
1 Bevezetés

Az ember helyváltoztatási tevékenysége során a természetes vizeket kezdetben akadálynak érezte, veszélyforrásnak, amelyeket lehetőleg el kell kerülnie életben maradásához. Akkor fedezte fel azok kedvező tulajdonságait, amikor nagy távolságokat kellett megtennie egy folyó mentén, vagy át kellett kelnie egy tavon, és a vízi-járművek segítségével fáradságot takaríthatott meg magának, nem kellett a magával vitt nehéz felszerelést a hátán cipelnie – hiszen a teherhordó állatok megszelídítése, nem is említve a kerék feltalálását, még hátra volt – és nem kellett kerülőket tennie, hanem egyenes úton juthatott el a túlsó partra.

Ahogy a tűz kezdetben ellenség volt, hiszen elpusztította az életteret nyújtó erdőt vagy szavannát, de ez megváltozott, amikor az ember megismerte a tűz jó oldalát, éppúgy változott át a víz akadályból közlekedési és szállítási útvonallá. Akkor következett be ez a fordulat, amikor az ember elsajátította a vízi-járművek készítésének ismereteit.

A járművek legősibb fajtája a *vízi-jármű*. Erre bizonyítékot szolgáltat az a tény, hogy a legprimitívebb törzsek is, amelyek tagjai még napjainkban is ismerik a kőeszközök készítésének módját, sőt, készítenek is kőbaltákat és kereskednek is velük, még azok is készítenek tutajokat vagy fatörzsből kivájt csónakokat. A kerék feltalálása és a teherhordó állatok házasítása differenciálni tudta a közlekedési és szállítási lehetőségeket, de komoly alternatívát csak ott jelentett, ahol a *vízi-utak* nem álltak bőséggel rendelkezésre.

A munkamegosztás kialakulása kitermelte a *hajóépítéshez* értő mesterembereket, az ember földrajzi ismereteinek bővülése pedig az utazásban résztvevők számának növekedését idézte elő (és vice versa), ami ennek következtében a *hajók* különböző típusait fejlesztette ki. Más járműre volt szüksége a *vízi-utakkal* sűrűn behálózott lapos területek kereskedőinek, mint a nagy folyamokon mindkét irányban közlekedő hivatalnokoknak vagy katonáknak. A szeles területeken *vitortlát* használhattak, máshol evezniük kellett. A vikingek könnyű, hajlékony, hossz-szilárdsággal szinte egyáltalán nem rendelkező *hosszú-csónakjai* könnyen átszállíthatók voltak az egyes *vízi-utakat* elválasztó földnyelveken vagy a *vízi-út* szerves részét alkotó zuhatagos szakaszokon. A hajóépítők kezdetben egyek voltak a *hajók* üzemeltetőivel, a régi görögök mondáiban a nagyobb útra vállalkozó hősök előbb megépítették saját járműveiket. Ez azonban a *hajóépítő* szakma bonyolultabbá válásával és a hajósmesterség ismereteinek kibővülésével megváltozott. Bár a karbantartás a mai napig elsősorban a hajózó ember feladata maradt, az építés már olyan infrastruktúrát igényel, amely a *hajóépítést* iparrá tette hosszú idővel ezelőtt, és ez a tendencia a jövőben is csak tovább erősödhet.

A mai világban a *hajóépítő* szakember sokéves tanulással sajátítja el azokat az ismereteket, amelyek szakmájának urává teszik, nem is említve a szakma gyakorlása közben megszerzett átfogó tudást, amely nélkül nem épülhettek volna meg a világ híres *hajói*, mint a brit *haditengerészet vitorlás hajói*, a 19. század *klipperei* vagy a 20. századi atlanti *személyszállító hajóóriások*, amelyek az építés és a *hajózás* során elkövetett minden emberi hiba ellenére a fejlődést szolgálták. De nem juthatott volna el a *folyami hajó* sem a mai műszaki szintre a szakma kiváló képviselői nélkül. Ez a kézikönyv a szerkesztők szándéka szerint arra hívatott, hogy nyomába lépjen az előző században a szakma bibliájaként tisztelt *Balogh-Vikár könyvnek*, illetve a

századvég követelményeinek megfelelően íródott *Benedek* kötetnek. Szerkesztési módja lehetővé teszi az állandó frissítést, az újabb kiadások folyamatos megjelentetését.

