



UTH

ultravékony hajótest

Vitorlás tervezési útmutató



UTH-vitorláshajó Tervezési Útmutató

SUBERT.: P9903782(HU), EP1.230.121(EU) Patent

Bevezető, előzmények

Az emberiség több mint 4000 éve hajózik a tengereken, kiszolgáltatva az elemek harcának, időjárásnak. A viharos tengerfelszín alatt azonban mindig nyugodt a víz. Egy forradalmian új hajótípus, az UTH kihasználja ezt a lehetőséget és a nyugodt-vízre támaszkodó szárnyaival siklik a vízben, sohasem látott sebességű kényelmes hajózást és biztonságot nyújtva a hajósoknak a föld végtelen vizein.

Az ultravékony kialakítású UTH (Ultra Thin Hulls) testekkel olyan megoldást találtunk, melynek végiggondolásával érdekes kialakítású és teljesen új viselkedésű hajótípusok hozhatók létre. Jelen útmutató a vitorláshajók tervezési szempontjából elemzi az UTH-kialakításának lehetséges megoldásait és előnyeit.

Az eddigi vitorláshajó típusok jellemzői

Hagyományos kialakítású egytestű hajóknál a legkisebb súrlódást biztosító (legkisebb kerületű) félkörlap-közelí keresztmetszetű testek alkalmazása jellemző, lapított, vagy csúcsosabb gerinckialakítással. A hajó dőlése esetén a vízbe merülő keresztmetszet alakja és a nedvesített kerület emiatt szinte változatlan. A testek víz alatti tere jól kihasználható. Arányai jellegzetesek és fontos típus-tervezési szempont. A testek kiszélesedése miatt a felhajtóerő a merüléssel arányosan nő, merülése kevésbé érzékeny a terhelésre. Járása erősen függ a tenger állapotától, nyugodt, vagy hullámosabb vízfelülettől, hullámhossztól. A nyugodt vízen mért menetellenállás nagyságrenddel nő hullámvázban, a hosszirányú bólintó mozgás miatt. A hajó az ütések kialakulása miatt szinte ritmikusan fékeződik. A lapos kialakítású vitorlástest sima vízen, akár siklásba is hozható. Ennek eléréséhez olyan teljesítmény szükséges, mely a négyzetesen növekvő menetellenállást képes leküzdeni. Jellemző, hogy a testek kellően áramvonalas kialakítása mellett igen jelentős, szinte elsődleges szerepet kapott a súly csökkentése, a vitorlázat növelése, mely azonban a kezelő személyzet és ezzel a terhelés hátrányos növelésével jár.

Kis sebességnél a testek felületével (nedvesített kerület) szabályozható a súrlódási ellenállás, nagyobb sebességeknél azonban jellemzően a víz menetellenállása miatti torlónyomás fékezi a vitorláshajót.

Katamarán-trimarán család közismerten a gyors hajók kategóriája. A különálló testek miatt a testbelső víz alatti tere korlátozott kihasználhatóságú, a testeket összekötő merevítők a fedélzet beépíthetőségét alapvetően megszabják, emiatt a légénység helye szűkebb. A mi szempontunkból azonban ezek a testek még nem elég vékonyak, az UTH-hajótest jóval vékonyabb ezeknél is. A katamarán – trimarán testek járása simább (kevésbé dobálja a hullámmal való keresztezés), de a test vízbefürödése is gyakoribb.

Hátrányaik: *A légmozgás, a szél keltette hatás miatt a szabad vízfelületen hullámváz alakul ki. Mivel a hajó a felszínen halad, ennek befolyása jelentős.* Ha nincs szél, nincs meghajtó energia, ha van szél, akkor van hullámváz is. A vízbe merülő testek ellenállása sima vízen is nagy a menetvíz torlónyomásának leküzdése miatt és igen erősen függ a test sebességétől. A hajó a végsebességét egy szélsősebészen túl képtelen már növelni, csak dőlése változik.

Az alapvető probléma:

Szél nélkül nincs vitorlázás – a szél hullámozást okoz – a hullámozás nehezíti a hajózást

A szél és a hullámozás több gondot okoz:

- Hullámozás a sebességet csökkenti
- Loovegearing hajlam kivédhetetlen (kiegyensúlyozási problémák)
- Felfutás veszélye valós (borulás)
- Broachig veszélye realitás (irányíthatatlanság)
- Forma vagy súlystabilitás, mikor melyiket válasszuk
- A szél mindenkinek egyforma, hogyan legyen akkor gyorsabb (constans energia)
- Megdőlés elkerülése egytestű hajóknál kivédhetetlen
- Leülés schwertre, kormánylapát leverése a fenékbe reális veszély sekélyebb vizeken

Az új UTH testkialakítással lehetséges olyan vitorláshajó típusok kialakítása, mely újszerű megoldással az eddig alkalmazott hagyományos testeknél jóval kedvezőbb menetellenállás és testkialakítás elérését teszik lehetővé.

Az UTH test víz alatti része igen vékony, nagy laminális felülettel, mely a nyugodtvíz szintre torziós rugóval rögzített szárnyacskákkal támaszkodik. Az UTH testekkel készített vitorláshajót számos új technika segíti különleges menettulajdonságai alakításában, ezzel a technikai hajózást új alapokra helyezheti:

- hullázó vízre szinte érzéketlen
- stabilitása kiemelkedő, hossz- és keresztányban egyformán
- statikája teljesen eltérő: kéttámaszú, rugalmas ágyazású tartóként működik a vízen
- hullámozás hatásait gátló automatizmus van a szárnyak rögzítésénél
- dőlése a szél alatt minimalizálható, vitorlázata emiatt jobban kihasználható
- vitorlázata a nagyobb fedélzet miatt jelentősen, többszörösre növelhető
- párhuzamos árbócelhelyezések is lehetségesek
- a szél mindenkinek egyforma, mégis sokkal gyorsabb lehet a hajó
- megdőlése menetben ellensúlyozható a szárnyak harántállásával
- oldalstabilitása kiemelkedő, nem borítható
- Felfutás veszélye kizárható (borulásveszély)
- Leülés schwertre kizárt, kormánylapát leverése is kisebb valószínűségű
- Havarria esetén biztonságosabb marad, vészhelyzeti állások betervezhetősége miatt
- Gyorsabb, mert menetellenállása az eddigi legkisebb
- Fékezhető, fordulékony, gyorsulása kimagasló

