



Hajózás szárnyakon

project
penelope 
something special being born

Subert István

Hajózás szárnyakon

A víz alatti szárnyak hajókon történő alkalmazása nem túl közismert. Általában a szárnyas hajókról egyetlen sikeres fejlesztés, a testet teljesen kiemelő szárnyak alkalmazása ismeretes, holott számos próbálkozás történt a szárnyak víz alatti alkalmazására. Ezek a megoldások olyan próbálkozások, melyek a hajók egy-egy kellemetlen, vagy hátrányos tulajdonságát próbálják meg korrigálni. A szárnyas próbálkozások egy része már bevonult napi életünkbe - mint a szárnyashajó -, mások rejtve maradtak és lassú feledésre ítéltettek.

Ezek a megoldások nem csak hajókra, hanem más vízi eszközökre, sőt vízisí és szörfök kialakítására is alkalmazhatók. Egy ilyen szempontból is érdekes cikk jelent meg a Hajó Magazin 2003 júliusi számában a foilszörfözésről, mely tulajdonképpen szintén a víz alatti szárnyak egyfajta alkalmazása szörfökön. Olyan érdekes területe ez a vízi sporteszközöknek, mely a szárnyas hajó működésének elvét a szörfrel kombinálja.

Jellemzője ezeknek a szerkezeteknek, hogy a szárnyak rögzítése fix, ezért vagy súlypont-áthelyezéssel, vagy a menetsebesség megválasztásával lehet az emelőhatást és a kellő kiemelkedést elérni.

A repülőgépeknél ismert állítható kormánylapátok is segíthetnek az elemelés erejének megválasztásában. A szárnyak alkalmazása főleg a motoros meghajtású hajóknál terjedt el, meghajtóerő igénye miatt. Megfelelő méretű víz alatti szárnyfelülettel azonban elérhető, hogy a viszonylag kis sebesség mellett is kiemelhető legyen a víz közeg-ellenállásából a teljes test.

Egy speciális szárnyas katamarán vitorlás látható a www.windride.com címen. Szimpatikus megoldás a hárompontos megtámasztás kiemelt állapotban, mely a legbiztosabb megtámasztásnak tekinthető. Felesleges azonban a teljes test kiemelése, ha azt az energia felhasználás szempontjából elemezzük. Érdeemes megfigyelni, hogy a hullámok miatt milyen magasra kell kiemelni a testeket ezeknél a szárnyas hajóknál.



A technikai fejlődés egyre különlegesebb és bonyolultabb szerkezetek megalkotását teszi lehetővé, a repülésben, gépjármű-közlekedésben és nem utolsósorban a hajózásban is. Elég, ha csak az „újabb” repülő szerkezetekre gondolunk, mint például az X47-A légitűzár, mely már inkább hasonlít egy UFO-ra, mint a szemünknek megszokott huszadik századi repülőgépekre.

A szárnyakat, illetve szárnyfelületeket *hajókon alkalmazó megoldások* közül néhány típust kiemelve, érdemes áttekinteni ezeket mint olyan megoldásokat, melyek a „szárnyas” próbálkozásokat jellemzik. Ezek egy része a hajótestet teljes mértékben a víz fölé emeli, más megoldások csak stabilizálnak, a siklásban segítenek, vagy a vízáram irányának befolyásolásával módosítják a hajó menetviselkedését, csökkentik menetellenállást. Az ilyen hajós újdonságok kutatása több igen érdekes szárnymegoldást mutat, különösen, ha a garantáltan újdonságokat felmutató, hozzáférhető, eredeti szabadalmi leírásokat nézzük meg. A következő ábrák e szabadalmakból származnak és ezért nem méretarányosak, csak a működés magyarázatául kell szolgálniuk.

Szárnyas újdonságok

1974-ben beadott szabadalom (US4135470) például olyan vízi-szárazföldi szerkezetet mutat, mely egy hősánra emlékeztet, elől kormányozható, két oldalán vízbehajló siklólapokkal, vízre szerelt változatában hagyományos külmotor felhasználásával. A hátsó szárnyak lefelé tört szélű, sikló-támasztó felületként működnek és nem állíthatók. A farrészen középen felfedezhetők az állítható, vízszintes farhullám-kisimító, stabilizáló szárnyak is. Hullámos vízen kissé bizonytalannak tűnő, sebességfüggő megoldás. Az oldalirányú stabilitás a lehajtott szárnyélek miatt csökkentett mértékűnek tűnik, még a többpontos megtámasztás ellenére is.