1.1 Előszó

A magyar hajóépítés az elmúlt évszázadok során, kivéve egy viszonylag rövid időszakot, szinte folyamatosan kizárólag az ország gazdaságának kiszolgáló ágazata volt. Ez a rövid kivételes időszak a II. Világháború után következett be, amikor a kelet-európai gazdasági régióban a kölcsönös előnyök alapján a magyar hajógyártás olyan terméket tudott előállítani, amely csereértéket képezett az ország gazdasága számára elengedhetetlen nyersanyagok és berendezések ellenében. A termelőerők színvonalának emelkedése többé-kevésbé folyamatos, ezért semmi meglepő sincs abban, hogy a 20. század közepén még fejlett technikának számító hajóépítő szakma olyan országok számára is hozzáférhetővé vált, ahol addig az ipari háttér nem biztosított hasonló színvonalú termelő tevékenységet. Az életszínvonalban, a dolgozók igényeiben és ennek következtében a bérekben megmutatkozó különbségek miatt azonban ez a folyamat azt eredményezte, hogy a korábbi hajóépítő országokban, így nálunk is, a hajóépítés elveszítette gazdaságosságát, a hajóipar leépült. A mi esetünkben más tényezők is hatottak, így a nagy létszámú fizikai dolgozót foglalkoztató állami cégek ismét magánkézbe adása, ezzel együtt a támogatási rendszer gyökeres átalakulása, de az említett változások csak elindították magát a folyamatot, hiszen ugyanez már több évtizeddel korábban a sokkal nagyobb hagyományokkal rendelkező angol és német hajógyárakban is lezajlott.

A világméretű folyamatok azonban megint nem követik a korábbi irányokat, hanem újra és újra megváltoznak. A változások időnként egyes helyzeteket visszafordítanak, ami átmenetileg gazdaságtalan volt, az egy új szituációban jövedelmezővé válik. Mi is növelte a korábbi évszázadokban a hajózás fontosságát igazán? Az egyre hatalmasabb áruforgalomhoz szükség volt rá, hiszen sem a vasút, sem az országúti szállítás nem volt képes az igényeket kielégíteni. Mi is okozta ennek a fontosságnak a csökkenését, különösen a belvízi hajózásnál? Az áruforgalom szerkezete átalakult, nőtt azoknak az áruknak az aránya, amelyeket gyorsan kellett továbbítani, erre pedig a hajók nem képesek. Mire alapozom optimizmusomat a hajózás fontosságának újabb előretörésében? Amit korábban az egyszerű fizikai törvényszerűség követelt meg, hogy a nagy tömegű árut vízen továbbítsák, azt meg fogja követelni az az igény, hogy az árukat minél olcsóbban és a környezetre gyakorolt minél kisebb negatív hatással továbbíthassák rendeltetési helyükre.

Ha pedig igaz a fenti megállapítás, akkor szükség lesz újabb hajókra (bizonyára másokra, mint a korábbi konstrukciók voltak, mivel ez történik mindig, amikor egy folyamat megismétlődik, nem ugyanazon a szinten teszi, hanem új műszaki színvonalon), amelyeket ismét csak a hajógyárak fognak megépíteni, és az egyetlen dolog, ami itt nem változik, hogy a hajógyárnak lehetőleg víz mellett kell elhelyezkednie és biztonságos kikötővel kell rendelkeznie. Legyen az akármelyik hajógyár, eredeti funkciójára tökéletesebben alkalmas, mint üdülőterületnek vagy kereskedelmi bázisnak. Akik pedig a hajógyárakban a munkát fogják elvégezni, azoknak szükségük lesz megbízható és kezelhető szakirodalomra.

