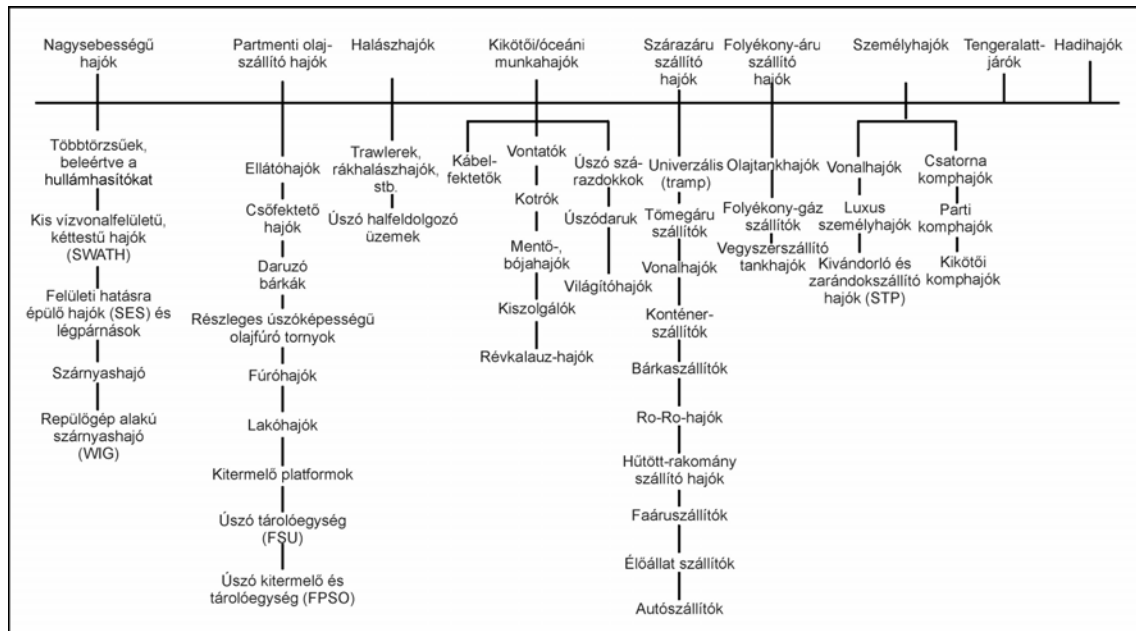


3 Hajótípusok

A 3.1 ábra azt az osztályozási rendszert mutatja, amely szerint a hajókat kategóriákba lehet sorolni. A rendszer megmutatja, hogy a hajóépítő ipar milyen hatalmas alkalmazkodó képességgel rendelkezik. Az összes hajótípus tárgyalása ebben a szakkönyvben nem lehetséges, ezért részletesebben csak a kereskedelmi hajótípusok ismertetésére került sor.



3.1 ábra Hajótípusok

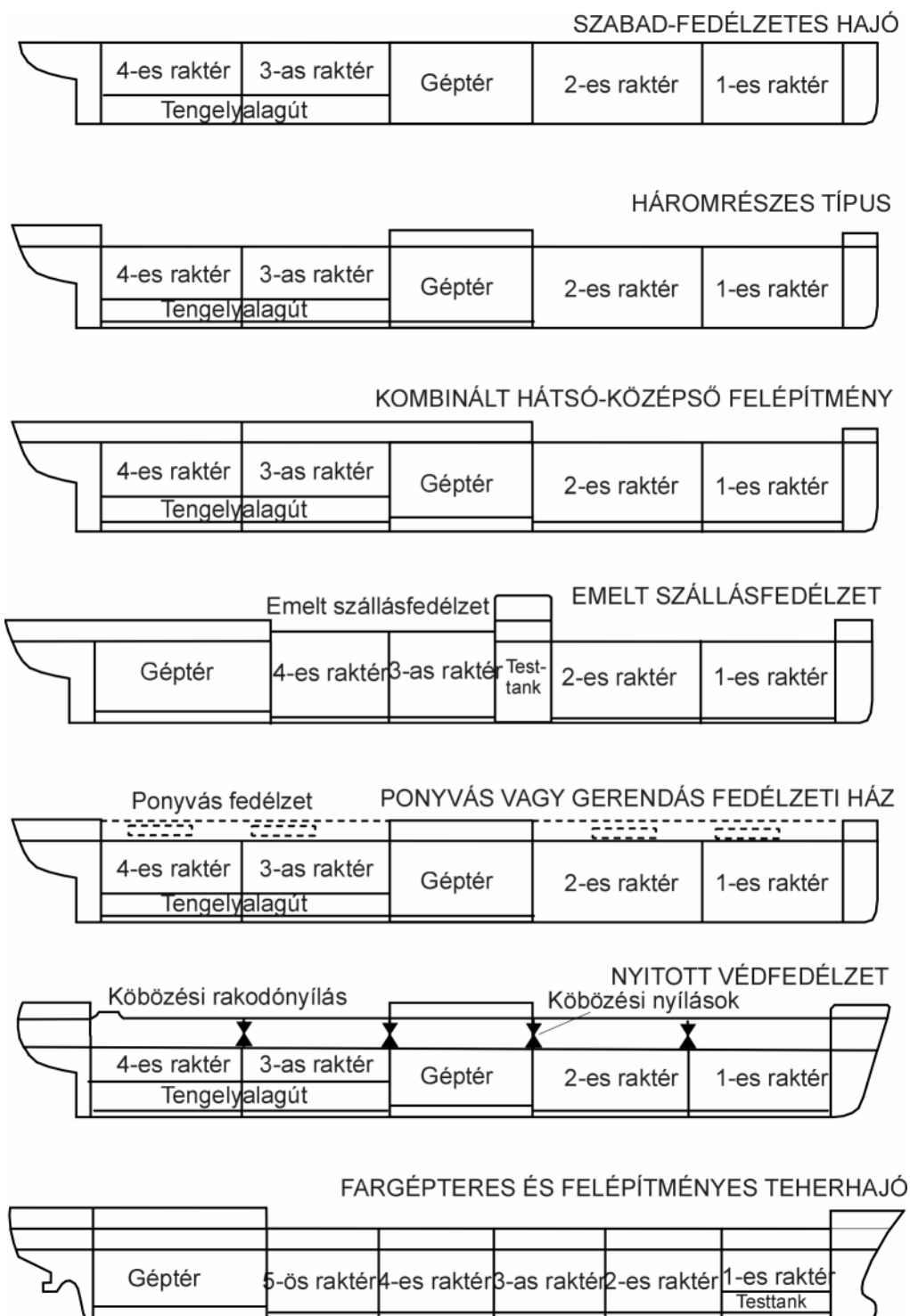
3.1 Szárazáru szállító teherhajók

A hajók klasszikus feladata az áruk szállítása volt, és ez nem változott az idők során. Természetesen nem hanyagolható el sem a személyszállítás, sem a haditechnika, azonban az emberi igények kielégítéséhez elengedhetetlen az áruk eljuttatása az előállítótól a fogyasztóhoz. Ezen a területen a vízi szállításnak kapacitásban és gazdaságosságban nincs alternatívája.

