

Hajó keltette hullámozás hidro- és morfodinamikai hatásának vizsgálata terepi mérési és számítógépes modellezési eszközökkel

Kiválósági ösztöndíjjal támogatott kutatások az
Építőmérnöki Karon

Fleit Gábor

2018.05.30.

Tartalom

- Bevezető, célkitűzések
- Terepi mérések, adatfeldolgozás
 - Nyomásmérések
 - Áramlási sebességmérések
 - Képfeldolgozáson alapuló mérési eljárások
- Numerikus modellezés
- Összefoglalás

Folyami hajózás

Hajózás alapvetően környezetkímélő fuvarozási forma, de a káros hatásokkal foglalkozni kell.

- Hajócsavar és hajótest mechanikai hatásai (ütközések)
- Olaj és üzemanyagszennyezések
- Klasszikus folyószabályozások hosszútávú hatásai
- **Hajók keltette hullámok...**

Cél: Olyan terepi mérési, adatfeldolgozási és numerikus modellezési módszertan kidolgozása, mellyel a hajóhullámok hatása hidrodinamikai szempontból átfogóan vizsgálatható, számszerűsíthető.

Terepi mérések

ADV (Nortek Vector)

- $\mathbf{u}(t)$, $p(t)$ – 16 Hz

ADV (Nortek Vectrino x2)

- $\mathbf{u}(t)$ – 16 Hz

ADCP (Nortek Aquadopp)

- $\mathbf{u}(z,t)$, $p(t)$ – 8 Hz

GoPro HERO 4

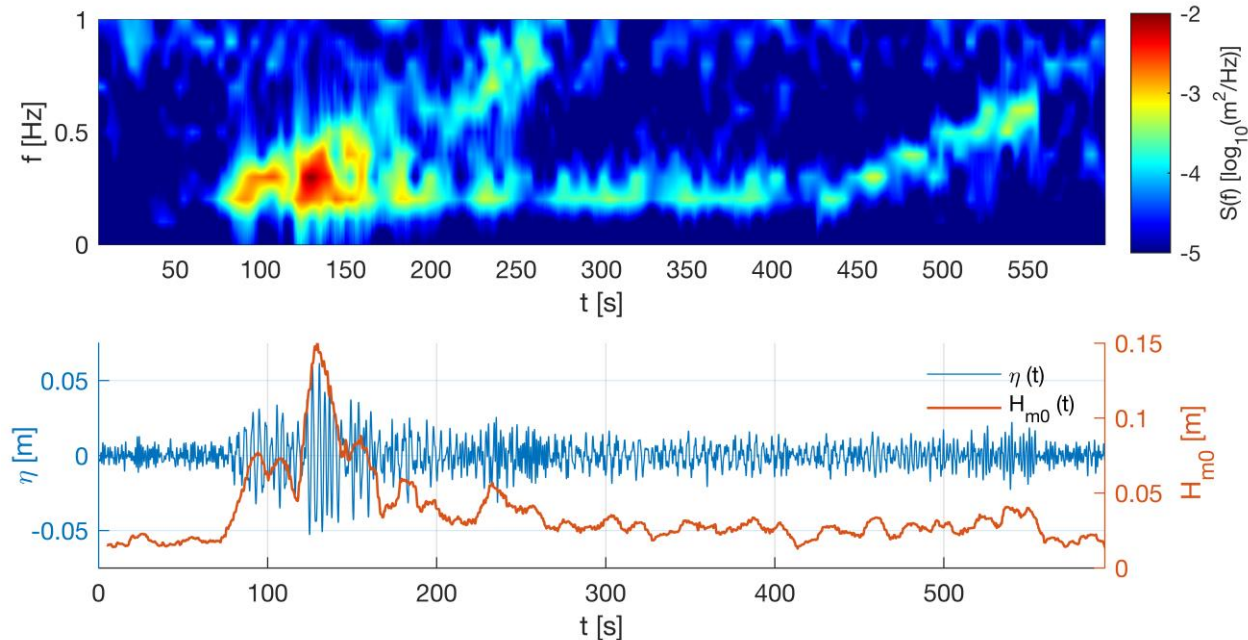
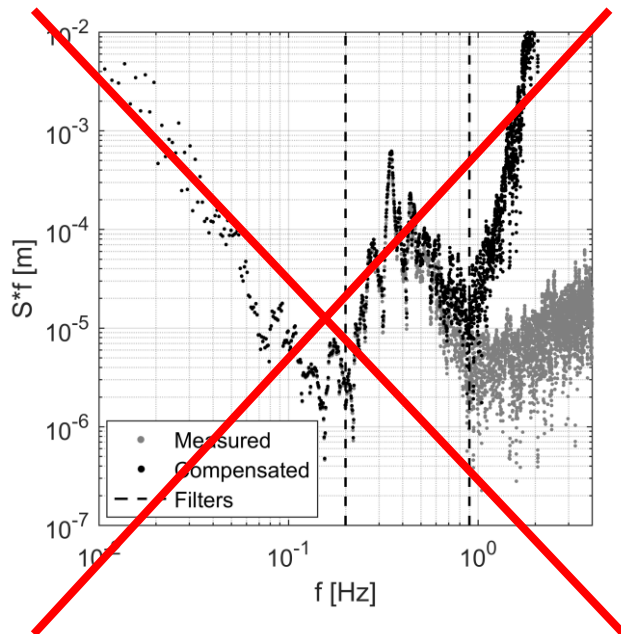
- Video (1080p 60 fps)