UTH vitorláshajók tervezési szempontjai

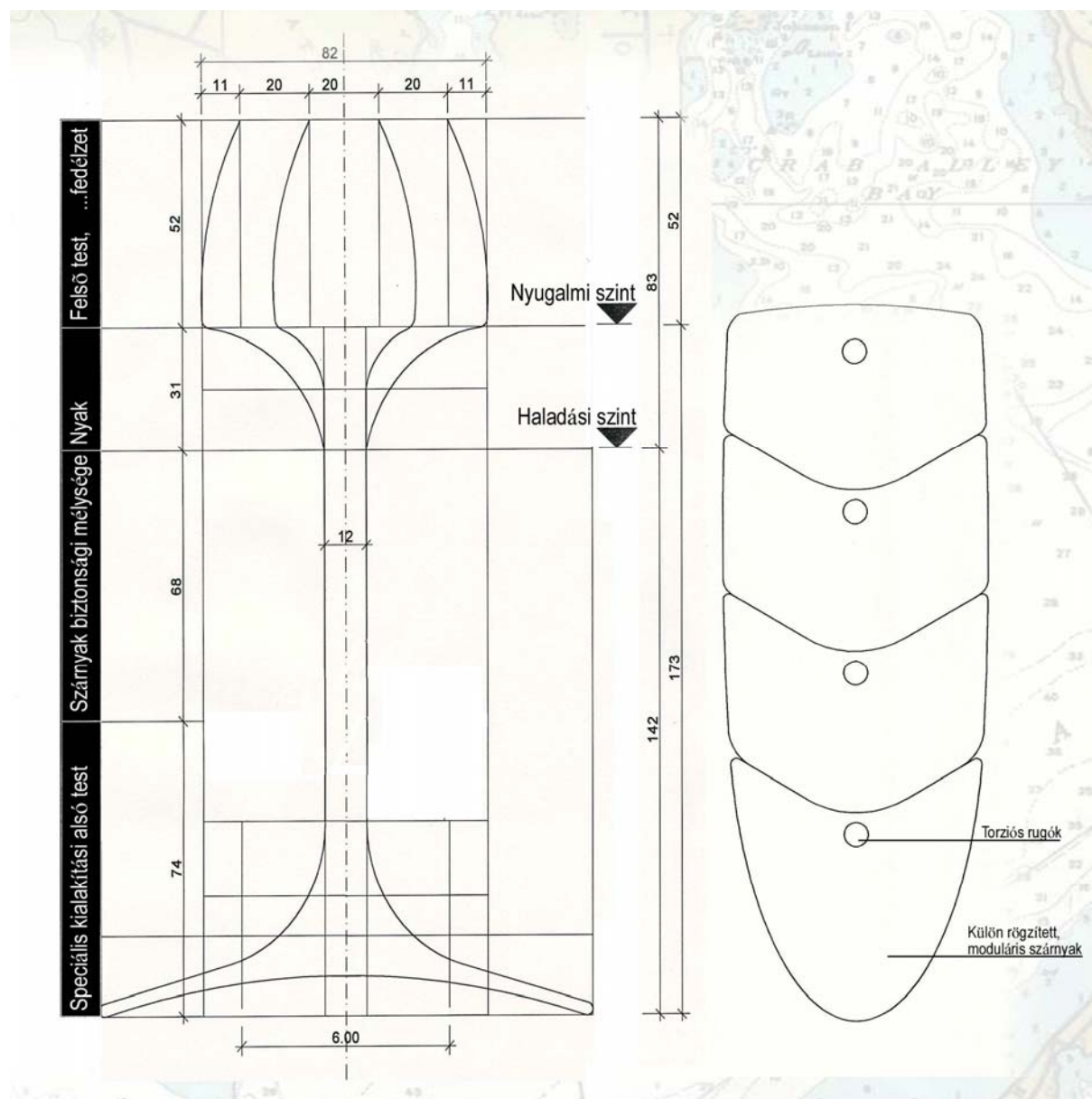
A tervezést általánosságban a vonatkozó és érvényes szabványok betartásával, (Magyarországon a 2/2000.VII.26. KöVIM rendeletben előírtak szerint) kell végezni. Jelen tervezési útmutató ezért NEM tér ki a kötelezően betartandó tervrészletekre, mint a biztonsági távolság mértéke, kapaszkodó fülek, fedélzet vízmentesítése, a csúszásgátlás, kikötőbakok, korlátok, habléc, látási viszonyok, úszóképesség, elárasztás, mentőeszközök, vészhelyzeti és kötelező felszerelés elhelyezése, menekülési utak és tűzvédelem kérdései.

A tervezési útmutató egy kialakítási mintát, mint alaptípust mutat be. A kialakítás kísérleti jellegű (ennek összes következményével), melynek megépítése után a hajót tesztelni kell, elsősorban a számított menetellenállás igazolására, másrészt a szárnyak méretezésének pontosítására. A kísérleti példányok a tesztek elvégzése után értékesítésre kerülnek. Kísérleti kialakítás esetén az

UTH-hajó típusokat azonos meghajtással, azonos vitorlázattal célszerű tesztelni, hagyományos és egy UTH test párhuzamos vizsgálatával, összehasonlításával. A kísérlet része kell legyen a vontatott testek menetellenállásának és az elérhető sebességek mérése, azonos szélnél, azonos vitorlázattal.

Végso kialakításában az UTH vitorlás kiélezhető maximális vitorlázattal és akár több árbóccal. Valamennyi kialakítandó UTH test a gyártás szempontjából modulrendszerű kell legyen, azaz a tervezett kísérleti kialakítás elkészült sablonjaival újabb típusok előállíthatóságára is célszerű gondolni.

Egyes vitorlás UTH hajóknál a kis menet sebesség miatt esetenként már igen nagy oldalsó szárnyfelület lenne szükséges, ezért az ábra szerinti talpszárnyak alkalmazása is szóba jöhet. Hátránya ennek a megoldásnak, hogy az úgynevezett „harántállás” nem hozható létre.