A 3.3.1 ábra szemlélteti a *szárazáru szállító hajók* fejlődési irányát a gőznek mint fő *propulziós erőforrásnak* az alkalmazásba vétele, vagyis a 19. század második harmada óta. Az első *gőzhajók* tervei szinte mindenben követték a *vitórlás hajók* megoldásait, az időjárásnak kitett *szabadoldal fedélzet* (a szabadoldal fogalma akkor még nem volt ismeretes) alatt helyezkedtek el a gépek, a géptér védelmére csak alacsony peremű zárható fedél és üvegezett felülvilágító szolgált. A géptér védelmét azonban már viszonylag korán kezdték megoldani egy zárt hídszerkezettel. Elöl az orrban a *legénységi szállás* (*forecastle*, magyarul fokszli), hátul pedig a *hátsó felépítmény* (*tiszti lakóter, poop*) jelent meg hamarosan, ami szintén védelmet nyújtott a hullámok

BBBZ kódex

ellen. Ebből alakult ki a köznyelven *háromrészes (three-island) típusnak* nevezett elrendezés.



3.1.1 ábra A teherhajó fejlődése

A korabeli tervek egy része egyesítette a hátsó és középső lakóteret (amelynek hivatalosan híd volt a neve), az is előfordult, hogy a híd és a legénységi lakótér képezett egy egységet.

A következő változás a *szállásfedélzet* megjelenése, ami a hátsó géptérrel épített hajók erős fartrimjét volt hivatva kiküszöbölni azzal, hogy a hátsó *raktér* helyébe lépett a szállásfedélzet. Ezt a megoldást először a kisebb hordképességű hajóknál (parti szénszállító hajók) alkalmazták, amelyeknél a trim nagyobb gondot jelent. Ez a megoldás teljesen rakott állapotban egyenes úszást biztosított. Az emelt szállásfedélzet magassága nem éri el a *közbenső fedélzetek* magasságát.

Ismét további változást jelentett a háromrésztes elrendezéshez képest a *fedélzeti rakomány* (darabáru és állatok) szállítása, a konstrukció kiterjedt a fedélzeti rakomány védelmére is. Ennek eredménye volt az olyan terek kialakítása a hajón, amelyeket nem kellett figyelembe venni a *köbözés* során, mivel nem voltak állandóan zárt terek. Az ilyen fedélzeti szerkezetek tulajdonképpen integrálva voltak a hajó szerkezetébe, de szerkezeti elemeik könnyebbek voltak a kétfedélzetes hajók felső fedélzetének elemeinél, amelyeket ezért *teljes merevítésű (full scantling) hajóknak* kezdtek nevezni. Az *ideiglenes fedélzetű (shelter deck, védfedélzet) típus*, ahogy ezt a hajókatagóriát nevezték, azon kívül, hogy könnyebb szerkezetű volt, abban is eltért, hogy a szabadoldalt nem a legfelső fedélzettől mérték, hanem az alatta levő fedélzettől (second deck), mivel a felette levő tér nem volt része a *regisztertonnának*. Ennek magyarázata az, hogy az ideiglenes fedélzeten és az alatta levő válaszfalakon levő nyílások nem elégítettek ki bizonyos előírásokat.

A későbbiek folyamán kialakultak azok a hajók, amelyeket *nyitott/zárt ideiglenes fedélzetűeknek* neveztek. Ezek tulajdonképpen teljes merevítésű hajók voltak, amelyek nyílásai kielégítették az előírásokat, a köbözésnél azonban nem volt figyelembe véve a közbenső fedélzeti terek térfogata abban az esetben, amikor a hajó csak olyan terheléssel közlekedett, amikor a szabadoldalt a második fedélzettől mérték. A *nyílászárók* kialakítása lehetővé tette az ideiglenes nyílások teljesen vízmentes lezárását, és a szabadoldalt a felső fedélzettől való számítását, amivel a hajót nagyobb merülésig lehetett megrakni, akkor azonban már a közbenső fedélzetet nem lehetett kivenni a köbözésből.

A hajótulajdonosok viszonylag hosszú ideig kedvelték a nyitott ideiglenes fedélzetű hajókat. Ugyanakkor fennállt az a biztonsági aggály, hogy nem kívánatos ideiglenes nyílások voltak a héjszerkezeten. Ezeknek a nyílásoknak a megszüntetése érdekében olyan módon, hogy a regisztertonna értéke ne változzék meg jelentősen, számos tanácskozást folytattak. Végül az *1966-ban bevezetett rendelkezések (Tonnage Regulations)* lehetővé tették egy köbözési jel feltüntetését bizonyos távolsággal a második fedélzet alatt. Azon a hajón, amely *módosított köbözés* alá esett, a köbözést csak a második fedélzetig végezték el, vagyis a közbenső fedélzetet nem számított bele, a köbözési jel azonban semmilyen körülmények között sem kerülhetett víz alá. Ha a hajó *alternatív köbözési kategóriába* volt sorolva (ez a korábbi nyitott/zárt ideiglenes fedélzetnek felelt meg), a köbözést csak a második fedélzetig végezték el abban az esetben, ha a köbözési jel nem került víz alá. Amennyiben a jel víz alatt volt, a köbözést a felső fedélzetig végezték el, a szabadoldalt pedig attól kellett mérni. A *köbözési jel*

koncepciója hatékonyan szabályozta a nem kívánatos nyílások kérdését és a köbözési eljárást. Az újabb változások a köbözési követelményekkel kapcsolatban, amelyekre 1969-ben került sor, végül elvezettek az *általános érvényű köbözési eljáráshoz*, ahol már nincs szükség köbözési jelre, bár a régebbi hajók esetében az eredeti regisztertonna értékek maradtak érvényesek 1994-ig.