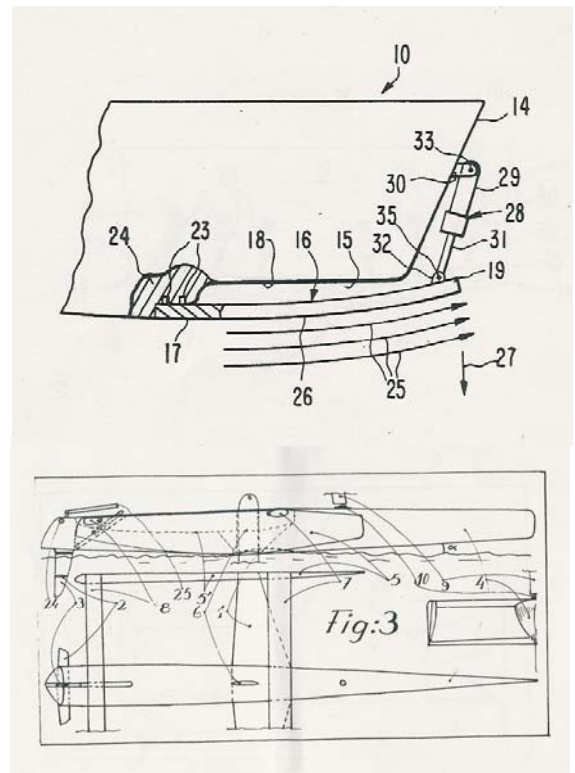
Egy Japán JP5112281 patent 1993-ból a hajó eleje alatt függőleges tartón elhelyezett vízszintes stabilizáló szárnyat mutat be, mely egy fékezett mozgású megoldással (pl. hidraulika) követi le nem kívánatos függőleges mozgásokat a szárnyas hajóknál és stabilizálja azt. Felismerte a megoldás a hajó bólintó mozgásának csökkentésében elérhető lehetőségeket, a stabilizált mozgás jelentőségét.

Közismertebb és a gyakorlatban is megjelent megoldás C.H.Benett 1970-ben benyújtott US3628486 számú szabadalma, mely a hajófar aljára / hátuljára rögzített szerkezettel a kialakuló farhullámra támasztja a hajót, mintegy meghosszabbítva a testet. Ennek állásszöge is állítható menet közben, a sebességtől függően. A farhullámok „kisimításával” a szívóhatás csökkenésével mérsékli a menetellenállást és növeli az elérhető sebességet. Kimondottan a nagy teljesítményű motorokkal, nagy sebességek elérésére alkalmazott megoldás.

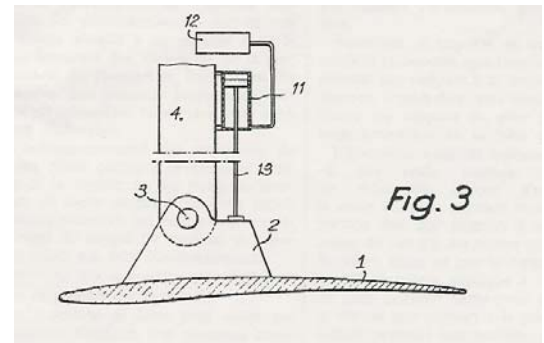
A hagyományos szárnyas-hajó kialakítást a hátsó támasztó fixszárnyakon elhelyezett víz alatti motoros meghajtással kombinálja az US3598076 szabadalom 1969-ben, meghagyva a test teljes kiemelésének szükségességét és a függesztett merev szárnyak alkalmazását.

Állítható farfenék (süllyesztett fenéklemez) megoldással optimalizálja a sebességtől függő farhullámok alakítását az 1988-as US4909175 patent, a motor propellere körüli V alakú üreg elhelyezéssel. A fenékpótló terelőlap vízáramlás irányával bezárt szögét hidraulikával szabályozza. Ez a megoldás is ismerős a nagy sebességű motorhajókról, a nyíltvízi versenyekről. Sajnos az ezzel elért nagy sebesség veszélyei is ismeretesek lettek, melynek kimenetelei gyakran és túl sokszor igen súlyosak.