+ Mederfelmérések (ADCP + GPS), mederanyagmintavétel

Nyomás idősorok

- Időben változó megközelítés $\rightarrow$ spektrogram ($S(f,t)$)
 - Rövidebb, 10-15 mp.-es szakaszokra (átlapolással) spektrum számítása
 - Időben változó hullámparaméterek becslése



Nyomás idősorok

- Statisztikai elemzés, például:

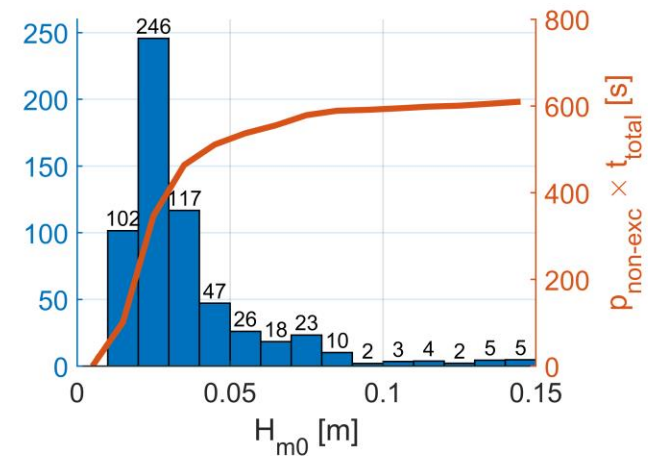
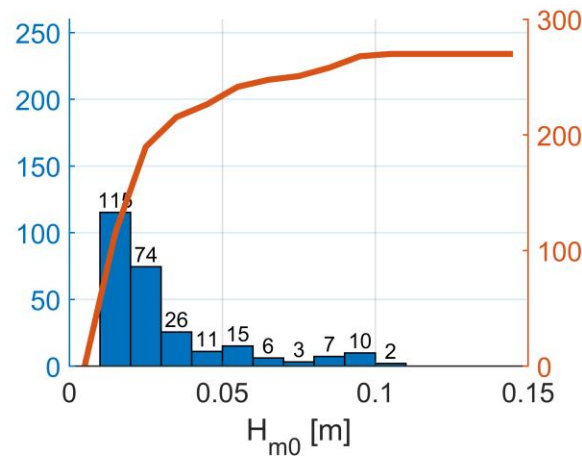
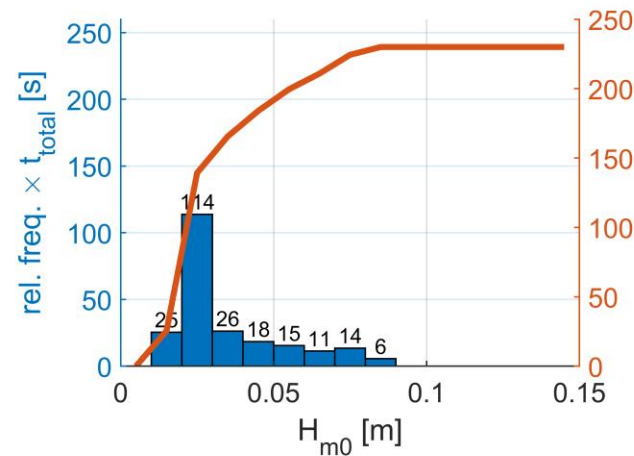
Maxima I