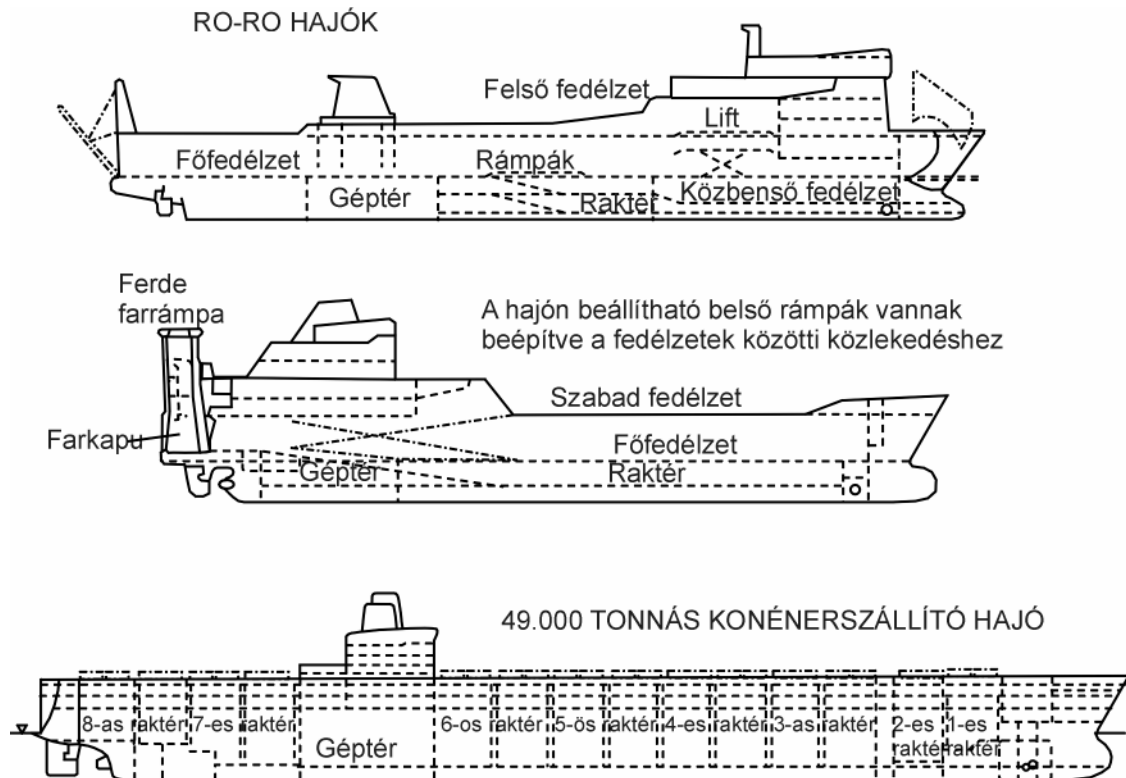
Térjünk vissza a hajótípusok fejlődéséhez. Eredetileg a gépeket a *lapátkerekes meghajtás* miatt a hajó középső részén helyezték el. A szén pedig, mint alapvető tüzelőanyag, *tárolókat (bunker)* igényelt, amelyeket a trim megakadályozása érdekében szintén középen alakítottak ki. Az *olajtüzeléssel* ezt a problémát többé-kevésbé sikerült megoldani, a *hajócsavaros hajtásnál* pedig külön előnyei vannak a *far-gépterés* megoldásnak. A gépek hátul történő elhelyezése azonban jelentős fartrimet eredményez üres raktereknél, ezért a jármű mellső részén kellett elhelyezni a *mélytankokat*. Ez azonban nagy hajlító-igénybevételt jelent *ballasztmenetben*, amire a megoldást az jelentheti, ha a gépteret a hajó hátsó egynegyedénél telepítik. Azaz van egy raktér a géptér mögött is az előtte kialakított három vagy négy raktéren kívül. Mindkét esetben a hajó középső része, amelynek formája kedvezőbb a rakterek kialakításához, fenn van tartva a rakomány számára, a *tengelyalagút* miatt elvesztett raktér mérete pedig elhanyagolható.

3.2 Szárazáru szállítókból kialakult egyéb típusok

A 3.1.1 ábrán legalul látható far-gépterés teherhajó ennek a típusnak a végső fejlődési stádiumát mutatja, és az 1960-as évek korszerű *vonalhajóit (cargo liners)* képviseli. A rákövetkező tíz év során azonban a vonalhajókkal bonyolított kereskedelem legnagyobb részét a *konténerszállító hajók* vették át, a rövidebb távolságokon pedig a hagyományos kereskedelmi hajók helyére a ro-ro (roll on roll off, felgördül-legördül) típusú hajók léptek. A konténerszállító hajó fő jellemzője a derékszögű konténerek tárolása a hajótest teljesen derékszögű szakaszán belül, illetve azok több rétegben egymásra rakott elrendezése a főfedélzeten. Annak érdekében, hogy a nemzetközi ISO szabványok szerint gyártott *egységes méretű konténerek* be- és kirakodása megoldható legyen, a rakterek és *rakodónyílások* szélessége és hossza is egységesítve van. A rakodóter nyílása és a hajó széle között fennmaradó keskeny fedélzetrész alatt helyezkedik el a *kettős oldal*, amely zárt tér, és az úgy nevezett *szárny-ballaszttankoknak* illetve a *közlekedő folyosóknak* ad helyet. A ballasztból jelentős mennyiségre is szükség lehet, különösen a nagyobb konténerszállító hajóknál, amelyek a Távolsági-Keletre hajóznak, és így kicsi a szélesség-oldalmagasság viszonyszámuk, hogy használhassák a *Panama Csatornát*. A legújabb konténerszállító hajók rakterének nincs zárószerkezete, főleg az olyan vonalakon, ahol fontos a rövid forduló- és kikötői tartózkodási idő. Ezeknek csak a mellső rakterei rendelkeznek fedéllel vagy egyáltalán egyik sem, viszont megfelelő kapacitású szivattyúval vannak ellátva az esővíz és a *felcsapó hullámokkal bejutó víz eltávolítására* a rakterekből.

A vonalhajó forgalom további fejlődési iránya volt az *uszályszállító hajók* megjelenése. Ez a hajótípus különösen előnyös ott, ahol menetrend szerinti szolgáltatást kell biztosítani nagy folyamok torkolatánál levő kikötők között, mint pl. a Mississippin és a

Rajna között az Atlanti-óceánon keresztül. A standard méretű áruszállító uszályok szállítása a hajó fedélzetén történik, be- és kirakásukat a célkikötőkben pedig nagy fedélzeti forgódarukkal vagy sínpályán haladó emelőszerkezetekkel végzik. A másik konstrukciós változat az uszályoknak a szállító hajó rakterébe való be- és kiúsztatására épül, amely ilyenkor átmenetileg ballasztal olyan szintre van lesüllyesztve, hogy be tudja őket fogadni. Az 1970-es években ennek a megoldásnak nagy jövőt jósoltak, azonban nem vált be valamilyen okból, így ritkán találkozunk vele.

