges levegő előállítása, miközben a másik ventilátorral biztosítjuk az előrehaladáshoz szükséges tolóerőt. Jellemzően, ez a felépítés két független motort használ, azonban létezik olyan megoldás is, amelynél egy motorral hajtjuk mindkét ventilátort. Az összetett erőátviteli feladat miatt ez a kialakítás bonyolultabb, mint a két különálló motoros hajtás. Mindenekelőtt állandó sebességet kell biztosítani az emelőventilátor számára, miközben a tolóventilátor fordulatszámát mérsékelt értéken kell tartani. Ha ez nem sikerül, akkor a kétventilátoros megoldás alapvető előnye veszik el.

4.2 Milyen típusú ventilátorok vannak?

A számtalan olyan ventilátor van, amely számításba jöhet, azonban két fő típust különböztetünk meg, ezek az axiális és a radiális ventilátorok.

4.2.1 Axiális ventilátorok

Az axiális ventilátorok azok, amik a levegőt tengelyükkel párhuzamos irányban szállítják. Ilyen axiális berendezések a propellerek és a légcsatornába szerelt axiális ventilátorok.

4.2.1.1 Légcsatornába szerelt ventilátorok

Ezek a ventilátorok jellemzően, olyan lapátokkal készülnek, melyek a külső végüktől a lapáttő felé elvékonyodóak. Az axiális ventilátorok lapátszáma 3-tól 12, vagy még több is lehet. A ventilátorokat, hogy azok a le tudják adni a legnagyobb teljesítményüket, csatornába kell szerelni. A csővezetékbe épített ventilátorok egyik előnye, hogy a ventilátor által előállított levegőoszlopba beépíthető olyan mechanizmus, mint pl. lapát, amely a kiáramló levegő irányát változtatja. A ventilátorok másik előnye, hogy méretük kisebb, mint a propellereké, ezért lehetővé válik az, hogy több ventilátort építsünk egymás mellé, ami jobb hajóirányítást biztosít (az egyiket gyorsítjuk, a másikat lassítjuk, és a hajó elfordul). A másik fontos előny, hogy a ventilátorok a gyártóktól egyszerűen beszerezhetőek. A légcsatornába szerelt ventilátorokkal mind az emelő-, mind a tolóerő biztosítható.

4.2.1.2 Propellerek

A propellereket jellemzően 2 és 5 darab lapáttal használjuk, ezek azonban jelentősen hosszabbak, mint a ventilátorok lapátjai. A propellerek hatásfoka nagyobb (emellett alkalmazásuk is biztonságosabb), ha csatornába helyezük őket, azonban nem biztos, hogy ezzel a megoldással szabad levegőn megfelelően működnek. A propellert ki kell cserélni, ha egy darabja kitörik, míg ventilátor esetén annak lapátjai egyenként kicserélhetőek. A propellerek általában zajosabbak, mint a ventilátorok. A propellerekkel mind az emelő-, mind a tolóerő biztosítható.

4.2.1.3 Propellerek és ventilátorok összehasonlítása

Propeller	Ventilátor
Nagyobb tolóerő/Teljesítményigény arány	Nincs lapátleélezés
Olcsóbb	Drágább
Zajosabb	Halkabb
Nagyobb fordulatszám	Kisebb fordulatszám
Éles lapátok	Kisebb lapátérózió
Nagyobb átmérő	Kisebb átmérő
Védőburkolat szükséges	Védőburkolat szükséges
8" és nagyobb átmérők	Legnagyobb átmérő 48"
Gyors reagálás a gázadásra	Lassú reagálás a gázadásra
Meghibásodáskor az egész cserélendő	Meghibásodáskor a lapátok egyenként cserélhetőek

Kivonat a „*Hobby légpárnáshajózás*” című könyvből

Szerző: James Perazzo

4.2.2 Radiális ventilátorok

A radiális ventilátorok azok, amik a levegőt tengelyükre merőleges irányban szállítják. A ventilátor a levegőt a járókereke közepén, annak tengelyével párhuzamosan szívja be, és erre merőlegesen, a járókerék oldalán dobja ki (pl. egyes hajszárítóknál található ilyen ventilátorokat). Ezeket a típusú ventilátorokat, a meghatározott tengelyállás és a viszonylag nagy terjedelem miatt, általában csak emelőventilátorokként alkalmazzák, azonban készült néhány olyan légpárnáshajó is, amelybe kizárólag csak ezt a típust építették be.

