

2.3.2.4 Jellemző görbék

A hajótest geometriájának és hidrosztatikai jellemzőinek vizsgálatánál láttuk, hogy a hajótest bonyolult alakja matematikai formulákkal nem írható le, ezért a vízvonalak, bordametszetek területének és súlypontjának meghatározásához, illetve az azok felhasználásával kiszámítható vízkiszorításhoz és annak súlypontjához matematikai függvények integrálása helyett numerikus integrálást kell végezni. A megfelelő számítógépes programok kidolgozása ma már szinte teljesen feleslegessé teszi a hosszadalmas és fáradtságos számítások manuális elvégzését, azonban a vonalterv elkészítése és a méretábrázolat adatainak kigyűjtése a hajótervező munkája maradt (kivétel a vonalterv kiegyenlítése, amely már a többi aprólékos számítási munkával együtt teljes egészében elvégezhető számítógép segítségével). Azokat a hajótest-paramétereket, amelyek a későbbiekben magának a hajótervezőnek is, de leginkább a hajó szolgálati ideje során a hajót irányító tiszteknek számtalan esetben szolgálnak forrásként, diagram-rendszerben ábrázolják, ahol a független változó minden esetben a hajó egyenes úszási helyzetéhez tartozó merülés. Ebben a fejezetben csupán ismertetés következik a hajó hidrosztatikai jellemzőiről, nem foglalkozunk azok mélyebb elemzésével, de más fejezetekben (stabilitás, trim, lékszámítás) sokkal alaposabban kell velük megismerkedni, hogy a hajó be- és kirakodása, üzemszerű szituációi vagy vészhelyzetei során felmerülő számítási feladatokat gyakorlottan el tudjuk végezni. Az ezeket a jellemzőket a merülés függvényében ábrázoló görbéket *jellemző görbéknek* nevezzük. Előfordul, hogy az adatokat nem diagram, hanem nomogram alakjában ábrázolják, de abba csak a legfontosabbakat teszik bele, sőt, van úgy, hogy táblázatokba foglalják őket. A legtöbb esetben azonban a hagyományos derékszögű koordinátarendszer az a forma, amelyben a jellemzőket megtaláljuk. Amint említettük, a független változó, amelyet a szokásostól eltérően a függőleges tengelyre van felmérve, a *közepes merülés* (lábban vagy méterben). A legfontosabb függő változó a vízszintes tengely mentén a *vízkiszorítás* (long ton vagy metrikus tonna mértékegységben). Emiatt, mivel nem praktikus a vízszintes tengely mentén annyi beosztást csinálni, ahány görbét ábrázolnak, az egyes görbék saját léptéke és a vízkiszorítás léptéke közötti viszonyszám van megjelölve.

A körülmények határozzák meg, hány jellemzőre rajzolják meg a görbéket, leginkább attól függ, hogy a hajótervező saját magának készíti el ezeket elsősorban a részletes számításokhoz, vagy a hajózó tisztek számára az előforduló stabilitás- és trimszámításokhoz. Az utóbbiakhoz kevesebbre van szükség.

2.3.2.4.1 A görbék között mindig megtalálható legfontosabb jellemzők

A következő hat hidrosztatikus jellemző a hajószemélyzet munkájához szükséges, ezért ezeket mindig felrajzolják.

1. *Vízkiszorítás* (Δ vagy Δ_m). Az amerikai mértékrendszerben a vízkiszorítás a hajó súlya minden rajta levő dologgal együtt. Az SI rendszerben a vízkiszorítás a hajó tömege. Mindkét esetben a hajó vízkiszorításának térfogata szorozva a víz sűrűségére utaló mennyiséggel (fajsúly vagy sűrűség), amelyben a hajó úszik. Az erre vonatkozó formulák:

BBBZ-kódex

$$\Delta = \rho g \nabla \quad (\text{amerikai mértékegységek})$$

$$\Delta_m = \rho \nabla \quad (\text{SI mértékegységek})$$

ahol Δ = vízkiszorítás súlyban
 Δ_m = vízkiszorítás tömegben
 ρ = a víz sűrűsége (fajlagos tömeg)
 g = nehézségi gyorsulás
 ∇ = a vízkiszorítás térfogata

Nem ritkán két vízkiszorítás görbét rajzolnak fel, egyik tengervízben, másik édesvízben érvényes.