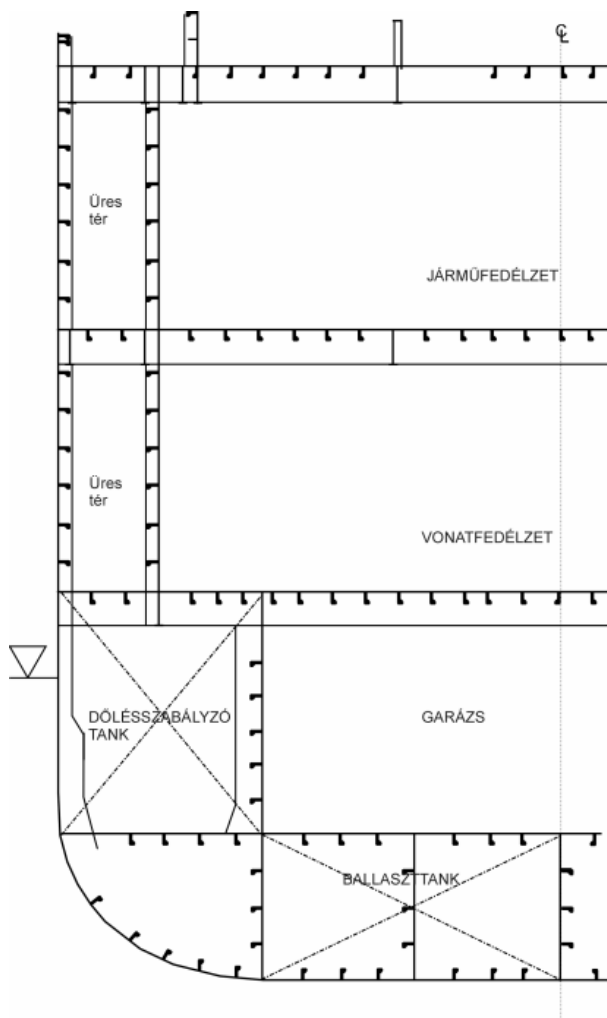


3.2.1 ábra Ro-ro hajó és konténerszállító hajó

A ro-ro hajók farrészén, illetve egyes esetekben az orrészén vagy esetleg a hajó oldalán *nyitható kapuk* vannak kialakítva, amelyek lehetővé teszik a *járműfedélzetre* való ráhajtást a főfedélzet alatt, de a vízvonál felett. A hajón belül a közlekedést *rámpák* vagy *lift*ek teszik lehetővé, amelyek a járműfedélzetről a felső fedélzetre vagy az alsóbb szintekre vezetnek. A ro-ro hajókat különféle *szabadalmaztatott rámpákkal* láthatják el a hajó oldalában elhelyezett kapukon át történő be- és kirakás érdekében, amelyek akkor hasznosak, ha nem a rendszeresen látogatott kikötőbe kell szállítani a rakományt, ahol a megszokott berendezések rendelkezésre állnak. Az áru járműveken és pótkocsikon van elhelyezve, vagy pedig villás targoncával kezelhető egységesített formában. A *járművek közlekedésének biztosítása* szükségessé teszi a géptér minél alacsonyabb helyen való elhelyezését, ezért a ro-ro hajó volt az első olyan hajótípus, amely népszerűvé tette a közepes fordulatszámú dízelmotor és fordulatszám-csökkentő

hajtómű alkalmazását, amelyet sokkal alacsonyabb térben el lehet helyezni, mint a lassújárású főgépeket.

Két ro-ro személyszállító hajó tragikus elvesztése (*Herald of Free Enterprise* 1987-ben és *Estonia* 1994-ben) ráirányította a figyelmet ennek a hajótípusnak a *lékesedési állapotban fellépő stabilitási problémáira*, amelyek abban az esetben kerülnek előtérbe, ha víz kerül az egybenyitott járműfedélzetre. Ez tette szükségessé a nemzetközi szabályozást többek között pl. a hajó orrészén elhelyezett kapuk szilárdságára és ellenőrzésére, a belső vízmentes ajtók felügyeletére a tengeri út során, fokozott stabilitási követelményekre lékesedés esetén (SOLAS 90), és további egyszerűsített stabilitási információkra a kapitány számára. Az *Estonia* elvesztése további még szigorúbb hasonló követelmények kidolgozását tette szükségessé, amelyeket az észak-európai országok regionális alapon fogadtak el (*Stockholmi Egyezmény, 1997*). A 3.2.2 ábra mutatja egy olyan személy-, gépjármű és vonatszállító ro-ro komphajó főbordametszetének vázlatát, amely kielégíti az említett egyezmény követelményeit.



3.2.2 ábra Ro-ro komphajó főbordametszete

Az 1940-es és 1970-es évek között folyamatosan nőtt a szárazáru szállító hajók sebessége, és ezt tükrözi a hajótest formájának változása is. A korszerű hajók testformája sokkal áramvonalasabb, különösen a hosszabb vonalon közlekedő járművek esetében. A *bulba-orr* és a nyitott áramlású far éppolyan elterjedt, mint a konténerszállító hajók orránál a tulipános forma, amely csökkenti a fedélzetre jutó víz mennyiségét, így óvja a konténereket. Néhány régebbi konténerszállító hajónál ez talán még el is volt túlozva, ami azt a kedvezőtlen hatást eredményezte, hogy a hajótest erős alakváltozást szenvedett, amikor az orr a szembejövő hullámba merült. A nagyobb konténerszállítók fedélzeti háza a test hátsó negyedénél van elhelyezve, így a teljes szélesség egészen a hajófarig biztosítható, hogy ezzel is növelni lehessen a felrakható konténerek számát.

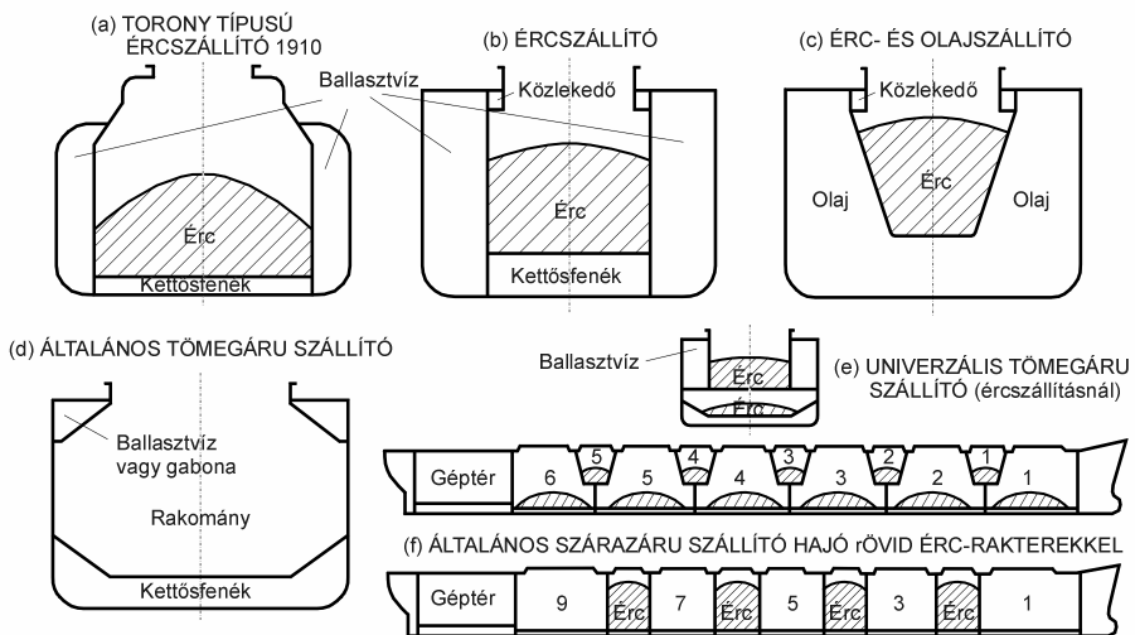
A rakomány kezelésére szolgáló berendezések hosszú ideig nem változtak, azonban az 1960-as években előtérbe kerültek, és azóta fejlődésben vannak. Ennek fő oka, hogy

szeretnék elkerülni a ki- és berakodáshoz szükséges hosszabb kikötői állásidő miatt keletkező veszteségeket. A hagyományos teherhajók ma már valamilyen *szabadalmazott rakodónyílás-zárószervezettel* vannak felszerelve, ezek egy része redőnszerűen felgördül, mások hajtogatva csukódnak össze nyitáskor. Ezek csökkentik a karbantartási igényt és gyorsítják a rakomány kezelését. Számos különféle emelőszervezetet, árbocdarut és csörlőt fejlesztettek ki és vezettek be, amelyek a rakodás egyszerűsítését és gyorsítását szolgálják.

