Belső szolitonok tanulmányozása rétegezett folyadékban

Mérési jegyzőkönyv

Rudolf Ádám, Kozics György

Fizikus MSc.

Felelős: Jánosi Imre

Mérés időpontja: 2012. május 16.

Leadás időpontja: 2012. június 6.

A mérés során 2 folyadékréteg (tiszta víz és sóoldat) határán keltett szolitonok amplitúdóját vizsgáltuk lejtős fenekű parton való kifutáskor. Célunk az amplitúdó dőlésszögtől való függésének vizsgálata, amire korábbi, felszíni hullámokkal végzett mérések alapján egy rezonanciaszerű csúcsot várunk.[1]

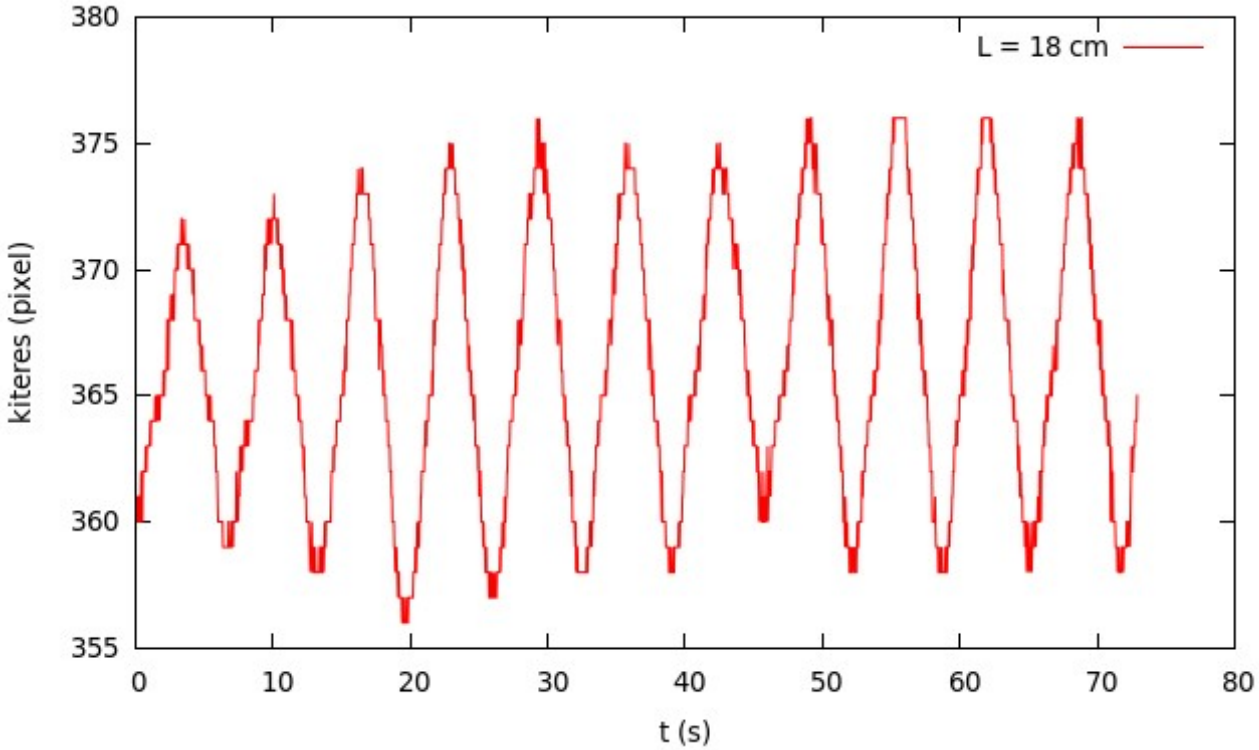
A mérés a következőképpen zajlott: a rétegzett folyadék egy hosszú kádban volt, az alsó réteg pirosra volt festve (H_2 = 9,5 cm mélységű, ρ_2 = 1016 kg/m^3 sűrűségű konyhasó oldat), a felső átlátszó (H_1 = 4,5 cm mélységű, ρ_1 = 1000 kg/m^3 sűrűségű tisztavíz) volt. A kád egyik végén számítógépes függvénygenerátor segítségével periodikusan gerjesztettük a réteghatárt, így az állandó szélességű kádban szolitonok indultak meg. A kád másik végébe állítható dőlésszögű lejtőt helyeztünk, és digitális fényképezővel videó felvételt készítettünk a kísérletről. A videót képkockákra bontottuk, és egy, a méréshez készített célprogram segítségével kiértékeltük. A program a következő elven működik. Kiválasztunk egy adott pixeloszlopot, ahol a kitérést szeretnénk vizsgálni. Meghatároztunk egy színértéket, ami a réteghatár közepe felé jellemző. Ezután a program a képek sorozatát végigvizsgálva (és a másodpercenkénti képkockaszámot) ismerve időfüggést készít a réteghatár helyzetéről, pixel mértékegységben, ami a kád falához erősített skála segítségével hosszmértékre kalibrálható. A kitérés ismeretében már meg tudjuk határozni az amplitúdót, mint a maximum és a minimum különbsége.