Sofia

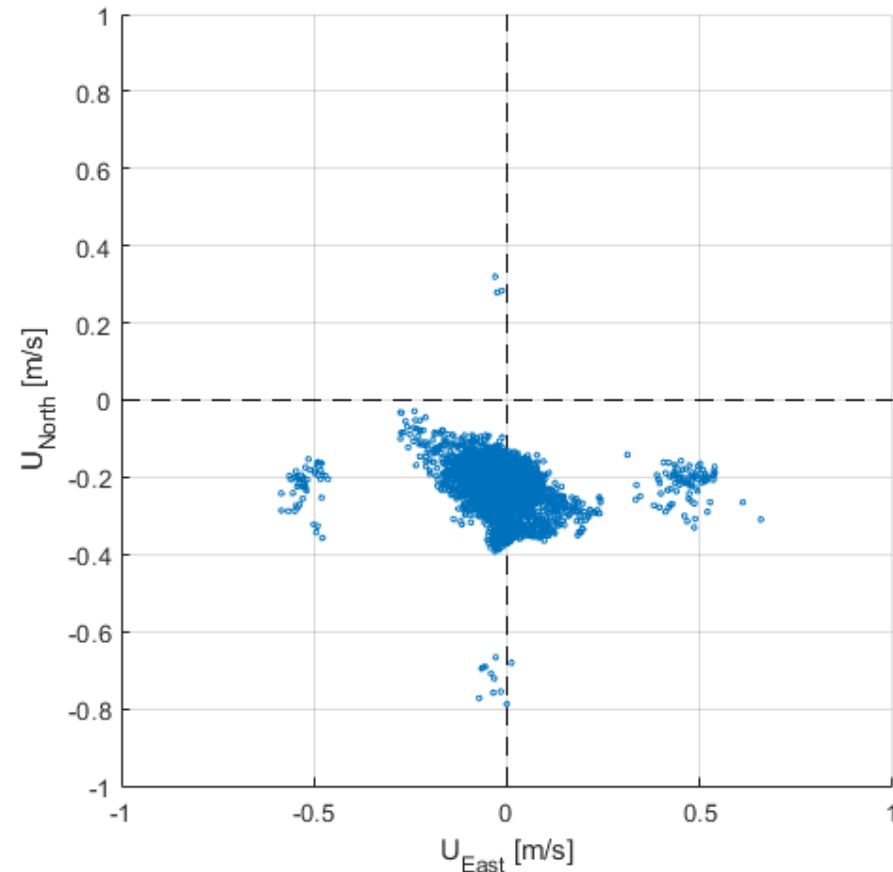


Danimex 2



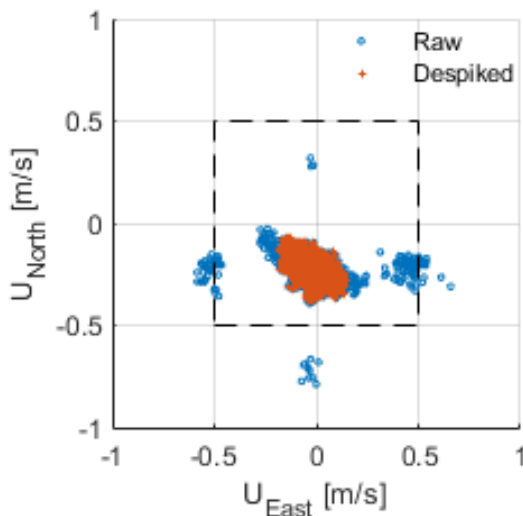
Áramlási sebesség idősorok

- Pontbeli ADV mérések (16 Hz)
- Mit mérünk?
 - Folyó háttéráramlása
 - Elsődleges hullámok
 - Másodlagos hullámok
 - Turbulencia
 - Hibás mérések (spike)



Áramlási sebesség idősorok

1. Despiking, phase-space thresholding method (→ hibás mérések ki)
2. Trendmentesítés (konstans) (→ háttéráramlás ki)
3. Aluláteresztő Butterworth-szűrő (elsődleges hullámozás ki)