3.3 Tömegáru szállító hajók

A ma ismert nagy *tömegáru szállító hajó* az amerikai nagy tavakon alakult ki ércszállítóként a 20. század elején. A II. Világháború előtt az óceáni forgalomra csak ritkán építettek tömegáru szállítót, mivel ezt az árut el lehetett szállítani az *általános teherhajókkal* is, ahol még az az előny is megvolt, hogy a visszaútra is fel tudtak venni rakományt.

1904 és 1910 között számos *toronyfedélzetű* gőzhajót építettek ércszállításra, egy ilyen hajó főborda-metszete látható a 3.3.1 ábrán (a).



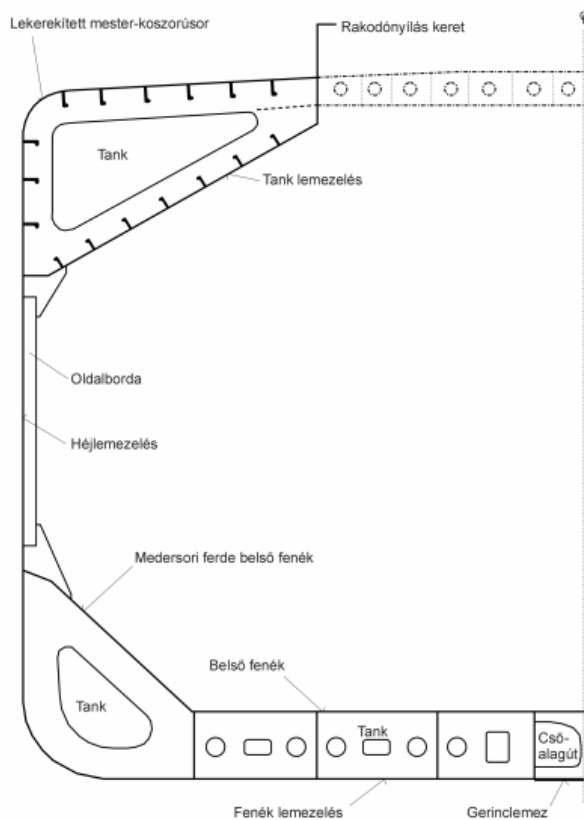
3.3.1 ábra Tömegáru szállító hajók

1945 óta jelentős számú *óceánjáró ércszállító* épült azonos tervek alapján. Az első ilyen kettősfenékkal és oldalsó ballaszttankkal kialakított ércszállító 1917-ben jelent meg, bár akkor még az oldalsó tankok nem érték el a raktér teljes mélységét. Annak a hátránynak a kiküszöbölése céljából, hogy az ércszállító a vonalon csak egyik irányban volt kihasználva, megjelentek az *olaj/érc szállítók* is akkoriban. Ezzel az utóbbi hajótípussal

olaj szállítható a 3.3.1 ábrán (c) látható *szárnytankokban*, és rendelkezik *közlekedő folyosóval* a személyzet védelme érdekében, hogy kihasználhassa a tankhajók számára engedélyezett nagyobb merülést.

A leggyakoribb általános tömegáru szállító a 3.3.1 ábrán (d) látható kialakítású, *kettősfenéssel, rézsús oldalakkal és fedélzeti szárnytankokkal* rendelkező hajó (ld. még 3.3.2 ábra). Ezeket a tankokat könnyű *szemes rakomány* szállítására vagy *vízballaszt*hoz lehet használni. Különleges változatait is megépítették, a 3.3.1 ábra (e) részlete *univerzális tömegáru szállítót* mutat, amelyet a *McGregor Nemzetközi Szervezet* szabadalmaztatott, és amely rugalmasan változtatható lehetőségeket kínál a rakomány tárolására.

Az ábra (f) részletén látható másik típus a hossz mentén váltakozva kialakított hosszabb és rövidebb rakterekkel épül. A hajó a rövidebb rakterekben szállítja a tömegárut, amely így nemcsak a teljes terhelést teszi lehetővé, hanem az áru elosztása is jobb lehet. Az ilyen rakodási mód előfordul azonos hosszúságú rakterekkel épített általános teherhajóknál is ugyanazzal a céllal. Az ilyen rakodási módnál azonban a rakterek végeinél nagyobb a nyíró igénybevétel a szokásosnál, ezért a válaszfalak merevítőit nagyobb méretűre kell választani.



3.3.2 ábra Általános tömegáru szállító hajó főborda-metszete

A tipikus tömegáru szállító hajó általános elrendezésére a szabad nyitott fedélzet a jellemző, hátul elhelyezett géptérrel. A *rakodónyílások acél fedelkekkel* vannak védve, amelyek a rakomány gyors be- és kirakását teszik lehetővé. A tömegáru szállító gyakran közlekedik *ballasztmenetben*, ezért a hajócsavar megfelelő mélyre merítéséhez nagy *ballaszttankokra* van szükség. Az ilyen típusú hajók mérete erősen megnőtt, a tömegáru szállítók ma már elérhetik a 250.000 tonna hasznos terhelést.

Az 1980-as és 1990-es években számos általános tömegáru szállító hajót ért baleset, ami felvetette a konstrukció javításának szükségességét. A tömegáru szállítók biztonsága fontos helyet kapott az

IMO munkájában, illetve az osztályozó társaságoknál is, a munka még nem fejeződött be. A kevésbé súlyos esetek tanulmányozása rávilágított, hogy a problémák forrása helyi szilárdsági elégtelenség az egyes erősen igénybe vett területeken, amely a

vízmentesség rovására mehet a hajóoldal héjlemezeinél, a lékesedés pedig végső soron nagy méretű elárasztáshoz vezet a sérült válaszfalakon át.

Az elárasztástól vagy túlzott hajlító-igénybevétel keletkezik a hajótestben, vagy túl nagy mértékű trim alakul ki, ami a hajó elvesztését eredményezi. A vizsgálat nagy része a héjlemez és a szerkezeti elemek részleteire terjed ki, a feszültségekre, amelyeket a rakomány be- és kirakodása okoz, a szerkezet és a védőbevonatok károsodására a rakomány kirakodásából eredően, a nem kielégítő karbantartásra és a hajó szerkezeti elemeinek nem kielégítő felügyeletére. A munka eddigi eredményei a SOLAS újonnan felvett XII. fejezetében jelentek meg, amely a tömegáru szállító hajók biztonságát és korszerűsített ellenőrzési eljárását tárgyalja. Az IMO-nál folyó, az 1969-es Merülés-vonal Konvenció (Load Line Convention) megreformálására irányuló munka ezen kívül, a Derbyshire nevű tömegáru szállító roncsának vizsgálatánál kapott eredmények tanulságaként, főként az elegendő orrtőke-magasságra és az ilyen típusú hajóknál a hajó mellső részén alkalmazott rakodónyílások zárószervezeteinek szilárdságára koncentrált. A tömegáru szállító hajók biztonságos üzemeltetése sokban függ attól, hogy ne keletkezzenek túlzott mértékű feszültségek a be- és kirakodás, a ballasztolás és a ballaszt kidobása során.