5 Mennyibe kerülnek a légpárnáshajók?

Az árat számos tényező befolyásolja. Építhetünk légpárnást kevesebb, mint 60.000Ft-ból (300\$), ha nem zavar, hogy a hajó terhelhetősége nem éri el 45kg-ot és sebessége is csak 8km/h. Azonban ha azt szeretnénk, hogy a hajó két személyt szállítson 50km/h-ás sebességgel, akkor közel 1.000.000Ft-ot (5.000\$) kell költenünk egy előregyártott hajóra. Ugyanolyan típusú használt hajót vásárolhatunk 200.000 és 1.000.000Ft (1.000-5.000\$) közötti áron, ebbe az árba esetleg még egy utánfutó is beleférhet. Ha kellő érzékkel rendelkezünk, akkor kevesebb, mint 200.000Ft-ból kihozhatunk egy légpárnáshajót, azonban költhetünk rá annyit is, amennyit csak akarunk. Mindent egybevetve, a költségeket a felhasznált anyagok (üvegszál vagy fa rétegeltlemez?), az építéssel eltöltött idő, a motor, vagy motorok (Rotax 503 vagy B&S 12LE?), a ventilátor, vagy ventilátorok, a szoknya (zsák vagy szegmentált?) és az egyéb elektromos eszközök (rádióirányítás? Elektromos működtetés?) típusa határozza meg.

6 Fékezhetünk és tolathatunk-e a légpárnáshajóval?

Igen, azonban ez valamilyen műszaki „hókuszpókusszal” oldható meg, mivel a hajó egyik része sem érintkezik a talajjal. Mindezt fékező ventilátorral, fékező lapáttal, fékező meghajtással, vagy terelőnyílásokkal valósítják meg.

6.1 Fékezésre állítható ventilátorok

A fékezésre állítható ventilátor (vagy propeller) lehetővé teszi, hogy fizikailag ellenkező szögbe állítva a lapátokat megfordítsuk a légáramlást, amivel lassíthatjuk a hajót és/vagy hátrafelé haladhatunk vele. A szerkezeti kialakítása bonyolult, emellett a megoldás nem alkalmazható integrált hajtás esetén, mivel az ellenkező irányú légáramlás vákuumot hoz létre a szoknyában, és a hajó a földhöz szívódik.

6.2 Fékező lapát

A lapátozást közvetlenül a tolóventilátor mögött helyezkedik el és lassításkor, vagy a megálláshoz a légáramot ívelt felületével visszairányítja. Ez a megoldás sokkal egyszerűbb, mint az előző módszer, azonban a lapát súlytöbbletet eredményez a hajó farán, illetve csak kis átmérőjű ventilátorok esetén használható hatékonyan.

6.3 Fékező hajtás

A hajtás néha olyan összetett, mint a fékezésre állítható ventilátor szerkezeti bonyolultsága. Az autóknál ismert megoldásokhoz hasonlóan, a fékező hajtás is megfordítja a ventilátor forgási irányát és a szerkezet a motor és a ventilátor hajtásláncába kerül beépítésre. A hajtás –hasonlóan az autókban található hajtásokhoz- fogaskerekeket, vagy –mint például a szövőgéphajtások- szíjakat tartalmazhat.

6.4 Terelőnyílások

Ezzel a megoldással az emelő-, és a tólórendszerből érkező levegőt réseken keresztül a hajó elé, vagy az oldalaihoz irányítjuk. A nyitott nyílásokon keresztül a levegő a kívánt irányba hagyhatja el a hajót. A gyakorlatban a terelőnyílások csak alacsony sebességnél működnek jól, mivel rendszerint nem teszik lehetővé azt, hogy a levegő akkora sebességgel hagyja el a hajót, hogy annak lendülete kellően ellensúlyozottá váljon, ezért ez a megoldás elsődlegesen csak kissebességű manőverezésre alkalmas.

7 Jelentkeznek hátrányos irányítási tulajdonságok?

Igen jelentkeznek, és inkább a súrlódásmentes mozgás korlátjaként értelmezzük őket. Azonban egyszerűbb lenne ilyen hátrányként megemlíteni azt, hogy az autók képtelenek a vízfelszín feletti haladásra vagy azt, hogy a hajók nem tudják elhagyni a vizet, hogy a szárazföldön közlekedjenek. A légpárnashajó elsődleges előnye, hogy mindenféle viszonylagosan egyenletes felületű talajon, havas, sáros földfelszínen, vízen, mocsáron, tőzeglápon, folyón stb. képes haladni. A légpárnásokat egyre nagyobb előszeretettel használják mentési célokra vagy komphajóként.

A kormányzás fokozatosan fejlődik. Megtanultuk például, hogy a szűkebben és irányítottabban kanyarodhatunk, ha bedöntjük a légpárnást a kanyarodás során. Mindez a vezető súlypontjának az áthelyezésével, a kormánylapátok használatával, vagy a légpárna szabályozó mechanizmusával biztosítható. Eredményként az irányíthatóság elérni egy versenymotorcsónak simavízi tulajdonságait, és meghaladja egy autó kormányozhatóságát jeges úton.

A lassítás elég hatékony módja a lapátszögállítással vagy a fékező lapáttal történő tolóerőmegfordítás.

Igaz az, hogy a légpárnashajó nem reagál olyan gyorsan a fékezés, vagy az irányváltoztatás szándékára, mint egy hajó, vagy egy autó, azonban egyetérthetünk abban, hogy a légpárnással történő közlekedésnek több az előnye, mint a hátránya. Az előnyök mértéke összhangban van a vezető gyakorlottságával.