1.2 A kézikönyv célja

Ezt a kézikönyvet első sorban azzal a céllal kezdtem megszerkeszteni, hogy a *hajóépítő* szakma műszaki végzettséggel rendelkező képviselőinek azt a tudásanyagot biztosítani lehessen, amely túllép a közép- vagy felsőfokú műszaki szakemberek általános ismeretein. A szakképzésben lehetetlen minden szakra és ágazatra tökéletesen felkészíteni a tanulókat és hallgatókat, az okleveles végzett szakember ahhoz a gépjármű vezetői vizsgát tett emberhez hasonlít, akinek a jogosítvány kézhez vétele után már joga van megtanulnia autót vezetni úgy is, hogy nem ül mellette oktató. A friss diplomás talán többet is tud elméletben, mint a szakma idősebb tagjai, bár ez sem mindig igaz, mert akinek szívügye a szakma, az sohasem áll meg saját továbbképzésével, minden esetre a gyakorlatot csak munka közben lehet megszerezni. A gyakorlat csak hosszú évek alatt szerezhető meg, és közben nagyon sokszor kell konzultálni olyan szakirodalommal, amely az általános és a specifikus tudás különbségeit egyenlíti ki. Szeretném, ha ez a kézikönyv ezt a feladatot képes lenne megoldani. Ez volt az első, és talán legfontosabb célom.

Nem jelentéktelen azonban az a feladata sem a kézikönyvnek, hogy a *hajóépítő* kívül a *hajók* üzemeltetőinek is megadja azt a segítséget, amelyre időről-időre szükségük lehet. A *hajók stabilitási* kérdései a *hajózó személyzet* számára is elsődleges fontosságúak, de ugyanaz elmondható a *hajók szilárdságáról* is, hiszen számos *hajó* borult fel vagy tört ketté a nem megfelelő *rakomány-eloszlás* miatt, vagy azért, mert a *hajózóút* jellemzői nem olyanok voltak, amelyeket a *hajó* tervezése és építése során figyelembe vettek. A kézikönyv olyan fejezetei, amelyek a *hajózást* könnyíthetik meg, minden *hajó fedélzetén* a felelős személyek rendelkezésére kell, hogy álljanak.

1.3 A kézikönyv használata

A kézikönyv felépítése megfelel a könnyű kezelhetőség és állandó frissíthetőség és bővíthetőség követelményeinek. A digitális szerkezet nemcsak a lapok kivételét és cseréjét egyszerűsíti, hanem egyes fejezetek másolását, elektronikus levilágítását, külön kezelését is lehetővé teszi.

A kézikönyv 1. ill. 2. kiadásának megjelenése távolról sem jelenti a könyv teljességét. A digitális szerkezet ebben jelenti a legnagyobb potenciált a hagyományos kötött könyvekkel ellentétben, mivel egy új kiadás a könyveknél az egész mű újbóli megjelentetését teszi szükségessé, ellentétben az adathordozókon rögzített szerkezettel, ahol az alap 1. kiadás már megjelenhet, amikor a minimálisan szükséges alapfogalmak belekerültek (a terjedelemnek megfelelő költség- és árszínvonalon), és az idő folyamán kidolgozott (vagy előírások és technikai megoldások területén módosult) új fejezetek bővítő-csomagként szerezhetők be. Ha pedig egy szakember számára az alapterjedelem kielégítő, nem kell a bővítéseket megvásárolnia.

A kézikönyv elején részletes tartalomjegyzék van elhelyezve, amely megkönnyíti az adott szakterületre vonatkozó ismereteket tartalmazó fejezet megtalálását. Amennyiben szűkebb fogalmat vagy kifejezést keresünk, azt a betűrendes tárgymutató segítségével tehetjük meg. Az ebben található fogalmak és kifejezések dőlt betűvel fordulnak elő azon a helyen, amelyre a tárgymutató utal.

A bevezetés célja az, hogy a kézikönyv kezelésének minél gyorsabb elsajátítását biztosíthassa.

A *hajóelméletben* azok az ismeretek találhatóak, amelyek azt teszik lehetővé, hogy az adott feladathoz a követelményekből kiindulva meghatározzuk az optimális hajótestet, megrajzoljuk a hajótest *vonalarajzát*, és annak alapján elvégezzük a *hajóelméleti számításokat*. Mivel a *stabilitási, úszóképességi és hordképességi* számítások már a valóságos berendezések súlyát és *súlyponti helyzetét* is ismertnek tételezik fel, ezeket a számításokat a *hajótervezés* egyes stádiumaiban (*ajánlati terv, építési terv*, építés utáni korrekciók) újból és újból meg kell ismételni az egyre pontosabbá váló adatok felhasználásával.