A tömegáru szállító hajók méretére a következő gyakrabban használt kategóriák utalnak:

- *kezelhető méretű* (Handysize), ezek a legkisebb tömegáru szállítók 10.000 és 30.000 tonna hasznos teher között,
- *kezelhető maximális méretű* (Handymax) 35.000 és 50.000 tonna hasznos teher között,
- *csatornaméretű* (Tanamax), ezek a legnagyobbak ahhoz, hogy a Panama-csatornán áthaladhassanak, és általában 80.000 tonna hasznos teher alatt vannak,
- *fokméretű* (Capesize) tömegáru szállítók 80.000 és 150.000 tonna hasznos teher között, amelyek a Panama-csatorna áthajózásához túl nagyok, ezért a Jóreménység-fok megkerülésével közlekednek.

3.4 Olajtankhajók

1990-et megelőzően a speciálisan olajrakomány szállítására szolgáló hajók formája nem sokat változott 1880 óta, amikor a 3.4.1 (a) ábrán bemutatott hajó épült. A *tárgulási tank* és *kettősfenék* elmaradt a raktéren belül. Ebben az időszakban a legnagyobb változás a méretek növelése volt és a vasszerkezet konstrukciója ((b) ábra).

1880 és a II. Világháború vége között az óceánjáró tankhajók mérete fokozatosan nőtt, az átlagos *hasznos terhelés* 1.500 tonnáról kb. 12.000 tonnára emelkedett. Ezt követően azonban az átlagos hasznos terhelés ugrásszerűen megnőtt 20.000 tonnára 1953-ban, majd 30.000 tonnára 1959-ben. Ma már olyan tankhajók is vannak, amelyek hasznos terhelése 100.000 és 500.000 tonna között van. Azt azonban hangsúlyozni kell, hogy a nagyobb hasznos terhelésű hajók a kőolajszállítók, az üzemanyag szállítását végző olajszállító hajók azonban a kisebb hasznos terhelésű tartományba esnek.

A háború óta az olajszállító tankhajók üzemi sebessége is változott 12 csomóról 17-re. Az *üzemi sebesség* a tankhajó optimális gazdaságosságú üzemeltetésének függvénye.

BBBZ kódex

Azon kívül a tankhajó optimális mérete a napi piaci viszonyoktól is függ. A tankhajó flotta darabszáma erősen megnőtt az ugyancsak emelkedőben levő olajigény kielégítése érdekében, azonban 1973/74 ezt a folyamatot megállította, mivel az OPEC árainak emelkedése lelassította a bővítéseket, ami a tankhajók keresletének csökkenését eredményezte. A jövőben valószínűtlen egy hasonló mértékű növekedés a tankhajók méreteiben.

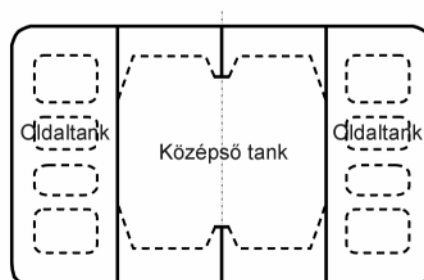
A vasszerkezet terén a legnagyobb fejlődést a hegesztés bevezetése hozta, az olajszállító tankhajók voltak az elsők, ahol ez megtörtént. Igen jó lehetőség van olajzáró csatlakozások létrehozására és karbantartására, amit a szegecselésről nem mondhatunk el. A hegesztés az olcsóbb gyártástechnológiát is lehetővé tette. A *hosszborda-rendszert* a nagyobb hajóknál már a korai fázisban elfogadottá tették, és az építési szabályok terén az 1960-as években bevezetett reformok következtében növelni lehetett a *testtankok* hosszát, ami a vasszerkezet összsúlyának csökkenését is jelentette amellet, hogy a rakomány ki- és beszívattyúzása könnyebb lett.

Az általános elrendezés terén a korábbi tendenciához, hogy a gépberendezések a hajó hátsó részébe legyenek beépítve, egy idő után az is társult, hogy a lakóteret és a hidat is ott helyezték el, ami a tűzbiztonság oldaláról volt kívánatos. A lakóteret egyetlen helyen való koncentrálása gazdasági előnyöket hordoz, mivel a különféle szolgáltatásokat egyetlen helyen kell biztosítani.

(a) TANKHAJÓ A 19. SZÁZAD VÉGÉN
Hossz kb. 80 m Hasznos terhelés kb. 1.700 t
Szélesség 10,5 m
Oldalmagasság 6 m Sebesség 10 csomó



(a) TANKHAJÓ A 20. SZÁZAD VÉGÉN
Hossz 330 m Hasznos terhelés 332.000 t
Szélesség 53 m
Oldalmagasság 32 m Sebesség 15 csomó

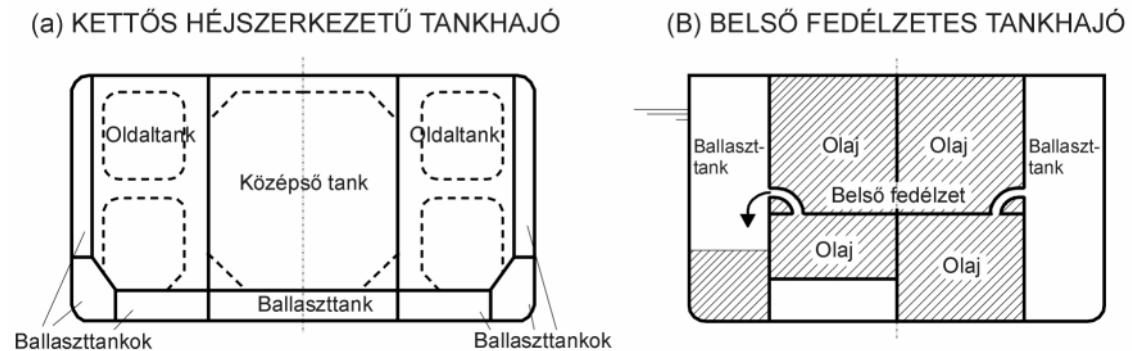


3.4.1 ábra Olajtankhajók típusai méret alapján

A tankhajók olajszállító raktereinek kialakítására nagy hatással voltak azok a követelmények, amelyeket a *Nemzetközi Egyezmény a Hajók Környezetszennyezésének Megelőzésére* (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships) 1973-ban fogalmazott meg, illetve annak 1978-as jegyzőkönyve. A legfontosabb szempont a MARPOL egyezményben és a jegyzőkönyvben annak előírása, hogy a tankhajóknak biztosítaniuk kell a ballasztvíz tisztaságát. Bár ennek elsődleges célja az volt, hogy a környezetszennyezés kockázatát lehessen csökkenteni, az elkülönített ballaszttankok beépítése a hajó középrészén ahhoz is hozzájárul, hogy a síkvízi hajlítónyomaték kisebb legyen a tankhajó teljes terhelése esetén. A további előny, hogy csökkenti a korrózió veszélyét, mivel nem kerül felváltva olaj és víz ugyanabba a tankba.