17 dőlésszögnél kb. 1 perces mérést végeztünk. A mérést akkor kezdtük, amikor a lejtő behelyezéséből fakadó hullámzás kellően lecsillapodott, és a gerjesztett hullámok már elérték a lejtőt, így a mérés időtartama alatt a hullámzás kb. periodikusnak tekinthető. A jeltő alját mindig ugyanott tartottuk, és a tetejének (ahol a réteghatárt átszeli) és az aljának vízszintes távolsága alapján (L) regisztráltuk. A vízmélység ismeretében ebből meghatározható a szög.

1. ábra: Egy képkocka az L = 18 cm-es mérésből. Látszik a diffúz réteghatár, a döntött lejtő és a kalibráláshoz használt vonalzó.

Mivel a réteghatár fölött fehér, alatta piros a folyadék, érdemes a kék, vagy zöld csatornát vizsgálni, ugyanis ezek változnak legtöbbet (piros értelemszerűen van a fehér és piros rétegekben is). A kék értéket választottam. Több pontban megnéztem az értékét a határ fölött, és alatt, mindkét tartományra átlagoltam, és a két átlag számtani közepét tekintettem réteghatárnak. Ez a 256 fokozatú skálán 124-nek adódott. Egy képkocka az L = 18 cm-es mérésből az *1. ábrán* látható. A mérést a lejtő kezdete után, de az aljához közel végeztük, a réteghatár viszonylag szűk környezetében.

Szintén az L = 18 cm-es mérés amplitúdójának időfüggését a *2. ábra* tartalmazza.