- Vízkiszorítás súlypontjának hosszirányú helyzete* (longitudinal center of buoyancy, *LCB*). Az *LCB* meghatározása úgy történik, hogy a vízkiszorítást és annak hosszirányú nyomatékát numerikus integrálással kiszámítjuk, majd a nyomatékot elosztjuk a vízkiszorítással. A súlypont helyzete a főbordától, a hátsó vagy a mellső függélytől van megadva, leggyakoribb a főborda referenciasíkként. A görbe használatánál a közepes merülésnek megfelelő merüléshez leolvassuk az ordináta értékét, és elosztjuk a vízkiszorítás léptékéhez kapcsolt viszonyozással (pl. ha az *LCB* görbéhez meg van adva, hogy 100 long ton vízkiszorítás megfelel 2 lábnak, akkor ez a viszonyozás $100/2 = 50$).
- Keresztirányú metacentrum magassága a gerinc felett (KM)*. Ez a jellemző a kezdeti keresztirányú stabilitás számításához szükséges. Kiszámítása:

$$KM = KB + BM = KB + I_T / \nabla$$

ahol KB = a vízkiszorítás súlypontjának magassága a gerinc felett
 BM = keresztirányú metacentrikus sugár
 I_T = a vízvonalfelület keresztirányú inercianyomatéka
 ∇ = vízkiszorítás térfogata

A görbe használatánál a már ismertetett módon le kell olvasni az értéket és elosztani a vízkiszorítás léptékéhez való viszonyozással.

- Tonna per hüvelyk (vagy cm) bemerülés (TPI vagy TPC)*. Számítási mód:

$$TPI = A_w / 420 \quad (\text{amerikai mértékegység})$$

$$TPC = A_w / 97,56 \quad (\text{SI mértékegység})$$

ahol A_w = vízvonalfelület területe

A görbéről leolvasható értékek csak tengervízre érvényesek. Ha az édesvízben érvényes értékekre van szükség, a leolvasott értéket meg kell szorozni az édesvíz és tengervíz relatív sűrűségének hányadosával (*TPI* esetén $35/36$, *TPC*-nél $1,000/1,025$). A görbe használata megegyezik az előzőekkel.

- Vízvonalfelület súlypontjának hosszirányú helyzete* (longitudinal center of flotation, *LCF*). Számítása úgy történik, hogy a vízvonalfelület hosszirányú nyomatékát elosztjuk a vízvonalfelület területével. Érvényes rá mindaz, ami a 2-es görbére, az *LCB* értékeire elmondtunk. Az *LCF* a trim tengelye, a trimmel

úszó hajó ott mért merülése megegyezik az azonos vízkiszorításnál egyenes gerinccel úszó hajó merülésével.

6. *Egy hüvelyk (vagy egy centiméter) trimet okozó nyomatók (MT_i ill. MT_{cm}). A pontos számításnál ezek a mennyiségek nemcsak a hajótest alakjától függnnek, hanem a rakodás módjától is, azonban a kizárólag a hajótest alakjától függő közelítő értékek eléggé pontosak a trimszámításokhoz, ezért kerültek be a jellemző görbék közé. Számítási mód:*

$$MT_i = \Delta BM_L / 12L = I_L / 420L \quad (\text{amerikai mértékegység})$$

$$MT_{cm} = \Delta_m BM_L / 100L = 0,01025 I_L / L \quad (\text{SI mértékegység})$$

ahol BM_L = hosszirányú metacentrikus sugár

I_L = vízvonalfelület hosszirányú inercianyomatéka

Ezeknek a mennyiségeknek az ismertetése a hosszirányú stabilitás vizsgálatánál található.

2.3.2.4.2 További jellemző görbék

7. *Egy hüvelyk (vagy centiméter) fartrim által okozott vízkiszorítás változás ($d\Delta PI$, $d\Delta PC$). Mivel a vízkiszorítás görbe egyenes gerinccel úszó hajó esetében érvényes, ha a vízkiszorítást trimmel úszó hajónál nagyon pontosan kell meghatározni, amikor tehát elöl és hátul más-más merülés van érvényben, ez a jellemző kényelmes segédeszköz a korrigált vízkiszorítás kiszámításához. Definíciója:*

$$d\Delta PI = TPI \times LCF / L \quad (\text{amerikai mértékegység})$$

$$d\Delta PC = TPC \times LCF / L \quad (\text{SI mértékegység})$$

ahol az LCF helyét a főbordától kell mérni.