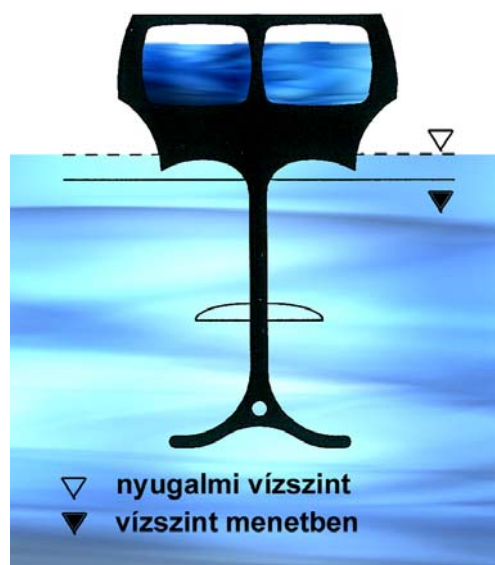
A testkialakítás követelményei

- 1.1 A bemerülő hajótest igen keskeny $L/W \gg 10$, viszonylag magas $W/H \ll 0,5$ ezért nagy sebességeknél igen kis menet-ellenállású, a vízszálakat maga mögött jól záró test. A merüléskor kiszorított kis víztérfogat miatt azonban a terhelésre igen rosszul reagál, merülése a terheléssel lineáris. Ha azonban a test felső részét úgy tervezzük, hogy a tervezett nyugalmi vízszintnél a testet kiszélesítjük, alatta pedig magas és vékony testet meghagyjuk (ezt nevezzük konkáv Y alaknak) és az egyensúlyba állított testet a menetvíz nyomását kihasználva szárnyakkal emeljük meg, akkor a menetellenállást alacsonyan tartottjuk, és egyben közepesen terhelhető testet alkottunk. A konkáv Y kialakítás felett a test lehet homorú (hullámvizet kipörgető), illetve domború, vagy ezek kombinációja, mely a deckhez merevítéssel csatlakozik. **Fontos megjegyezni, hogy a kialakított UTH-hajóknál a szárnyakkal szükséges megemelés mértéke minimális. Csak a nyugalmi vízszint és a menetvízszint közötti távolságra kell a testet megemelni, ami a test súlya+ a felhajtóerő csökkenése, tehát jóval kisebb, mint a szárnyas hajóknál, ahol a hajó teljes tömegét ki kell emelni.** Mindezek ellenére könnyebb hajóknál a teljes kiemelés is megoldható, ekkor az UTH jelleget már csak a szárnyak rögzítésének módja adja.
- 1.2. A vékony test nagy és bizonytalan merülését *kettős ballanszt kialakításával* szabályozzuk. A tervezéskor a gyártási ballansztot (helyét, tömegét) meg kell tervezni: a hajó hasznos terhelésére tervezett test méreteit úgy állítjuk be, hogy az UTH test konkáv Y alsó éle éppen a *terhelt nyugalmi vízvonala*ra essen. Ez a durva beszabályozás. A finom beszabályozást *üzemi ballanszt* oldja meg, az Y alakú testben, közvetlenül a víz felett képzett üreg elárasztásával, vagy a víz kiszívásával, kiengedésével. Ezt a kész hajó minden elinduláskor automatikusan kell végezze a tényleges terheléstől függően. A tervezéskor a ballanszt-kamrák félig való vízfeltöltöttségét kell tervezni és a számításokban feltételezni.
- 1.3. A testek megemelkedését az elindulás után a menetsebességtől függően beálló szárnyakkal *kétféle módon* befolyásolhatjuk. Az *első esetben* a motoros meghajtásokhoz hasonlóan torziós rugókkal rögzítünk a testhez annak $L/5$ - $L/5$ hosszának környékén, a test lehető legmélyebb pontján, mindkét oldalon. Ezzel statikailag a rugalmas ágyazású kéttámaszú tartó modellje felé közelítünk. A rugóerő az elfordulás arányában nőjön. A szárnyak alapállapotukban az áramló menetvíz irányával szöget szárnak be, mely miatt elinduláskor egyrészt a test emelkedni kezd, miközben a szárnyak a menetsebességtől függő mértékben elfordulnak, hátrahajlanak. Az elforduló szárnyak kialakítása olyan is lehet, hogy a szögelfordulás és a felületét képező többretegű lemezek egymásra csúszása miatt nem csak szögállásuk, hanem akár *felületük is fokozatosan csökkenthető* a sebesség növekedésével, illetve fordítva. A szárnyakat a tervezés során méretezni kell. Különleges az az elhelyezés, amikor az egy testen elhelyezett első és hátsó szárnyak magassága eltérő, így a hátsó szárnyakat is zavartalan áramló víz érheti el.

1.4. A testek megemelkedését a *másik esetben* a talp megfelelő kialakításával, a talp szárnyként való működésével biztosítjuk, fordított T-szerű (esetleg erősen nyitott fordított Y-szerű) kiképzéssel, mely a fővenyre futásnál segít a bevágódás elkerülésében is. A test teljes hosszában végigfutó felületet ekkor több szakaszra bontjuk, melynek egyik vége tengelyes kialakítással rögzül a függőleges vékony UTH gerinchez, de szöget zár be a menetvízzel és másik vége függőleges irányban fékezetten elmozdulni képes. Ez nagy szárnyfelület kialakítását teszi lehetővé, mely lassú sebesség mellett is képes a szükséges megemelő erőt biztosítani.

1.5. Az UTH hajó több ilyen vékony testből áll. Legalább kettő, inkább három, de akár négy-öt UTH test is elképzelhető. Tökesúlyos kivitelben elképzelt egytestű kialakítás a vizimotor. Az UTH testek egymáshoz való kapcsolását a deck (fedélzet) kialakításával, megfelelő merevítéssel kell megoldani. Ez egyik verzióban szétszedhető a könnyebb szállíthatóság érdekében, de többségében fix kialakítású. A kialakításban a megszokottól nagyobb igénybevétel a keresztirányú hajlítóerő (a magasabb testet oldalra csavaró oldalhullám igénybevétele), melynek felvételéről gondoskodni kell. Ennek legcélszerűbb módja az UTH test megfelelő keresztirányú belső merevítése a felső (konkáv Y) részen, illetve annak többpontos, vagy folytonos csatlakoztatása a fedélzethez. A vízszintes merevítés legegyszerűbb módja az andrás-kereszt-szerű feszítőpázmás, vagy merevítőbordás rögzítés lehet. A fedélzet illesztése a keresztmerevítéshez a katamaránoknál gyakori merev, vagy vegyes, merevített + hálós lehet. (lásd ábra)