A francia Olivier MOULIN az FR 2699138 számú 1993 évi szabadalmában olyan trimarán testen elhelyezett szárnymegoldást ismertet, mely a felszínen siklónak képzelte el a szerző. A kétoldali, siklási szögbe állított felszíni siklószárnyak a megtámasztást hivatottak növelni a gyors menetszakaszokban és a fordulásoknál. Megjelennek azonban a középső trimarán testen a fix rögzítésű és mélyebben elhelyezett menetstabilizáló szárnyak is.



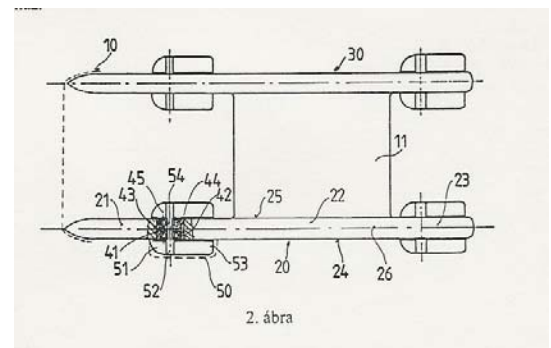
A szárnyas géphajókon alkalmazott víz alatti siklószárnyak állandó felhajtóerejét önműködően szabályozó megoldást mutat a francia M. EBERSOLT és R. JENNY FR1419584 szabadalma. A test haránttengelyében húzódó szárny és tartólábak csatlakozásánál elhelyezett csuklókon megengedett mozgást rugóval, vagy hidraulikával fékezi, ezzel a szárnyak felhajtó erejét *konstans állapotban* képes tartani a sebességtől függő, változó áramlási nyomás ellenére.



A test haránttengelyében húzódó szárny aszimmetrikus, így annak elfordulását a menetvíz nyomása, míg az elfordulás ezzel arányosan fokozódó ellennyomatékát áttételes fizikai erőkapcsolat, rugó, vagy hidraulika biztosítja. Ez a megoldás felismerte azt, hogy a menetellenállás a sebesség négyzetével arányosan növekszik, a kiemelés szükséges mértéke ugyanakkor nem ezzel arányos, sőt konstans kellene legyen.

A hagyományos szárnyas hajóknál a felhajtóerő létrehozásához szükséges nagy sebességet kellő testkialakítással, jelentős motor teljesítménnyel kell elérni, mely a kiemelkedés után kissé csökkenthető. A sebesség csökkenésével a test a vízbe érésakor hirtelen fékezőerőt hoz létre, mely utazáskényelmi szempontból lehet kedvezőtlen. A víz alatti szárnyak -a sebességtől függően- oly mértékben képesek a hajótestet a vízből kiemelni, hogy annak vízbe merülő része elszakad a nagy menetellenást okozó folyadéktól. Ehhez mindig szükséges, hogy a kellő sebesség még a kiemelés előtt létrejöjjön. A szárnyas hajók hátránya, hogy ez a kiemelés fizikailag is lehatárolt, azaz ha a hajó alsó része túl hullámos vizeken nem emelkedik elég magasra, a hullámszám elérheti, megdobjhatja.

Ultravékony kialakítású, szárnyas testekkel operál egy magyar megoldás SUBERT (EP1.230.120 EU), mellyel érdekes kialakítású és viselkedésű hajótípusok hozhatók létre. A víz alatti részén igen vékony testeket és ennek alsó részén torziós rugóval rögzített, önbeálló szárnyakat használ, melyet a nyugodtvíz-szinten helyez el. Nem emeli ki a hajó teljes tömegét, csak megemeli azt, így a szárnyfelületek nagysága kisebb lehet.



Több, egymástól függetlenített szárnyak alkalmazása a nyugodtvíz szinten haladva stabil támaszt nyújtanak, emiatt a hajókra oly jellemző bólintó mozgás még erős hullámszámokban sem alakul ki. A magas testgerinc menetellenállása ultravékony kialakítása miatt igen alacsony, melynek ára a speciális test egyensúlyának precíz kiegyensúlyozása. Az UTH (Ultra Thin Hull) testek alkalmazása hozzáértő szemeknek az első pillantásra szokatlan és kialakítása során számos probléma megjelenésével szembesül. Az UTH megoldása azonban ezeket részletesen és maradéktalanul lekezeli és összességében az így nyert előnyöket használhatja ki.