1989 márciusában az *Exxon Valdez* tankhajó, amely tökéletesen kielégítette az akkor érvényben levő MARPOL követelményeket, megfeneklett, és 50.000 m³ kőolajjal árasztotta el az alaszakai Prince William Sound tiszta partvidékét. Az ezt követő közfelháborodás hatásra fogadta el az amerikai törvényhozás 1990-ben az *Olajszennyezési Törvényt* (Oil Pollution Act, OPA 90). Ez az egyoldalú húzás az amerikai kormány részéről követelménnyé tette, hogy az Egyesült Államok vizein közlekedő kettős héjjal nem rendelkező tankhajókat meghatározott időn belül ki kell vonni a forgalomból, és az utána építendő tankhajóknak mindnek kettős fenékkal és oldallal kell épülniük (ld. 3.4.2.(a) ábra).

Az Egyesült Államok 1990 novemberében javasolta, hogy a MARPOL Egyezmény olyan értelemben legyen módosítva, hogy az új tankhajóknak kötelezően rendelkezniük kelljen kettős fenékkal és oldallal. Az IMO több más tagállama viszont azt a javaslatot tette, hogy alternatív megoldásokat is fogadjanak el, amelyek hasonló védelmet nyújtanak az esetleges olajszennyezés ellen. Japán javaslata volt a legmeglepőbb, a *belső fedélzetes tankhajó* konstrukciója. Ennél a tervnél nincs kettős fenék, ugyanakkor ütközés ellen védenek az oldalsó ballaszttankok. A rakomány elhelyezésére szolgáló tankban a teljes hosszön ki van alakítva egy megfelelő szilárdságú fedélzet (ld. 3.4.2.(b) ábra) az oldalmagasság 25-50%-ánál az alapvonaltól számítva, amely biztosítja, hogy a fenék sérülése esetén a tengervíz által gyakorolt felfelé ható nyomás megakadályozza az olaj zömét, hogy kijusson a tengerbe.



3.4.2 ábra Olajtankhajók változatai szerkezet alapján

Végül is 1992-ben az IMO elfogadta azt a módosítást a MARPOL-hoz, amely megköveteli, hogy az 5.000 tonna hasznos terhelésű vagy nagyobb tankhajók, amelyek építésére a szerződést 1993 júliusa után kötik meg, illetve amelyek építése 1994 januárja után kezdődik meg, kettősfalú vagy belsőfedélzetes konstrukciójúak legyenek, vagy olyan kialakításúak, amely azonos védelmet nyújt az olajszennyeződés ellen. IMO és az amerikai Nemzeti Tudományos Akadémia (National Academy of Sciences) közös vizsgálatai igazolták a kettősfalú hajótest hatékonyságát az olyan olajszennyezések megelőzésénél, amelyeket zátonyra futás vagy ütközés okoz, feltéve, hogy a belső héj nem sérül. A belsőfedélzetes tankhajók azonban jobban viselkednek olyan súlyosabb balesetknél, amikor a belső héj is sérülést szenved. Az Egyesült Államok hatóságai úgy vélekednek, hogy az ő vizeiken a zátonyra futás a leggyakoribb

típusú baleset, és meggyőződésük, hogy a legsúlyosabb baleseteket kivéve a kettős héjazat megakadályozza az olaj kiömlését zátonyra futásnál. Tehát a MARPOL ugyan elfogadja az alternatív konstrukciókat a tankhajóknál, az Egyesült Államok törvényhozása azonban nem, és még nem épült olyan hajó, amely az alternatív megoldások valamelyikét képviselné.

A jelenlegi MARPOL követelmények értelmében azok a már megépült nem kettősfalú tankhajók, amelyek kőolaj szállítására szolgálnak és hasznos terhelésük 20.000 tonna vagy annál több, valamint azok, amelyek kőolajtermékeket szállítanak és hasznos terhelésük 30.000 tonna vagy annál több:

- amennyiben nem rendelkeznek védett helyen levő külön ballaszttankokkal, nem maradhatnak üzemben 2007 júniusa után;
- ha viszont rendelkeznek védett helyen levő külön ballaszttankokkal, akkor számukra ez a dátum 2021 júliusa.

Az *Erika* tankhajó 1999-ben történt súlyos balesete és a francia tengerpart abból eredő környezetszennyezése további lépéseket tett szükségessé a MARPOL módosítására, azonban ezek a fenti korlátozások előrehozására irányuló javaslatok még az IMO előtt vannak. A javaslatok szerint a régebben épített tankhajókat még korábban kizárnák a forgalomból, illetve valamennyi nem kettősfalú tankhajó 5.000 tonna hasznos terhelés felett csak 2017. január 1-ig közlekedhetne.

Az olajszállító tankhajók általában egyetlen szivattyútérrel rendelkeznek a hajó hátsó részében, közvetlenül a géptér szomszédságában, a tankok kimosásakor illetve más módon keletkező olajos szennyeződések pedig egy arra szolgáló tankba szivattyúzzák. A tankok tisztítása a kisebb tankhajóknál vízmeghajtású forgógépekkel történhet, a 20.000 tonna hasznos terhelésű vagy nagyobb új kőolajszállítók esetében azonban a tanktisztítást kőolajjal kell végezni.