A *hajótípusok* fejezet azoknak a szakembereknek kíván segítséget adni, akik nem a megszokott úton járnak, hanem olyan hajó tervezése és építése a feladatuk, amely számukra ismeretlen részleteket tartalmazhat. Amikor például a hajózási mód változik, mint ahogy a *folyami önjáró áruszállító hajók* helyett az áruk mennyisége és fajtája a *tolóhajózást* hívja életre, a *tolóhajók* minden területét meg kell ismernie azoknak, akik korábban az *önjáró hajókkal* foglalkoztak. Ugyanez érvényes arra a tervezőre is, aki már évtizedes tapasztalattal bír a *tengeri áruszállító és vontató hajókról*, de *Ro-Ro hajót* vagy *kikötői bárkát* kell terveznie és építenie. A fejezet segítséget ad a megfelelő *hajóosztályozó intézetek* előírásaiban való eligazodásnál is.

A legösszetettebb rész a kézikönyvben a *hajók szerkezeti felépítésének* leírása. A *hajó*, bár komplex termék, nem öncélú használati tárgy. A feladat határozza meg, milyen lesz, milyen egységeket fog magában foglalni. Az építető a feladat végzésére kívánja használni, ami ahhoz felesleges, azt nem fizeti meg.

Ha például egy adott területen belül valamilyen árut kell két pont között rendszeresen elszállítani, az áru mennyisége és külső jellemzőinek összessége dönti el, mekkora legyen a hajó *hordképessége* és milyen legyen a *rakodótér* vagy terek mérete. A feladat a *hajótípust* is félig-meddig kijelöli, de az sem lehetetlen, hogy a feladat teremtsen új típust, ahogy a *konténerszállítókat* vagy a *tolóhajókat* a feladat hozta létre. A típus, a méret és a *hajózási útvonal* már leszűkíti az *osztályozó intézetek* listáját, amelyek közül kiválasztható az az egyetlen, amelynek előírásai alapján fog a hajó megépülni és a későbbiekben üzemelni. Az előírások és az *előzetes hajótest tervezés* eredményei mondják meg a *gépi berendezések* paramétereit. Ezek alapján lehet a gépeket és berendezéseket kiválasztani, az automatizáció fokának megfelelő légénység számára a munka- és életfeltételeket biztosítani.

A fejezet mindezekhez segítséget ad, és lehetővé teszi a hajó meghajtásának, szaknyelven *propulziójának* megtervezését és gyártását is. A *propulzió* területe képviseli a kézikönyv legterjedelmesebb részét, mert egyrészt az elmúlt évtizedekben tapasztalt műszaki fejlődés sem hozott létre olyan megoldásokat, amelyek a végső, legjobb megoldásoknak tekinthetők, másrészt az emberi törekvések sohasem szűnnek meg annak érdekében, hogy a legnagyobb teljesítményt a legkisebb ráfordítással lehessen elérni. A kézikönyv ezért minden olyan ismeretet tartalmaz, amelyek a szakembernek lehetővé teszik a számára optimális megoldás kiválasztását.

A kézikönyv leggyakrabban használt fejezete valószínűleg az *osztályozó intézetek* és nemzeti illetve nemzetközi szabványok ismertetése lesz. Ezek azok a szakismeretek, amelyeket a gyakorlat ugyan rögzít az agyban, de a fejlődés és az előírások folytonos

változása nem engedi, hogy valaki elégedett legyen saját tudásával, ha jól akar dolgozni, akkor szükség van a segédletek használatára. Ugyanez az oka annak is, hogy a frissítés bizonyára ezt a fejezetet fogja leginkább érinteni.

1.4 Irodalomjegyzék

Az alábbi szakirodalmi művek jegyzéke legnagyobb sajnálatomra nem teljes. Nem tartalmazza egyrészt azokat a cikkeket, könyvrészleteket, stb., amelyeket az Internet különböző honlapjairól szabadon le tudtam tölteni, de feledékenységből nem jegyeztem meg a címeiket. Bízom benne, hogy akinek ezekre szüksége lehet a könyv alapján, annak a megfelelő keresőszó segítségével sikerül ezekre rábukkanni.