8. *Vízkiszorítás súlypontjának magassága a gerinc felett (KB). Meghatározása a hajó geometriai vizsgálatánál leírt módon történik: a vízkiszorítás alapvonalra vett nyomatókát elosztjuk a vízkiszorítással.*
9. *Hosszirányú metacentrum magassága a gerinc felett (KM_L). Ez a mennyiség az alábbiak szerint számítható ki:*

$$KM_L = KB + BM_L = KB + I_L / \nabla$$

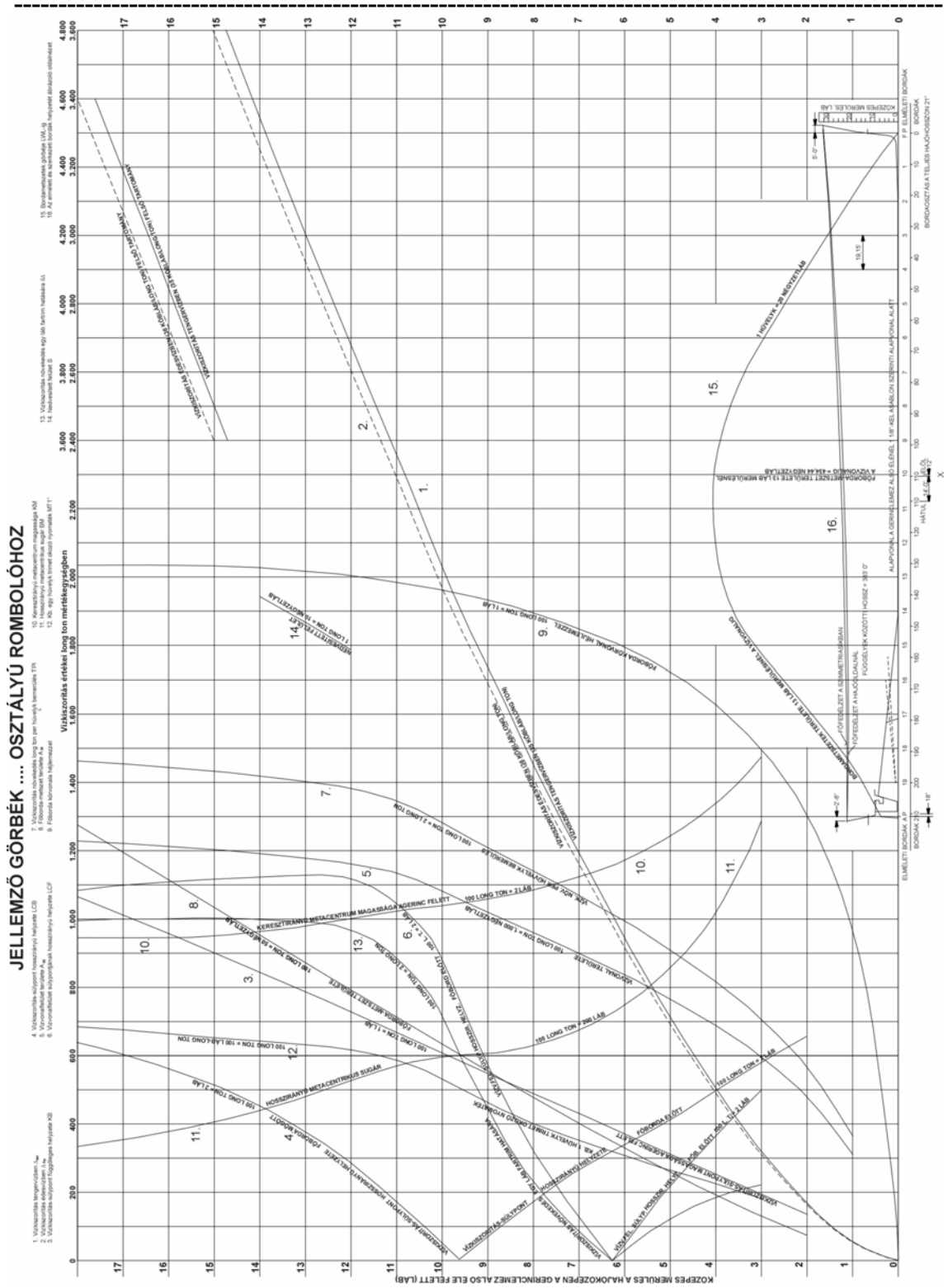
Mivel ez a mennyiség származtatott, gyakran helyette a *hosszirányú metacentrikus sugár* szerepel a jellemző görbék között.