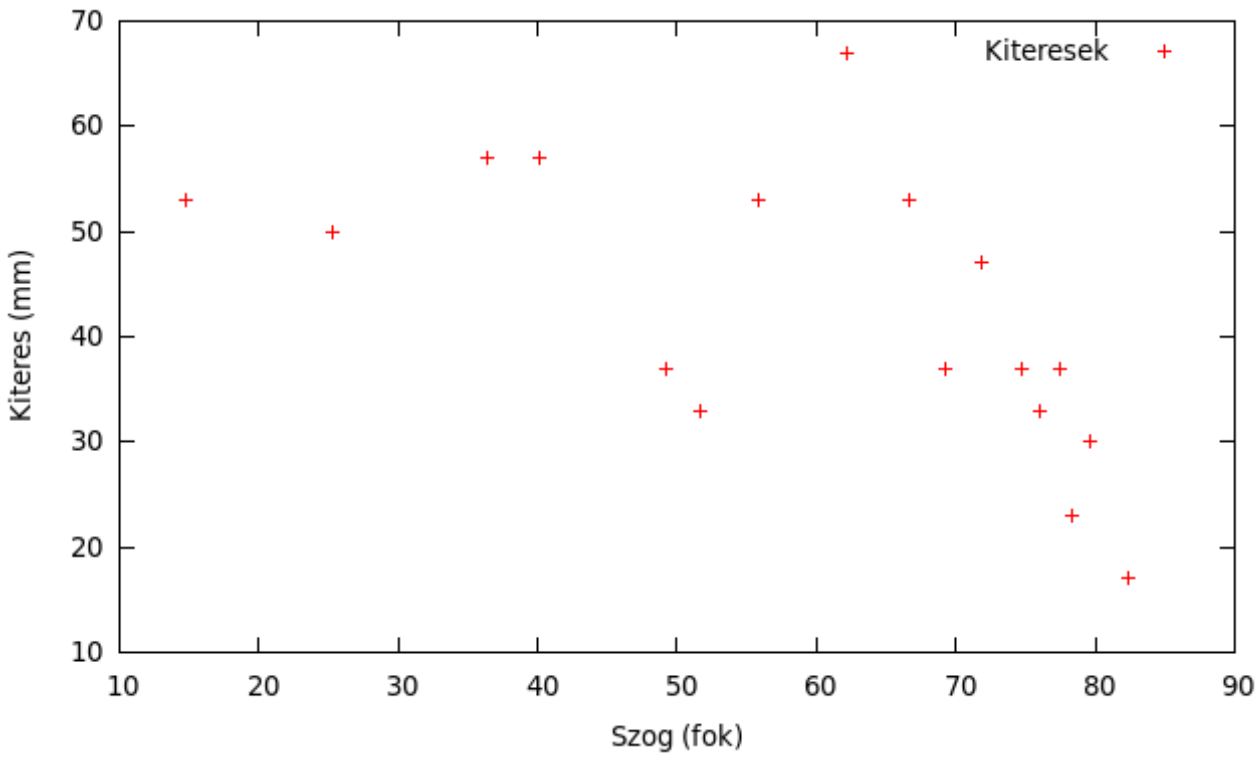


2. ábra: L = 18 cm-es mérés kitérésének időfüggése. A pixelfelbontás a kitérésekhez képest nem túl kicsi, így látszik az ebből adódó lépcsőzetesség.

Az amplitúdókat meghatároztam mind a 17 mérésre. A kalibráció alapján 1 cm 30 pixelnek adódott. A piros réteg mélységének ismeretében kiszámoltam a szögértékeket. Az amplitúdók szögfüggését a *3. ábrán* lehet látni. A szöget a felszínre merőlegestől kell érteni, vagyis a 0º a merőleges fal.

Az ábrán látszik, hogy nagyobb szögekre az amplitúdók lecsengenek. Nehéz megmondani, hogy 50º körül egy minimumot láthatunk, vagy ezek csak véletlen outlierek, bár előtte eléggé konstansnak tűnnek az értékek. Ez alapján azt mondhatjuk, hogy a keresett rezonanciacsúcsot nem sikerült egyértelműen beazonosítani, de azt is meg lehetne indokolni, hogy van ott egy csúcs.

Az eredményekhez hozzátartozik, hogy hibával terheltek. A pixelfelbontásból adódó hiba néhány százalék nagyságrendű, de származhat hiba abból is, hogy a lejtő behelyezése is hullámokat keltett, esetleg a mozgás mégsem teljesen periodikus, és a maximum és minimum különbsége nem pontosan az amplitúdót adja meg. A szögértékek sem pontosak, hiszen a diffúz réteghatár miatt nem lehetett egyértelműen meghatározni a rétegvastagságot. Ennek ellenére a zajon felül is látszik valamilyen viselkedés az amplitúdók menetén, de rezonanciaszerű viselkedés nem azonosítható.



3. ábra: Szolitonok amplitúdója a part szögének függvényében, amit a felszínre merőlegestől kell érteni.

[1] Themistoklis Stefanakis, Frédéric Dias, Denys Dutykh, "Local Run-Up Amplification by Resonant Wave Interactions," Physical Review Letters 107 124502 (2011)