A másik csoportba azok a saját kezemmel készített jegyzetek tartoznak, amelyeket egyetemi tanulmányaim során a BBBZ-kódex nevét adó két személy előadásain vettem papírra. Ezeket kiegészítik még azok a számítások, amelyeket szakmai gyakorlatom során kellett elvégezniem.

1. Balogh - Vikár: A Hajók elmélete, Akadémiai Kiadó, 1955
2. Benedek Zoltán: Optimális örvényeloszlás kétcsavaros hajók hajócsavarjainál, Járművek, Mezőgazdasági Gépek, 1962
3. Benedek Zoltán: Kutatási eredmények és felhasználásuk Kort-gyűrűs propellerek főméreteinek meghatározásánál, Magyar Hajó- és Darugyár Műszaki Tájékoztató, 1967/4
4. Benedek Zoltán: Sugárhajtóműben és gyűrűben működő hajócsavar tervezése, Magyar Hajó- és Darugyár Műszaki Tájékoztató, 1968/1
5. Betz, A.: Ergebn. Aerodyn. Vers. Anst., Göttingen, 1919.
6. Betz, A. – Prandtl, L.: Schraubenpropeller mit geringstem Energieverlust. Nachrichten von d. Kön. Ges. Wis. zu Göttingen 1919
7. Burrill, L.C.: Calculation of Marine Propeller Performance Characteristics. Trans. ECIES, 1944.
8. Burrill, L.C.: On propeller Theory. Trans.IESS, 1947.
9. Burrill, L. C.: A New Design Method. N.E.C. I. 1955
10. Burrill, L.C.: „A Short Note on the Stressing of Marine Propellers”, The Shipbuilder and Marine Engine Builder, Vol. 66, No. 619, August 1959.
11. Burrill, L.C. and Emerson, A.: Propeller Cavitation: Some Observations from the 16–inch Propeller Tests in the New King’s College Cavitation Tunnel, Trans. NECIES,

Vol. 79, 1963.

12. Carlton, J.S.: Marine Propeller & Propulsion. Butterworth Heinemann, 1994.
13. Eyres, D. J. M.Sc., F.R.I.N.A.: Ship Construction, Sixth edition 2007, Elsevier, Linacre House, Jordan Hill, Oxford, OX2 8DP, 30 Corporate Drive, Burlington, MA 01803
14. Froude, W.: On the Elementary Relation Between Pitch, Slip and Propulsive Efficiency. *Trans. RINA*, 19,1878.
15. Gillmer, Thomas C. - Johnson, Bruce: Introduction to Naval Architecture, U. S. Naval Institute Press, Annapolis, Maryland, 1982
16. Goldstein, S.: On the Vortex Theory of Screw Propeller, Proceedings of the R. S. of Ser. A, 123, London 1929
17. Holtrop, J. and Mennen, G.: „An Approximate Power Prediction Method”, International Shipbuilding Progress, Vol 29, July, 1982
18. Holtrop, J.: „A Statistical Re-Analysis of Resistance and Propulsion Data”, International Shipbuilding Progress, Vol 31, Nov, 1984
19. INTERNATIONAL ASSOCIATION OF CLASSIFICATION SOCIETIES: Requirements Concerning Machinery Installations, IACS Req. 2003
20. International Towing Tank Conference (ITTC) Symbols and Terminology List, Draft Version 1999, August 19, 1999
21. Keyser, R. and Arnoldus, W.: „Strength Calculation of Marine Propellers”, International Shipbuilding Progress, Volume 6, No. 53, January 1959.
22. Kramer, K. N.: Weiterführung von Goldsteins Lösung d. Optimalproblems für Schraubenpropeller, D. V. für Luftfahrt 1941
23. Kuiper, G.: Cavitation Research and Ship Propeller Design, Volume 58, Issue - 1 <http://www.springerlink.com/content/n71042243r913621>
24. Lammeren, W.P.A. van et al. (1969): The Wageningen B-screw series, SNAME
25. Lerbs, H.W.: Moderately Loaded Propellers With a Finite Number of Blades and an Arbitrary Distribution of Circulation. *Trans. SNAME*, 60, 1952.
26. Lewis, Edward V.: Principles of Naval Architecture, Vol.2 Resistance, Propulsion and Vibration. The Society of Naval Architects and Marine Engineers, Jersey City, NJ.