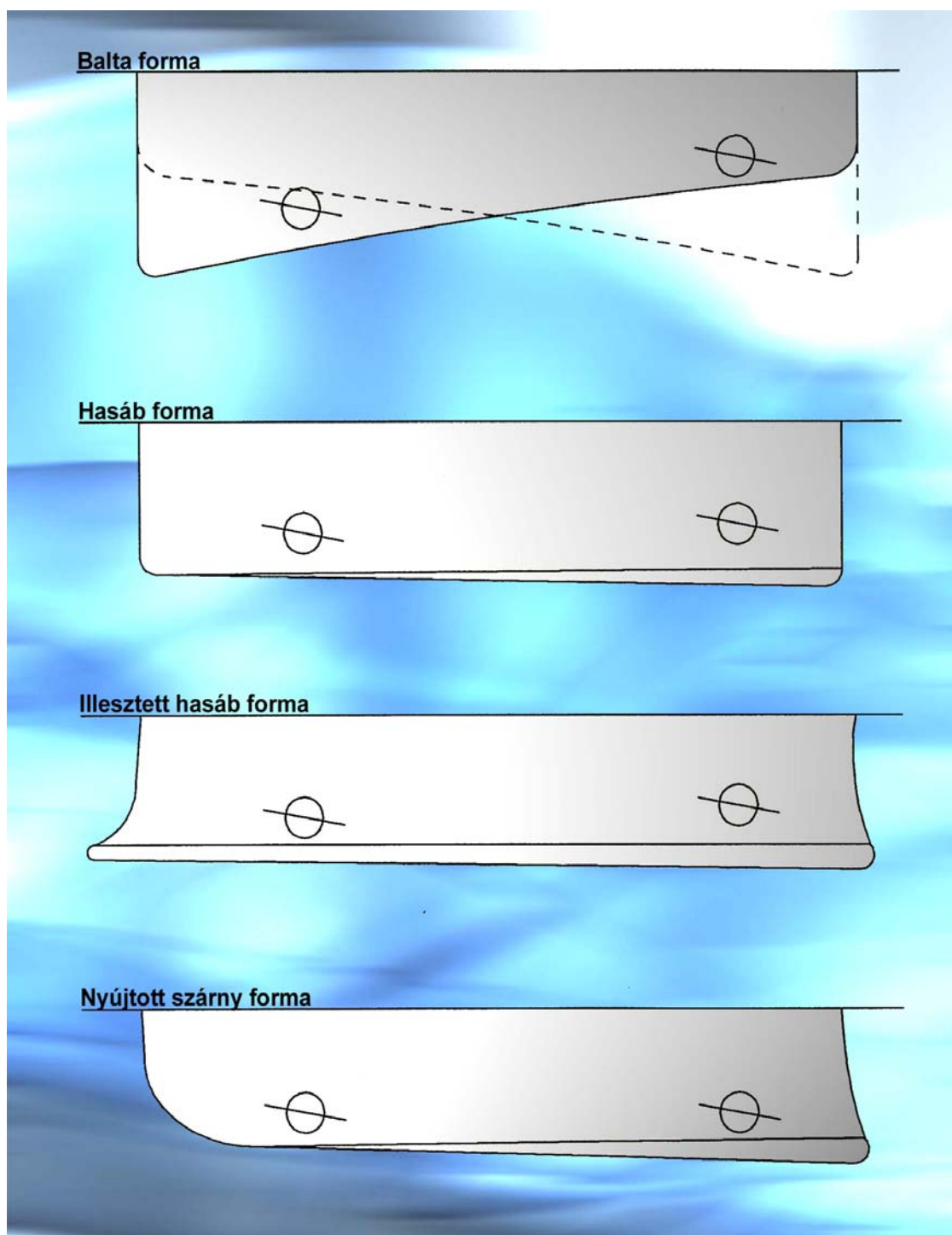
1.6. Az így kialakított UTH vitorláshajó nem siklóhajó. Az UTH test ugyanis kéttámaszú, rugalmas ágyazású tartóként a szárnyaira, azaz a *nyugodt vízszintre* támaszkodik. Ha a sebességet növeljük, akkor a nyugvó vízszinttel párhuzamosan emelkedik meg, leálláskor pedig a konkáv Y élével jelölt terhelt-nyugalmi vízszintre süllyed. A test arányait, szélességét úgy kell meghatározni, hogy a szárnyakat rögzítő torziós rugó rögzítéséhez szükséges technikai befoglaló méret adja a *legkisebb gerincvastagságot*, a test hossza pedig a tervezett típustól függ. A magasság a megengedhető merülési mélységtől, illetve a szükséges teherbírástól függ, mely a talpkialakítással növelhető.



UTH-vitorlásnál az üzemi ballanszt vezérlése testenként külön-külön szabályozandó és megengedhető a test emelése menetben az üzemi ballanszt csökkentésével is.

1.7. Megemelés tervezett nagysága attól függ, milyen vízre tervezzük a hajót és 10 cm-től több méterig terjedhet. A szárnyak arra szolgálnak, hogy elindulás után a hajó térfogatközéppontját a típustól függően 10-50cm-re (folyami-tavi), vagy 0,5-1,5m-re (tengeri partihajó), illetve 1,5-2,5 m-re (tengeri nyíltvízi) kiemelje. Ehhez nem kell a teljes hajótömeget megemelni, mint a szárnyas hajóknál, csak a megemelt testrészt felhajtóerejének és levegőn mért tömegének különbségét kell legyőzni, melyet a vízből ki akarunk emelni. A megemelés növelése esetén természetesen a kialakítandó hajók egyéb méretei is nőnek.

- 1.8. Az UTH testek ki nem használt, egyéb víz alatti részeit habbal kell kitölteni. A konkáv Y felső részének nem ballansztra használt üregeit, részeit olyan mértékben, hogy a szükséges elmerülés- és lékesedésmentességet biztosítani lehessen. Az UTH test alsó részét talpszerűen kell kialakítani a bevágódás csökkentésére fővenyre futáskor. A talpkialakításban hosszirányú üreget kell képezni a gyári ballansztnak, mely célszerűen henger alakú, ólom és műanyaghab hengsorsor, hosszirányban elosztva, komolyabb kiépítettségénél előre-hátra mozgatható kivitelben. A gyári ballansztsor vészhelyzetben eltávolítható, vagy pirotechnikai (kirobbanó kivitel) is elképzelhető. Az UTH test gerincét és a ballansztra nem használt üregek részeit szintén habbal kell kitölteni.