- 10-13. *Teltségi tényezők. A négy teltségi jellemző (C_B , C_M , C_P és C_W) gyakran megtalálható a jellemző görbék között. Ezek definíciója a hajótest geometriai vizsgálatánál található.*

HIDROSZTATIKUS JELLEMZŐK NOMOGRAMJA

KÖZEPES MERÜLÉS A GERINC ALJÁTÓL LÁB	VÍZKISZO- RÍTÁS TENGER- VÍZBEN LONG TON	HARÁNT METACENT- RIKUS MAG. KM _T LÁB	VÍZKISZO- RÍTÁS NÖV. L. T. PER HÜVELYK BEMERÜLÉS	MT1 ¹⁾ TRIMET OKOZÓ NYOMATÉK LÁB-L.T.	LCB FP MÖGÖTT LÁB	LCF FP MÖGÖTT LÁB	KÖZEPES MERÜLÉS A GERINC ALJÁTÓL LÁB
30	21000	31,4	70	1950		282	30
29		31,3		1900	269	281	29
28	20000	31,2	69	1850		280	28
27	19000	31,1	68	1800	268	279	27
26	18000			1750		278	26
25	17000	31,05	67	1700	267	277	25
24		31,1	66	1650		276	24
23	16000	31,2		1600		275	23
22	15000	31,3	65	1550	266	274	22
21	14000	31,4				273	21
20	13000	31,5	64	1500		272	20
19		31,6			265	271	19
18	12000	31,8	63	1450		270	18
17	11000	32,0				269	17
16	10000	32,5	62	1400	264	268	16
15		33,0				267	15
14	9000	33,5	61	1350		266	14
13	8000	34,0			263	265	13
12		34,5	60	1300		264	12
		35,0				263	
		35,5				262	
		36,0	59			261	
		37,0				260	
		38,0				259	

2.3.2.4.1 ábra Áruszállító hajó nomogram alakban felrajzolt jellemző görbéi



2.3.2.4.2 ábra Könnyű hadihajó (romboló) jellemző görbéi

14. *Nedvesített felület* (wetted surface, *WS*). Amint a név mutatja, a nedvesített felület a hajótest teljes vízbemerült felülete, amikor az adott merüléssel úszik. Ez a mennyiség akkor szükséges a hajótervező számára, amikor a hajó súrlódási ellenállását számolja ki. A nedvesített felület számítása szükségessé teszi, hogy a bordametszetek fél-oldalának a vízzel érintkező hosszát meghatározzuk a hajófenék szimmetriáiban levő vonalától az adott vízvonallig, majd a numerikus integrálást a teljes hajóhosszra elvégezzük. A nedvesített felületre a hajózó tiszteknek nincs szükségük, ezért ez a jellemző nem mindig szerepel a görbék között.

Az eddigieken kívül kivételes esetekben a következő jellemzők is megtalálhatóak a jellemző görbék között:

- *vízvonalfelület területe* (A_W),
- *főborda-metszet területe* (A_M),
- *főborda körvonala héjlemezzel*.

A 2.3.2.4.1 ábra egy áruszállító hajó nomogram alakban felrajzolt jellemző görbéit mutatja, amely csak azokat tartalmazza, amelyekre a hajót üzemeltető tiszteknek szükségük van a stabilitási és trimszámításokhoz.

A 2.3.2.4.2 ábra egy könnyű hadihajó (romboló) jellemző görbéit szemlélteti, amelyek között olyanok is vannak, amelyek felsorolásunkban nem szerepeltek.