27. Manen, J.D. van, Lammeren, W.P.A. van.: The Design of Wake-Adapted Screws and their Behaviour Behind the Ship. *Trans. IESS*, 1955.
28. Manen, Dr. J. D. van - Superina, A.: The Design of Screw Propeller sin Nozzles, *Int. Shipbuilding Progress*, 1959
29. Moor, D., Parker, M. and Pattulo, R., „The BSRA Methodical Series - An Overall Presentation”, *Trans. RINA*, Vol. 103, 1961
30. Oosterveld, M.W.C., Ossanmen, P. van: „Further Computer Analysed Data of the Wageningen B-screw Series”. *ISP*, 22, July 1975.
31. Rankine, W.J.: On the Mechanical Principles of the Action of Propeller. *Trans. RINA*, 6, 1865.
32. Rawson, K.J. - Tupper, E.C.: *Basic Ship Theory*, Vols. 1 and 2, Fifth Edition, 2001
33. Romsom, J.A.: *Propeller Strength Calculation*, Marine Engineering & Naval Architecture, 1952, Vol. 75.
34. Taylor, D.W.: *The Speed and Power of Ships*, U.S. Gov. Printing House, 1943
35. Troost, L.: *Open Water Test Series With Modern Propeller Form. Part 3 – Two-bladed and Five-bladed Propellers - Extension of the Three and Four Bladed B-series*. *Trans. NECIES*, 67, 1951.
36. Zubaly, Robert B.: *Applied Naval Architecture*, Cornell Maritime Press, Centreville, Maryland, 1996

1.5 Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani azoknak, akik hozzájárultak, hogy ezt a szakmai kézikönyvet össze tudtam állítani, és azoknak a kezébe adhatom, akik számára segítséget nyújthat.

Azokat, akiknek köszönetet mondok, nem szeretném név szerint említeni, felsorolom inkább azokat az okokat, amiért nekik köszönettel tartozom.

A legelső helyre kell tennem a hajóépítés tárgy előadóját a Budapesti Műszaki Egyetemen az 1962/63 és 1963/64 tanévben, B.B. professzort, aki a hallgatókkal való kapcsolatában saját lényével elérte (nálam mindenesetre), hogy nemcsak megélhetést biztosító szakmának tekintettem a hajótervezés és hajóépítés területét, hanem életcélomnak. Köszönöm, hogy természetessé tette számomra azt, hogy az egyetem befejezése után egyrészt teljes tudással kell a kapott feladatokat elvégezni, másrészt a szakembernek saját képzsését sohasem szabad befejezettnek tekinteni, ahogy a jó pap, úgy a jó hajóépítő is holtig tanul.

Talán még ennél is nagyobb köszönettel tartozom a hajók propulziója tárgyát előadó B.Z. adjunktusnak (akkor adjunktus, azóta akadémiai doktor, a szakma legtekintélyesebb alakja). Az ő egyénisége tökéletesen magával tudott ragadni, későbbi munkám során a tőle tanultakat hasznosítottam leginkább a megtervezett hajócsavarokban.

Köszönöm azoknak a kollégáknak és főnököknek, akik szakmai pályám során olyan feladatokkal hoztak össze, amelyek tudásomat folyamatosan bővítették, ez tette lehetővé, hogy tudásom mai szintjét elérhessem. K.F. meglátta bennem azt a fiatal mérnököt, akiből egyik legjobb munkatársa válhat. J.Gy. nem győzte ostorozni bennem az ösztönös kitérés szándékot az új nehézségek előtt, minél jobban szerettem volna egy beláthatatlan feladat alól kibújni, annál inkább erőltette, hogy csináljam meg.

Köszönöm mind a kettőnek, hogy az adott pillanatban a legjobbat tette.

Később, amikor már az újtól nem rettentem meg, S.F. és W. J. is rám tette a legnagyobb terheket, hogy ösztönözzenek, és törekedjem a legjobb megoldásokra.

Tudnám még folytatni a sort, de nem sorolhatom fel valamennyi munkatársamat.

Ők voltak azok, akik lehetővé tették, hogy összegyűjtsem magamban azt a tudásanyagot, ami ennek a könyvnek az összeállításához elengedhetetlen volt.

Köszönöm nekik.