4. Főkomponens-analízis (PCA) → hullámozás irányának meghatározása



Irreguláris hullámzásmodellezés

Korábban alkalmazott szabályos hullámzás helyett:

- **Bemeneti peremnél hullámspektrum alapján hullámgenerálás (irreguláris hullámzás)**
 - N db lineáris hullám szuperpozíciójával ($N \sim$ önkényes)
 - Modell input: $[\omega \ S]$

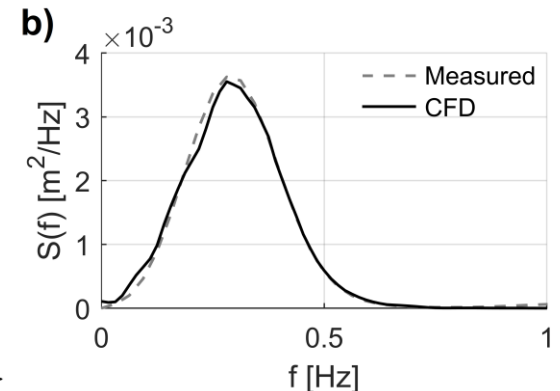
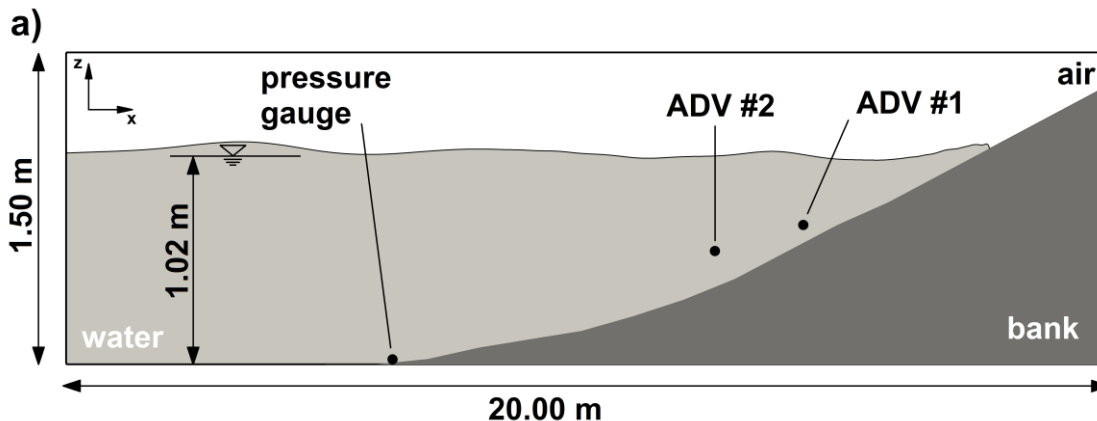
$$\eta = \sum_{i=1}^N A_i \cos \theta_i$$