- 1.9. **Lényeges a test alakja**, mely nyíl alakú, igen vékony, emiatt **nagy** merülési mélységű. Ökölszabály az, hogy a Y alakú konkáv test menetvíznél mért vastagsága annál kisebb kell legyen, minél nagyobb sebességre tervezzük a hajót. Ez összhangban van a szárnyfelülettel is, annak is annál kisebb kell lenni, minél nagyobb a tervezett sebesség. Szélső eset a fordított Y alakú alsó talpkialakítás, mely a kis sebességesnél is képes a minimálisan szükséges megemelészt biztosítani, illetve a szárnyas megoldás, mely nagyobb sebességekre alkalmas. Az UTH test felső konkáv kialakítása nagy sebességnél hajoljon vissza a vízszintig, mert ezzel az álló helyzetből induló test alá buborékokat juttathatunk és a surlódást jelentősen csökkenthetjük.
- 1.10. Vízvonal beállítás üzemi korrekciója:
Mivel ennél a formakialakításnál a merülés lineárisan függ a terheléstől, ezért a merülést limitálni kell. Elinduláskor a test alján, vagy oldalt elhelyezett **szárnyak** menetvízzel szembeni ellenállása emeli meg a hajót. A kiemelés mértékét már a tervezéskor meg kell határozni, a konkáv Y élvonallal, a **két vízvonal pontos tervezésével**. A üzem alatti vízvonal biztosítására a test konkáv Y részének *víz feletti üregeit* vízzel töltjük ki, ha a hasznos terhelés kevés. Ennek módját szivattyúval, automatikusan kell megoldani úgy, hogy a kellő stabilitás, egyensúly a feltöltés alatt végig biztosított legyen. Ezt úszóval ellenőrzött elektronikával, vagy mechanikával (lásd WC tartály, vagy szivattyútechnika) kell megoldani oly módon, hogy meghibásodás esetén automatikusan leürüljön (pl elektromágneses zár). A ballansztvíz előre-hátra mozgását, alul összenyitott áramlástgátló fallal elválasztott ballansztüregekkel kell kivédeni és ezeket úgy kell kialakítani, hogy a súlyelosztás miatt egyszerre kell töltődjön fel. Extrém igénybevételnél a ballansztvíz által átjárható, de a víz belengését meggátló horizontális ballansztfalakakat is be kell tervezni. Az üzemi ballanszt beállítása minden elinduláskor (a hajó kifutása, kihajózás alatt) automatikusan, megfelelő időn belül meg kell történjen, a már fedélzeten lévő legénységgel és üzemi terheléssel, szabályozott, üzembiztos módon. A víz ürítése leálláskor, a parkoló-állásban és vészhelyzetben szintén automatikus kell legyen.
- 1.11. A testek hosszirányú beállítását, úszását, annak menet közbeni korrekciós lehetőségét az alsó testrészen (papucsban) végigvezetett üregben előre-hátra mozgatható, felfűzött ólom-hengersor ballanszttal lehet megoldani. Ezeket a prototípuson nem feltétlenül kell kialakítani. Izgalmas lehetőségeket képes azonban biztosítani hátszelezésben, amikor az orr-részt e módszerrel megemelhetjük.
- 1.12. Havária esetére ajánlható az üzemi ballansztvíz azonnali ürítésének biztosítása, valamint az alsó testrészen (papucsban) végigvezetett üregben felfűzött ólom-hengersor ballansztsor gyors eltávolítása. Ezzel a felhajtó erő számítható mértékben megemelhető és a *havaria-állapot vízvonala is tervezhető*. Ennek statikai ellenőrzése fontos, mert a hajót ekkor kell méretezni oldalirányú burulásra. A ballanszt ólomsor eltávolítása kirántószalaggal és/vagy pirotechnikával lehetséges. Az ballanszt eltávolítása jelentősen növeli a hajó úszóképességét, ezáltal a személyzet biztonságát. Ilyen eseteknél a szárnyak rögzítőrugói is ki kell lazuljanak (alapállás), és mivel a hajó a nyugodtvíz szintből a vízfelszínhez közelebb került, a hullámozás hatását is csillapítja. A szárnyak ugyanis lefékeznek a hullám megemelő hatását, ellenkező esetben, a víz kifutásakor pedig lecsapják azokat és a szárnyak a vízre támasztanak. Havária esetén a szárnyak e fékezést egymástól teljesen függetlenül végzik, így a hajó iránya a hullámozás irányától kevésbé függő lehet. *Azzal tehát, hogy a szárnyak normális menetben mélyebben, a nyugodtvíz szinten futnak, ilyenkor azonban feljebb kerülnek a hullámosabb övezetbe, a hajó viselkedése is más lesz.* A szárnyak ekkor jelentősen csökkenteni képesek a

hánykolódást, mivel egyrészt a hullámmozgást jelentősen lefékezik, másrészt a testek kéttámaszúsága is segít a monotestnél nagyobb stabilitás elérésében.

- 1.13. Veszteglésnél a hajó üzemi ballansztvize automatikusan eltávolítandó és a szárnyak rugóerőit is minimalizálni kell (alapállás). Ez a tervezésnél a veszteglési (nyugalmi) vízszint, mely személyzet és hasznos terhelés egy része (a rakomány) nélkül kell megállapítani. Így a hajó viselkedése a havária esetéhez hasonló de attól kisebb kiemelkedésű lesz, azaz a szárnyak a hullámozgás hatását csillapítják. Azon túl, hogy a szárnyak csökkentik a hullámozgás hatását, a testek kéttámaszúsága is csökkenti a veszteglő hajó bólintó mozgását.

UTH-vitorlánhajó kialakításának szempontjai

A vitorlás UTH hajónál az ideális elrendezés a páratlan számú test, amiatt, hogy az árbóc merevítése könnyebb, a fedélzet keresztmerekítése pedig a katamaránokhoz képest gyengébb lehet.

A hosszirányú hasznos terhelés elosztását kedvezően befolyásolja a testeken kialakított szárnyak rögzítési távolsága. Nem kizárt itt sem, hogy a súlyelosztás miatt az első és hátsó szárnyak mérete is eltérő legyen.

A fedélzet orrkialkítása nem kell olyan hegyes legyen, mint a monotesteknél ezzel az orrészben a vitorlák kezelésére sok hely nyerhető.

A testek aszimmetrikus eltolása hosszirányban kedvező a boom méretének növelésére. A forstág ekkor az előbbre lévő középső testen, míg a beckstág a két hátrább lévő oldalsó testeken rögzülhet.

A széles fedélzet esetén izgalmas megoldás lehet az egymással párhuzamos kétárbócos kialakítás is, mely félszél kivételével árnyékolás nélkül képes működni, hátszélben pedig a két árbóc között nagy gúnya elhelyezését biztosíthatja. A jobb-bal bumm állás előrerögzítése ekkor elkerülhetetlen, lehetőleg automatikus legyen.