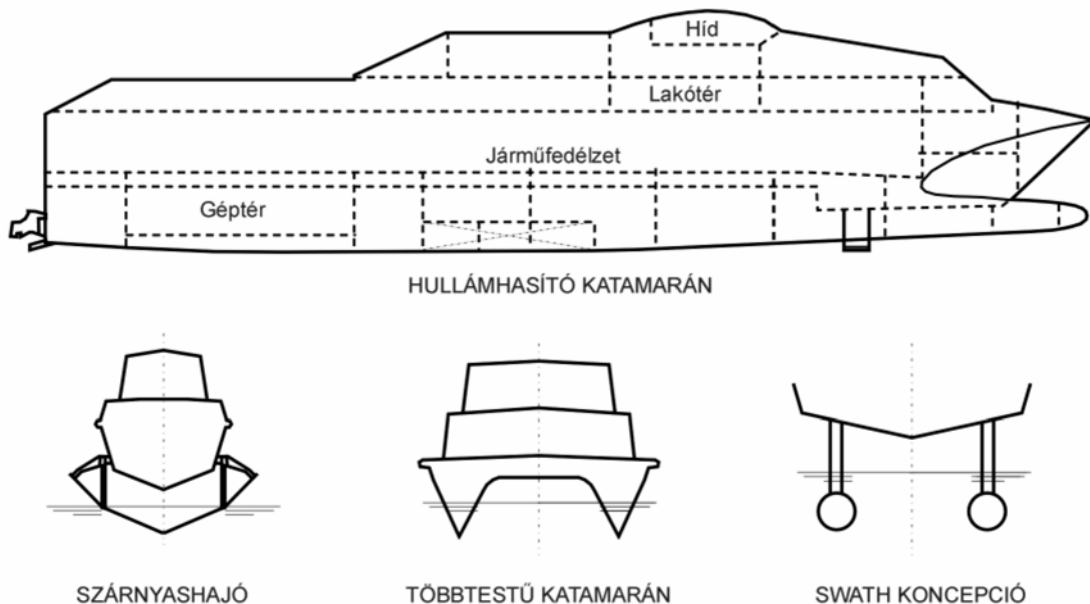
3.5 Személyszállító hajók

A korábbi *személyszállító hajóknál* még nem volt megfigyelhető az a sokszintű felépítmény és fedélzeti ház, ami ma ezeknél a hajóknál szokásos, azon kívül a hossz/szélesség viszonyszám nagyobb volt. A *felépítmény-fedélzetek* hiánya az 1894-es angol Kereskedelmi Hajózási Törvényre vezethető vissza, amely korlátozta a felső fedélzeten szállítható utasok számát. Az ehhez a törvényhez 1906-ban elfogadott módosítás megszüntette ezt a korlátozást, és azt követően olyan hajók épültek, amelyeken számos fedélzetre kiterjedő felépítmények voltak. Ez viszont szilárdsági és stabilitási problémákat vetett fel, a stabilitást a szélesség növelésével lehetett javítani. Ugyancsak jelentős véleménykülönbségek jelentkeztek a hajó fő teherhordó keresztmetszetéről a *felépítményre átadott feszültségek* kérdésében is, főként arra vonatkozóan, hogyan lehet a problémát kiküszöbölni. Próbálkoztak mindkét megoldási változattal, azaz expanziós csatlakozásokkal ellátott könnyű, nem teherhordó szerkezetekkel, illetve nagyobb merevítőkkal ellátott felépítményekkel, amelyek hozzá tudtak járulni a fő teherhordó keresztmetszet funkciójához. A jelenleg elterjedt megoldás, ahol a felépítmény hossza jelentős és határa a hajóoldallal esik egybe, nem igényli az expanziós csatlakozások beiktatását. Ahol a korszerű hajókon alumínium

ötvözetekből készült felépítmény van felszerelve, elfogadható a nagyobb mértékű deformáció, mint amit acél szerkezeteknél meg lehetne engedni, és nem jelent semmi problémát.

Az *alumínium ötvözetekből készült felépítmények* bevezetése nagyobb számú utas elhelyezését tette lehetővé ugyanakkora merülésnél, és/vagy segített abban, hogy mélyebbre került a rendszersúlypont, ami javította a stabilitást. Erre az alumínium szerkezet kisebb súlya adott lehetőséget.

Az ilyen hajóknál a leginkább szembevetendő jelenség az általános elrendezésen az, hogy a géptér kisebb lett. Nézzük meg például az 1914-ben épült Aquitania hajót, amelyen a közvetlenül a hajócsavarokat meghajtó turbinákat huszonegy darab kettős skót kazán látta el gőzzel, és hasonlítsuk össze a Queen Elizabeth 2 hajóval. Az utóbbin fogaskerék-hajtóműves turbinák adják a meghajtást, amelyeket három vízcsöves kazán táplál. Számos korszerű személyszállító hajóban a géptér hátul van elhelyezve; így a hajó legértékesebb terei kizárólag az utasok elhelyezésének céljait szolgálhatják. Ezzel az előnnyel viszont szemben áll az a hátrány, hogy a vízszintes úszás érdekében nagyobb hajlítónyomaték jelentkezik a hajótestben.



3.5.1 ábra Különböző nagysebességű hajótípusok

Az *utasok elhelyezésére vonatkozó követelmények* jelentősen szigorúbbá váltak, az egy utasra eső tér folyamatosan nő. A közbenső fedélzeteken levő nyílások nagyobbak és a közös termek két vagy több fedélzetet foglalnak el, a luxus személyhajókon pedig a zárt sétány és az átriumok mindenütt megtalálhatóak. Az utasok további kényelmét szolgálják a *légh Kondicionáló és stabilizáló berendezések*. Különleges figyelmet szentelnek a korszerű személyszállító hajókon a *tűzbiztonságnak, rosszul éghető szerkezeti anyagokat alkalmaznak, és automatikus tűzjelző és tűzoltó rendszereket* szerelnek fel.

A személyhajók szerepe az utasforgalomban csökkent, és a nagyobb személyhajók ma már luxus személyhajóként, komphajóként vagy különleges személyhajóként (special trade passenger, STP) üzemelnek. Az utóbbiak lakókabinok nélküli bevándorló- vagy zarándok-szállító személyszállító hajók, amelyek a Közel-Keleten vagy a délkelet-ázsiai régióban közlekednek.

Az olyan *nagysebességű személyszállító komphajók* megjelenése, amelyek könnyített szerkezetű konstrukció alapján épülnek, illetve amelyeknél a hajótest alakja gyakran szokatlan és/vagy a haladásnál keletkező felhajtóerőt is felhasználják, az 1980-as évek elején kezdődött. Kezdetben ezek a hajók kicsik voltak, de ma már hosszuk meghaladhatja a 100 métert, és akár 500 utast is szállíthatnak a 100 gépkocsin vagy 30 teherautón kívül. A hajótestet általában alumínium ötvözetű anyagokból építik, némelyikhez azonban nagyszilárdságú, így végső soron könnyebb acél szerkezeti anyagokat használnak, és szálerősítésű műanyagokból készítik a felépítményt és a lakóteret. Sebességük elérheti az 50 csomót, megoldásukat tekintve vannak köztük kettős testű hajók, ezek egy része hagyományos katamarán, de vannak köztük úgy nevezett hullámhasítók (wave-piercers), amelyek kettős hajótesttel rendelkeznek, amelyeket elől áramvonalas vízbemerült hídszerkezet köt össze, és előfordulnak kisebb *kéttestű siklóhajók (SWATH)* is. Az utóbbiak vízkiszorítását szinte teljesen a tökéletesen víz alá merülő kettős test adja, de a vízvonal feletti részt két nagyon kis vízvonal-területtel bíró keskeny függőleges oszlop tartja (ld. 3.5.1 ábra). A nagysebességű hajókhoz tartoznak még a *sárnyashajók* és a különféle *felületi hatásra épülő hajók (surface effect ship, SES)*, beleértve a *légpárnás hajókat* is, amelyeknél egy kompresszoros berendezés légpárnát hoz létre a hajótest alatt, amely azt teljesen vagy részben a vízfelszín fölé emeli, így jelentősen csökkenti a haladás közbeni ellenállást. Az ilyen hajók tömeges megjelenése vezetett 1994-ben az IMO által lefektetett specifikus nemzetközi szabályozáshoz ezek tervezésére, biztonságára és üzemeltetésére vonatkozóan. A továbbfejlesztett Biztonsági Kód elfogadására 2000 decemberében került sor. A 3.5.1 ábra a nagysebességű hajók különféle változatait mutatja.