A vékony testek előnyeit jól mutatja a jelenlegi katamarán-trimarán kialakítások gyors terjedése, mely vitathatatlanul gyorsabb hajózást és gazdaságosabb üzemelést biztosít. Közismert előnyeik mellett az is jellemző, hogy a testekben elhelyezhető utasterük igen szűk. A testeket merevítő-összekötő fedélzet beépítésével azonban igen nagy vízvonal feletti felület nyerhető. Két, vagy három UTH-test alkalmazásával a hajók víz feletti része változatlanul hagyható, csak a test víz alatti része változik.

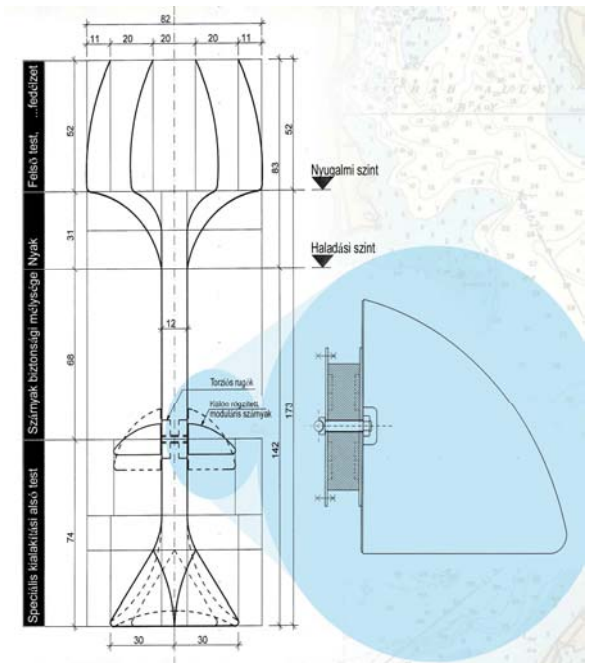
UTH testek alkalmazása

Az UTH testekkel motoros és vitorlášhajók alakíthatók ki mono-, katamarán, trimarán, vagy quadromarán kialakítással. A megoldás eleve alkalmazható a szörfözésben, szárnyas vízisí kialakításában, új vízi sporteszközök kifejlesztésében.

Az UTH-testek a katamarán testhez képest is jóval vékonyabb és jellegzetes kialakítású (lásd ábrát). Az UTH nem szárnyas hajó a hagyományos értelemben, mert ezek a torziós rugó rögzítésű, speciális szárnyak a testet csak néhány centiméterrel kell megemeljék.

Az UTH-test három fő részre osztható: a felső úszótestre, a vékony és magas testgerincre, valamint az alsó talpkialakításra, mely a felhajtóerőt növeli és egyben a bevágódás ellen is véd fövényre futáskor.

Az UTH-hajót külön kell tervezni a menetvíz szintre és az álló vízszintre. Menetben e kettő közötti távolságot kell csak a torziós-rugó rögzítésű, függetlenül elmozduló szárnyak felhajó erejének legyőzni.



A szárnyas testkialakítás szempontjai

Az UTH-test igen keskeny ($L/W \gg 10$), magas ($W/H \ll 0,5$), vízvonala hosszú. Nagy sebességeknél is igen kis menet-ellenállású, a vízszálakat maga mögött bezáró test. A test felső része a tervezett nyugalmi vízszintnél kiszélesedik, alatta pedig magas és vékony testet megmarad (konkáv Y alakú). A kettős ballanszttal kiegyensúlyozott test a menetvíz nyomását kihasználva a test két oldalán, vagy a gerinctalpon elhelyezett, torziós rugóval rögzített, önbeálló szárnyak emelik meg. A menetvízszint állítására üzemi ballanszt szolgál a konkáv Y test víz feletti felső részében elhelyezve, mely induláskor, a mindenkor terheléstől függően automatikával, vízzel terhelhető, vagy könnyíthető. Az UTH testek alsó éle a fövényre futás és a kedvezőbb inercia miatt áramvonalas papucsos kialakítású.