Szárnyak kialakítása, tervezése

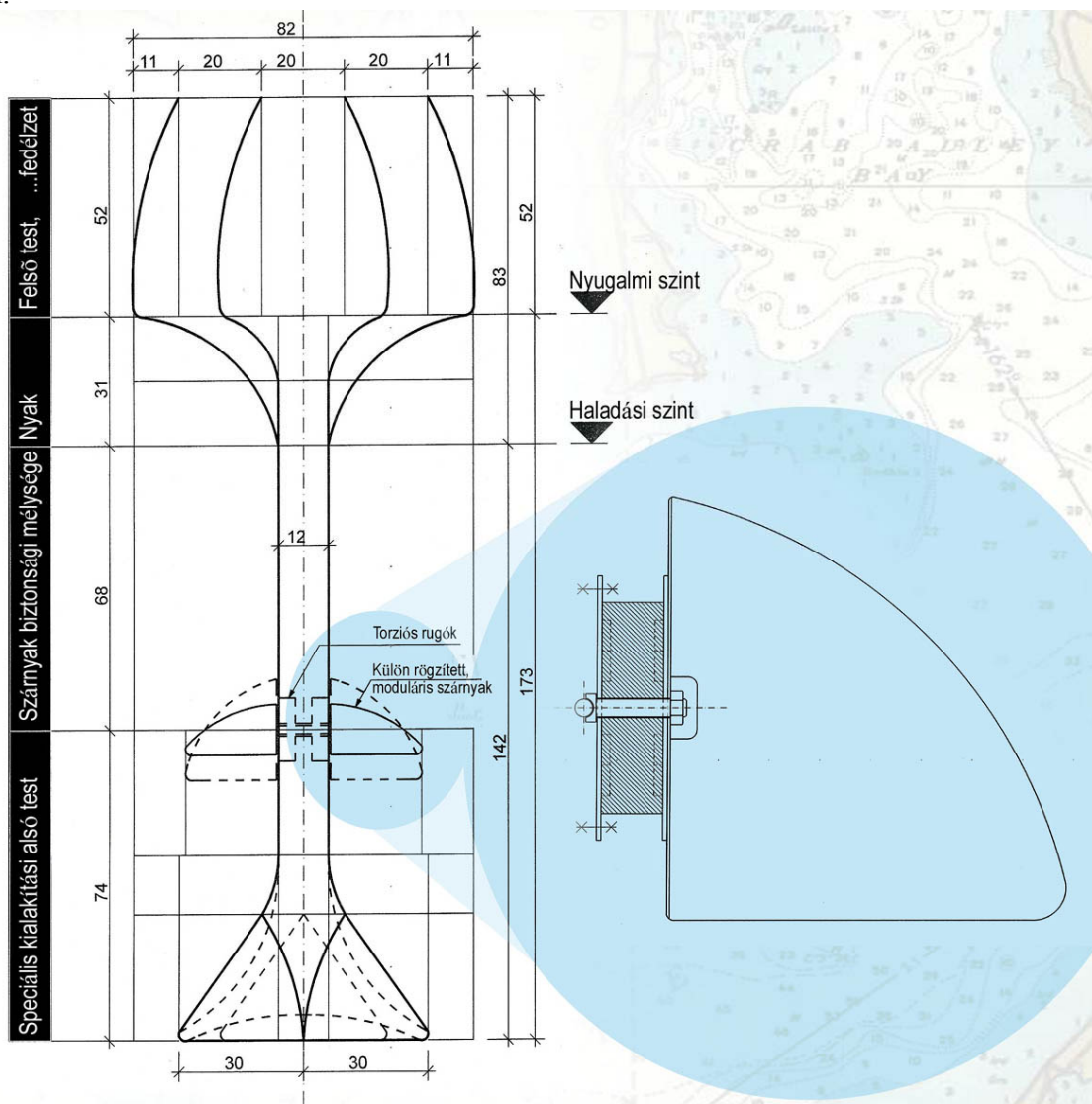
Az UTH-vitorlásokon a szárnyakat kétféle módon lehet elhelyezni. Az egyik mód a motoroshajóknál bemutatott, de annál nagyobb felületű oldalsó szárnyak, a másik a legnagyobb felületet biztosító talpszárnyak. Átmenetet a kettő között a talpszárnyak ritkításával, hézag távolság növelésével képezhetünk. Gyors-nagyon gyors hajóknál az oldalsó szárnyak, közepes-lassú hajókon a talpszárny alkalmazása szükséges.

Oldalszárnyak kialakítása

Az UTH testeken a víz alatti kisméretű szárnyak miatt a test kéttámaszú, vagy többtámaszú tartóként viselkedik. A szárnyak a test mindkét oldalán, minél mélyebben, ideálisan a testhossz $L/5$ - $L/5$ távolságában helyezkednek el, a végektől mérve. A szárnyak rögzítése különleges és a hajó működésének egésze szempontjából igen lényeges. A torziós rugó egy működést jelző fogalomnak tekintendő, melynek legegyszerűbb változata egy sugárirányú lapokkal kialakított hengertok, melyben az elfordulás miatt deformálódó gumibetét ellenállása adja a rugó elfordulással növekvő erejét. Természetesen más megoldások is lehetségesek, a csigaáttételű spirál-rugótól a számítógép vezérlésű pneumatikáig. A kiegyenlítő légnyomástartállyal kialakított megoldás viszonylag bonyolultabb technikát igényel, de üzemzavar esetén előnye, hogy a rugóerő automatikusan alapállásba áll. A kísérleti hajó egyszerű változatát gumi torziós rugóval kell kialakítani. Ez egyszerűen cserélhető kell legyen, illetve előny, ha ezekből egymás fölé (mellé) több is helyezhető. Bonyolultabb kialakításoknál a rugó *karakterisztika* megválasztása, menet közbeni változtatása is meghatározhatja a hajó kiemelkedését a

sebességtől függően, melyek ideálisan akár számítógép vezérelt is lehet és a szárnyfelület változtatással is kombinálható.

A szárnyak kialakítása legyen áramvonalas, keresztmetszetében vékony, szimmetrikus, nyújtott csepp alakot közelítő, felülnézetben pedig cápauszonysor-szerű. Rögzítése excentrikus legyen (a felülnézeti kialakítása miatt eleve az), mellyel a szárny könnyű elmozdulását kívánjuk elősegíteni. A szárnyakként kiképezhető maga a test talpkialakítása is, de a felső konkáv Y test oldala, ettől kijebb akkor sem lóghat. A szárnyak felületének nagyságát a típushoz, testhez, de főleg a tervezett sebességhez kell tervezni. Emiatt lassú sebességeknél nagyok, nagy sebességeknél kisebbek lehetnek. A szárnyméretek menet közbeni változtatása (gépészeti megoldása ismert) a teljes menettartományban hasznosítható emelőerő kialakítását teszi lehetővé. A testeknek és ezzel a szárnyak számának is összhangban kell lenni a tervezés során.



