

A mérés végrehajtása előtt tekintsük át az úszás stabilitásának feltételeit! Egy úszó testre két erő hat, a nehézségi erő, amelynek támadáspontja a test középpontjában van, és a felhajtóerő, amely a vízbe merülő rész geometriai középpontjában támad, és nagysága e rész térfogatával arányos. Az úszó test akkor van egyensúlyban, ha e két erő nagysága megegyezik, és hatásvonaluk egy egyenesbe esik, azaz az erők forgatónyomatéka nulla. Az egyensúlyi helyzet akkor stabilis, ha a testet kicsit kibillentve e helyzetéből a felhajtóerő támadáspontja úgy tolódik el, hogy a nehézségi erővel alkotott erőpár forgatónyomatéka a kimozdítással ellentétes irányú legyen. Tekintsük az *1. ábrán* látható kicsit kibillentett úszó testeket! A test súlypontján áthaladó, az egyensúlyi helyzetben függőleges irányú egyenesnek és a felhajtóerő hatásvonalának metszéspontját *metacentrumnak* nevezzük; ezt a pontot az ábrán *M* jelöli. Az *a)* esetben az egyensúlyi helyzet stabilis; a metacentrum a súlypont fölött helyezkedik el. A *b)* esetben az egyensúlyi helyzet instabil; a metacentrum a súlypont alatt helyezkedik el. Látható, hogy egy úszó test egyensúlyi helyzetének stabilitását a metacentrum helyének vizsgálatával dönthetjük el. Ez a feladat még szabályos testeknél is igen bonyolult, nehezen kezelhető lehet, hiszen a test kibillentett helyzetében a vízbe merülő rész már szabálytalan alakú. Egy test általában több instabil, illetve (lokálisan) stabilis egyensúlyi helyzetben is úszhat.

1. ábra

Térjünk át a mérésre! *Bódis Ildikó* (Sümeg, Kisfaludi S. Gimn., III. o.t.) eredményét ismertetjük. A megoldó három különböző fával, parafával, fenyőfával és gyertyánnal kísérletezett, amelyek sűrűségét és a hengerek átmérőjét előzőleg lemérte:

a gyertyán sűrűsége: $\rho_{gy} = 0,67 \text{ g/cm}^3$, átmérője: $d_{pf} = 2,3 \text{ cm}$.
 a parafa sűrűsége: $\rho_{pf} = 0,2 \text{ g/cm}^3$, átmérője: $d_{pf} = 2,4 \text{ cm}$,
 a fenyőfa sűrűsége: $\rho_{ff} = 0,56 \text{ g/cm}^3$, átmérője: $d_{pf} = 2,25 \text{ cm}$,
 a gyertyán sűrűsége: $\rho_{gy} = 0,67 \text{ g/cm}^3$, átmérője: $d_{pf} = 2,3 \text{ cm}$.

Mindhárom esetben azt tapasztalta, hogy kis magasságú hengerek (korongok) esetén csak a függőleges tengelyű helyzet stabilis, nagyobb magasságok esetén ferde helyzetben úsznak stabilan a testek (és a megdőlés szöge függ a henger magasságától), végül még nagyobb magasságú hengerek (rudak) esetén csak a vízszintes helyzet stabilis. A kritikus magasságokra kapott értékek a táblázatban láthatók. Célszerű a magasság/átmérő (l/d) arány szerint is ábrázolni a kapott eredményeket; ez látható a 2. ábrán.

fafajta	sűrűség [g/cm ³]	átmérő [cm]	stabilis helyzet (l a magasságot jelöli)		
			függőleges	ferde	vízszintes
parafa	0,2	2,4	$l < 1,3 \text{ cm}$	$1,3 \text{ cm} < l < 2,4 \text{ cm}$	$2,4 \text{ cm} < l$
fenyőfa	0,56	2,25	$l < 1,3 \text{ cm}$	$1,3 \text{ cm} < l < 2,4 \text{ cm}$	$2,4 \text{ cm} < l$
gyertyán	0,67	2,3	$l < 1,9 \text{ cm}$	$1,9 \text{ cm} < l < 2,2 \text{ cm}$	$2,2 \text{ cm} < l$

2. ábra

Becker Johanna (Budapest, Árpád Gimn., III. o.t.) farúd helyett annál kicsit nagyobb sűrűségű anyagot, gyertyát (viaszt), és víz helyett különböző koncentrációjú (így különböző sűrűségű) sóoldatokat használt méréséhez. Így két paramétert tudott szabadon változtatni, a henger alakját jellemző magasság/átmérő (l/d) arányt, valamint a gyertya és a sóoldat $\rho_{\text{gy}}/\rho_{\text{s}}$ sűrűségarányát. Azt tapasztalta, hogy ha a sűrűségarány közel egy, akkor mind a függőleges, mind a vízszintes helyzet (lokálisan) stabilis; ezt mutatja a 3. ábra.

3. *ábra.* Az I. tartományban a függőleges, a II.-ban a vízszintes, a III.-ban pedig mindkét tengelyhelyzet stabilis

Sok megoldó felfigyelt arra, hogy viszonylag kis méretű testek esetén a felületi feszültség is jelentősen befolyásolja az úszás stabilis helyzetét.