A testek megemelkedését a menetsebességtől függően önbeálló és egymástól független szárnyak befolyásolják, melyek torziós rugóval rögzülnek a testhez. Alapállapotban az áramló menetvíz irányával szemben szöglet zárnak be, elinduláskor ezért a test megemelkedik. Menetben a szárnyak a torziós rugóerővel fékezett módon hátrahajlanak, azaz a megemelés mértéke egy adott sebességnél stabilizálódik, állandósul. Az elforduló szárnyak kialakítása olyan is lehet, hogy nem csak szögállásuk, hanem *felületük is fokozatosan csökkenthető* a sebesség növekedésével, illetve fordítva.

Az UTH-hajó több (két-három-négy) ilyen vékony testből áll, egymáshoz való kapcsolásukat a fedélzet kialakításával egyidejűleg kell megoldani. Az így kialakított hajó nem siklóhajó. Nem olyan a mozgása, mint egy hagyományos motoroshajónak, mely a vizet tolva először megemeli az orrát, majd ha a sebességet növeljük, kiemelkedve az orrvíz fölé fut, majd végül a farát is felemelve egyensúlyi állapotban siklik. Az UTH motorhajó viselkedése „Citroen”-es. *Kéttámaszú, rugalmas ágyazású tartóként a*

szárnyaira, a mélyebben fekvő nyugodt vízszintre támaszkodik. Ha a sebességet növeljük, akkor a teljes hajó egyszerre és azonnal megemelkedik, leálláskor pedig a konkáv Y élével jelölt terhelt-nyugalmi vízszintre süllyed.

A testgerinc az alsó harmadában elhelyezett szárnyak menetben a hajó térfogatközéppontját folyami-tavi típusnál 10-30 cm-rel, tengeri parti hajózásnál 0,5-1,0m-rel, illetve tengeri nyíltvízi UTH hajóknál 0,5-1,5 m-rel kell kiemelje. Nem kell tehát a teljes hajótömeget megemelni, mint a szárnyas hajóknál, csak annak a testrésznek a tömegerejét kell legyőzni, melyet a vízből ki akarunk emelni. A nagyobb hajóknál a túlzott UTH testmagasság csökkenthető a szárnyrögzítés kialakításával, hidraulikus, vagy emelőkaros leengedésével, emelésével.

A testek hosszirányú beállítását, annak menet közbeni korrekciós lehetőségét a testgerinc alsó részén végigvezetett üregben előre-hátra mozgatható felfűzött ólomhengensor ballanszttal és/vagy az üzemi ballanszttal, a rekeszek különböző mértékű vízfeltöltésével lehet megoldani.

Szárnyas kialakítás speciális elvei

A kéttámaszú tartóként kialakított UTH testeken a szárnyak a test két oldalán helyezkednek el, a nyugodtvíz szinten. Hosszirányban a testhossz L/5-L/5 távolságában ideális az elhelyezés, a végektől mérve. A szárnyak rögzítése különleges és a hajó működésének egésze szempontjából igen lényeges. A torziós rugó legegyszerűbb változata gumibetétes hengertok, melyben az elfordulás miatt deformálódó gumibetét ellenállása adja a rugó erejét. Természetesen más megoldások is lehetségesek, a rugótól a pneumatikáig. Bonyolultabb kialakításoknál a *rugó karakterisztikája megválasztható*, mert ez meghatározza a hajó kiemelkedésének mértékét a sebességtől függően, ezért ideális esetben számítógéppel vezérelt.

A szárnyak kialakítása áramvonalas, excentrikusan rögzülő, könnyen elmozduló. A szárnyakat oldalirányból egyrészt a test talp-kialakítása, másrészt a felső konkáv Y test élvonala védi, attól kijebb nem lóghat. A szárnyak méretét felületnagyságát a típushoz, testhez, tervezett sebességhez kell méretezni. A szárnyak mérete a lassú sebességeknél nagyobb, nagyobb tervezési menetsebességeknél kisebbek. A testeken alkalmazott emelőszárnyak számának összhangban kell lenni a testhosszal, a sebességgel és a szükséges emelőerővel, ezért lehet testenként több is.