A szárnyakat a tervezés során méretezni kell. A test oldalán elhelyezett szárnyak alapállása 42° -nál ne legyen nagyobb és menetben a végsebességnél legalább 4° maradjon, a menetvív áramlásához képest. A tervezéskor a menetellenállás hatására átlagos elfordulással kell számolni és a szárny méretének meghatározásakor a szükséges kiemelő erő elérésére kell törekedni. Ez a mindig a hajó működési területén jellemző hullámmagassággal egyező legyen.

Az első és hátsó szárnyak lehetnek egyformák és lehetnek különböző felületűek. Ez csak statikai tervezés kérdése, mely a hasznos terhelés geometriai középpontjától függően a

feltámasztás helyét alapvetően meghatározza. Előnyös lehet a nagyobb hátsó szárny, mely a hátrább helyezett súlypontot ellensúlyozni képes menetben. Az ilyen kialakítások tervezése bonyolultabb és előnyei-hátrányai ma még nem beláthatók. Kísérleti kialakításoknál célszerű egyforma szárfelületeket tervezni.

A kísérleti kialakítás során a szárnyaknak cserélhetőnek kell lenni, illetve a torziós rugó a legegyszerűbb, gumibetétes kivitelű legyen, azzal, hogy a gumibetétek különböző keménységű gumikkal csereszabatosak kell legyenek. A kísérleti hajóknál szükséges mérések során ezek hatásait és tervezéskor figyelembe vehető számítási módját pontosítani kívánjuk.

A szárnyaknál elkerülhetetlen olyan kialakítás, mely az elfordulás létrejöttkor a szárny alkotóelemeit képező részek, lemezek forgásirányba eső elcsúsztatásával a szárnyméretet menet közben növelni, vagy csökkenteni képes. Minél meredekebb a szögállás annál nagyobb felületű legyen a szárny és fordítva. Kisebb hajótípusoknál ennek igen egyszerűnek, meghibásodás mentesnek és kis súrlódásúnak kell lenni. (A legegyszerűbb típusnál a felületnövelés elhagyható). Nagyobb, bonyolultabb típusoknál ennek vezérlése igen izgalmas és hosszú kísérletezésű része lesz a kísérleteknek.

A szárnyak torziós rugóval rögzülnek a testhez, melyet a sebesség miatt növekvő víznyomás vízszintes irányba fokozatosan elfordít. Emiatt a kiemelkedés mértéke a sebesség növekedésével egyre kisebb és egy idő után *szinttartó* lesz, melyet tervezni szükséges. Lassulásnál a folyamat fordított: a torziós rugó miatt a szárny a vízszintestől jobban elfordul és emiatt a testet kiemelő erőt megállásig egyre erőteljesebben biztosítja.

Talpszárnyak kialakítása



Az UTH test gerinctalpaként kialakított nagyméretű szárnyak menet felőli része csuklósan, far felőli része függőleges torziós rugóval kapcsolódik a gerinchez a test teljes hosszában. A harántállás megoldása ennél a szárnytípusnál megoldható ugyan, de sok értelme nincs, mert jellemzően lassú hajókról van szó. A testgerinchez kapcsolódó talpszerűen kialakított és 4-6 lemezből álló talpszárny-sor lemezeinek dőlésszöge kisebb és hatalmas felületük az, ami a mozgás során az áramló mentvíz megemelő hatását hasznosítja.

A szárnyak rögzítése egyszerű, a torziós rugó a talpszárny-vég függőleges megemelkedését gátolja, az emelőhatás erejével arányosan egyre jobban. Karakteristikája a rugónak tehát itt is lehet. Természetesen más megoldások is lehetségesek, a spirál-rugótól a pneumatikáig. A kiegyenlítő légnyomástartállyal kialakított megoldás viszonylag bonyolultabb technikát igényel, de üzemzavar esetén előnye, hogy a rugóerő automatikusan alapállásba áll. A kísérleti hajó egyszerű változatát bordázott-gumihenger- torziós rugóval kell kialakítani. Ez egyszerűen cserélhető kell legyen, illetve előny, ha ezekből egymás fölé több is helyezhető (lágyítható - keményíthető a szárnyellenállás).

A talpszárny kialakítása legyen áramvonalas, keresztmetszetében szélek felé vékonyodó, szimmetrikus, áramvonalas alakot közelítő. A talpszárny elemek kétpontos rögzítése egyrészt a szárny könnyű elmozdulását lehetővé teszi, másrészt fővenyre futáskor talpként viselkedik. A szárnyakként kiképezett talpkialakítás maximális szélessége a felső konkáv Y test oldala, ettől kijebb nem lóghat. A szárnyak felületének nagyságát a típushoz, testhez, de főleg a tervezett sebességhez kell tervezni. A test teljes hosszában elhelyezett talpszárny felületét a szélesség megválasztásával befolyásoljuk. A szárnyméretek menet közbeni változtatása (a szárnyelem far felőli végének oldalirányú kifordítása) a teljes menettartományban hasznosítható emelőerő kialakítását teszi lehetővé. A testeknek és a szárnyak szélességének összhangban kell lenni.

A szárnyakat a tervezés során méretezni kell. A test oldalán elhelyezett szárnyak alapállása 15-35°-nál ne legyen nagyobb és menetben a végsebességnél legalább 4° maradjon, a menettvíz áramlásához képest. A tervezéskor a menettellenállás hatására átlagos elfordulással kell számolni és a szárny méretének meghatározásakor a szükséges kiemelő erő elérésére kell törekedni. Ez a kiemelés mindig a hajó működési területén jellemző átlagos hullámmagassággal egyező legyen.

A talpszárny-elemek lehetnek egyformák és lehetnek különböző felületűek. Ez csak statikai tervezés kérdése, mely a hasznos terhelés geometriai középpontjától függően a feltámasztás helyét alapvetően meghatározza. Előnyös lehet a nagyobb hátsó szárny, mely a hátrább helyezett súlypontot ellensúlyozni képes menetben. Az ilyen kialakítások tervezése bonyolultabb és előnyei-hátrányai ma még nem beláthatók. Kísérleti kialakításoknál célszerű egyforma szárfelületeket tervezni.

A kísérleti kialakítás során a szárnyaknak egymással kompatibilisnek, cserélhetőnek kell lenni, mely a gyártást is könnyíti (modul). A torziós rugó a legegyszerűbb, rugós, vagy hengeresgumibetét legyen, azzal, hogy a rugó különböző keménységű gumikkal (rugóval) csereszabatosak legyenek. A kísérleti hajóknál szükséges mérések során ezek hatásait és tervezéskor figyelembe vehető számítási módját még pontosítani szükséges.