$$A_i = \sqrt{2S_i \Delta \omega_i}$$

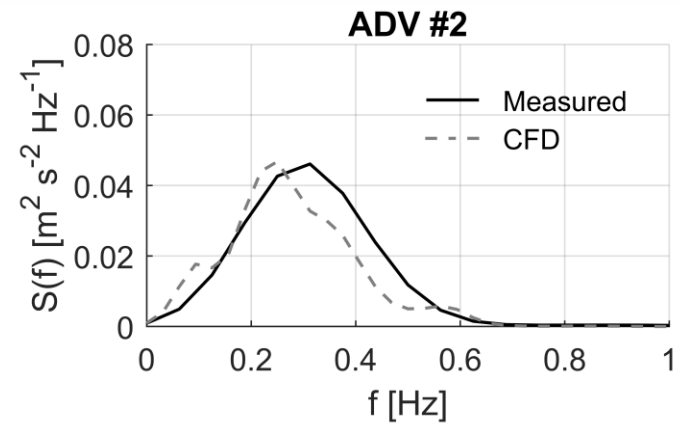
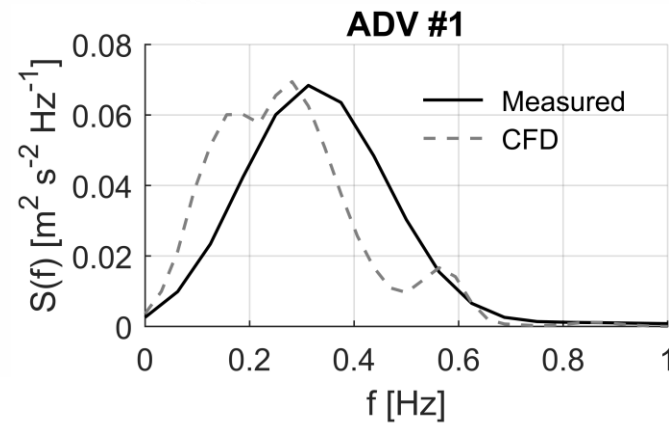
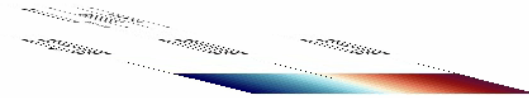
$$\theta_i = k_i x - \omega_i t + \epsilon_i$$

$$u = \sum_{i=1}^N A_i \omega_i \frac{\cosh(k_i(z+d))}{\sinh(k_i d)} \cos \theta_i$$

$$w = \sum_{i=1}^N A_i \omega_i \frac{\sinh(k_i(z+d))}{\sinh(k_i d)} \sin \theta_i$$



Irregularis hullámzásmodellezés



Összefoglalás

- Terepi mérési módszertan alkalmas a hajóhullámok időben változó jellemzésére
 - Időben változó hullámparaméterek becslése → statisztikák
 - Nyomás- és áramlásmérések nagyszerűen támogatják a numerikus modellezést (peremfeltétel + ellenőrzés)
 - Képfeldolgozáson alapuló eljárásokban még sok a potenciál
- REEF3D: a hajóhullámok részletes vizsgálatára alkalmas modelleszköz
 - Part közeli áramlások részletes, térben kiterjedt számszerű értékelése...
 - Esetleges beavatkozások hatásvizsgálata

An aerial photograph of a sandy beach. In the center, there is a bright blue beach umbrella. To its right, a metal frame, possibly for a beach chair or a small table, is visible. The beach is bordered by the sea on the left, and the water's surface is dark with some white foam from waves. The text 'Köszönöm a figyelmet!' is overlaid in large black font across the middle of the image.

Köszönöm a figyelmet!