UTH-hajók különleges menetjellemezői

Az UTH-testekkel épült hajó hullámbarát. A szárnyak a hullámozó vízmozgást még *álló helyzetben* is lekövetik azzal, hogy mindig a megfelelő irányába állnak be, így korrigált, a hullámmozgás hatását csökkentő automatikus szárnymozgás következik be. Ha ugyanis a víz mozgása felfelé irányuló, akkor a lökést a szárny fékezi, ha a víz kifut a szárny alól, akkor az lecsap és vízretámaszt. Mindezt a szárnyak egymástól függetlenül képesek végrehajtani, emiatt a ferdén érkező, a csavaró hullámozáshoz, az örvénylő vízmozgásokhoz is alkalmazkodik.

A szárnyak *menetben a hullámozás alatti nyugodt vízrétegre* támasztanak, a hajó ezen a vízfelületen siklik - függetlenül a felszín hullámozásától - ezért nyugodt járású, stabil menetű hajóvá válik. A több szárny miatt rugalmas ágyazású többtámaszú tartóként viselkedik, mely jelentősen eltérő statika a hagyományos hajótestekhez képest. Az UTH-hajó eddig sohasem tapasztalt viselkedésű, sima futású.

Speciális alkalmazásnak minősül a szárnyak 180°-os átfordításával létrehozható *harántállás, mellyel az egyik UTH-test vízreszorítása* érhető el menetben. Ez a

vitórláshajóknál igen érdekes lehet, mert a loove-oldali testet lehúzza, míg a lee oldali szárny és az üzemi ballanszt leürítése ezt a testet emeli.

A hihetetlen viselkedést fokozó, további alternatív szerkezeti elem a *kopoltyúfék*, mely a nagy sebesség miatt szükséges biztonsági berendezés. A farban elhelyezhett, kopoltyúszerűen nyitható oldallapok az áramló vízfalba kapaszkodva fejtenek ki fékezőerőt és egyben a kormánylapát felületére irányított vízszugárral nyomást keltenek. Ez testenként szimmetrikusan alkalmazva lassulást, aszimmetrikusan fordulást-lassulást okoz. Emiatt a hajó már a fékezés közben, igen gyorsan megfordulhat, azaz pördülni képes.

Igen gyors, fordulékony, borulásbiztos, álló helyzetben alacsonyabb, menetben magasabb oldalmagasságot mutató UTH-hajók építhetők e módszerrel. Jellemző ezekre a kialakításokra a kiváló gyorsulás, nagy menetsebesség és minehhez igen kis meghajtási energia igény.

Az előzetes számítások szerint egyforma meghajtási energiával 50%-kal nagyobb menetsebesség érhető el az UTH-hajóval, mint a katamaránokkal. Ha a menetsebességet nem kívánjuk növelni, akkor ugyanolyan sebességgel 50%-kal kisebb teljesítménnyel hajtható meg az UTH-hajó.

Mentéshez, valamint a hadseregnek, rendőrségnek olcsó, gyors hajó. Szétszedhető változata könnyen szállítható, ígéretes sporthajó lehet. A kialakítási elv szerint épített hajók a személyhajózást, a sporhajózást alapjaiban képes megváltoztatni. Kisebb sporteszközöknél alkalmazva a megoldást, speciális új hobbikatamarán, szörf, illetve szárnyas vizisi családok kialakítása lehetséges. Valamennyi esetben kiemelendő a teljesen új menetviselkedés, a nagy sebesség miatti rázkódás teljes elmaradása és egy speciális rugózó képesség – a torziós rugó belengetésével - a sima futás különleges élménye mellett.

Az elképzelhető UTH-teszt megoldások kialakítási jellegzetességei már rögzítettek, a nagymodell kísérletekre és a prototípusok gyártására megszállott tervezők, bőkezű szponzorok és fanatikus társak kerestetnek. A tervezett *három prototípus kísérleti* jellegű, ennek összes következményével. A különböző méretű és szolgáltatási szintű kísérleti példányok a tesztek elvégzése után várhatóan értékesítésre kerülnek. Valamennyi UTH test modulrendszerű, azaz a készülő sablonokkal újabb és újabb típusok előállíthatósága biztosított. A modulrendszerre a már elkészült tanulmányterv ad útmutatót.