A talpszárnyaknál is lehetséges olyan kialakítás, mely az elfordulás létrejöttkor a szárny alkotóelemeit képező részek, lemezek oldalirányba történő kifordításával a szárnyméretet menet közben automatikusan növelni, vagy csökkenteni képes. Minél meredekebb a szögállás annál nagyobb felületű legyen a szárny és fordítva. Nagyobb, bonyolultabb típusoknál ennek vezérlése igen izgalmas és hosszú kísérletezésű része lesz az UTH-hajók fejlesztésének.

Kisebb hajótípusoknál ennek alkalmazása szükségtelen, ezeknél fix talpszárny kialakítást kell tervezni, melynek egyszerűnek, meghibásodás mentesnek és kis súrlódásúnak kell lenni.

A talpszárnyak működési elve hasonló, azaz a szárnyakat a sebesség miatt növekvő víznyomás vízszintes irányba fokozatosan elfordítja. Emiatt a kiemelkedés mértéke a sebesség növekedésével egyre kisebb és egy idő után *szinttartó* lesz, melyet tervezni szükséges. Lassuláskor a folyamat fordított: a torziós rugó miatt a szárny a vízszintestől jobban elfordul és emiatt a testet kiemelő erőt megállásig egyre erőteljesebben biztosítja.

UTH-vitorláshajók előnyei

Az UTH vitorláshajó rugalmas ágyazású többtámaszú tartóként viselkedik, mely jelentősen eltérő az eddigiekhez képest, amikor a hajótest tervezését csavarásra, hajlításra stb. is méretezni kellett. Emiatt a test tervezése is egyszerűbb, tartószerkezet-szerű.

Az UTH testek stabilizáló szárnyai a nyugodtvíz-szinten futnak, arra támaszkodnak fel. Emiatt a hajó futása hullámos vízen is nyugodt, egyenletes. Az alkalmazott megoldás miatt az UTH hullámbarát hajó. Még hullámmozgással szembeni haladáskor is a bukácsolás helyett a **szárnyak** a vízmozgás irányába fékezten állnak be. A hullámmozgás a torziós rugót elmozdítani képes mindkét irányba, emiatt korrigált, hullámmozgást csökkentetten követő mozgás következik be. Ha a szárnyak a hullámmozgás alatti **nyugodt** vízrétegbe beleérnek (mely a tervezés egyik célja), akkor a hajó biztosan siklik ezen a vízfelületen, függetlenül a felszín hullámmozgásától.

Az UTH hajó menetellenállása jóval kisebb, mint a hagyományos hajóké, beleértve a katamarán, vagy trimarán testeket is. Emiatt kisebb energiával meghajthatók, azaz azonos szél és vitorlázat esetén menetsebességük jóval magasabb.

A többtestű UTH vitorláshajó **egyik testén a szárnyak harántállásba fordításával elérhető, hogy a loove oldalt a vízbe húzzuk, míg a másik testen ezzel egyidőben a lee oldalt megemeljük**. Ezzel a hajó dőlése kisebb, azaz kevesebb energiát veszünk. A függőlegesebb árbóccállítás miatt nyert energia jóval nagyobb ekkor, mint a kismértékű ellenkormányzással elvesztett energia és a hajóra ható nyomatók egyensúlya sem bomlik fel. Fura kép tárulhat ilyen esetben a vitorlás versenyt messziről szemlélő elé, mert az egymással párhuzamos ferde árbóccerdőből erősen kitűnik majd az UTH hajó függőleges vitorlázata.

A többtestű UTH vitorláshajó víz latti nagy laterálfelülete a kisebb sodródás szempontjából előnyös, a víz feletti részen, oldalszélben nem túl jelentős mértékű hátrány. A nagy laterálfelület a loovegiering hajlamot csökkenti és a felfutást kizárja. A test megemelkedéséhez szükséges sebesség gyorsabb elérését segíti az UTH test felső részének vízre visszahajlóan homorú kialakítása, mely előlről, a levegő bejuttatásával e testhajlatba, a siklás állapotát biztosítja, másrészt biztonságos felhajtóerőt biztosít a kis oldaldőlésnél, amikor a test az egyik oldalon a vízbe nyomódik.

Az UTH vitorláshajónál is további szerkezeti elem lehet a **kopoltyúfék**, mely nagy menetsebesség esetén szükségessé váló biztonsági berendezés a farban, a középső, vagy a szélső testeken elhelyezve. A közel függőleges, kopoltyúszerűen nyitható oldallapok a vízfalba kapaszkodva fejtenek ki fékezőerőt (akár több fokozatban), a hajós szándékai szerint a hajó

szimmetrikusan – lelassul,
aszimmetrikusan – fordul-lassul.

A féklemezek geometriája olyan kialakítású, hogy a vízszögletet szűkíti, tereli és nagy sebességgel a kormánylapátokra nyomja. Emiatt a hajó a fékezés közben igen gyorsan megfordulhat, pördülni tud.

Az UTH vitorláshajó teljesen új menettulajdonságokat mutat. Jól gyorsul, fordulékony, borulásbiztos, álló helyzetben mélyebb, menetben alacsonyabb merülésű, ha pedig kell, fékezhető. Hullámmozgásra szinte érzéketlen, menetben is - álló helyzetben is. **Az UTH vitorláshajó vezetése, élménye teljesen új és jelentősen eltér az eddigi hajóktól.**

Az UTH vitorlášhajók tervezése fentiek miatt jelentősen eltér a hagyományos hajóktól. Méretezése és kialakítása igazi mérnöki feladat, mely felöleli a XXI század valamennyi lehetséges technikájának alkalmazását, mellyel a szárazföldi közlekedési eszközöknél megszokott komfort és technika biztosítható. A hajó igényes változata komoly vezérléstechnikai mikrochipes szabályozási lehetőségeket teremt.

Az UTH alkalmazása új alternatíva a vitorlášhajók menetteljesítményének oly régen várt, jelentős javítására.

A gyors, kényelmes, nyugodt futású UTH-hajók teljesen új szerkezeti megoldásai szokatlan és eddig lehetetlen manőverekkel új alapra helyezheti a sporthajózást. A hosszútávú hajózás is lényegesen kényelmesebb, gyorsabb, biztonságosabb és hullámfüggetlen közlekedést tesz lehetővé.

Az UTH-megoldás új és forradalmi lehetőségeket nyújt abban a kiélezett versenyben, mely a vitorlášhajók sebességének növelésében folyik, és már szinte minden hagyományos lehetőség kimerült ennek fokozására.