

Turbulenciamodellezés szerepe komplex szabadfelszínű áramlások és hordalékmozgás numerikus vizsgálatában

Kiválósági ösztöndíjjal támogatott kutatások az Építőmérnöki Karon

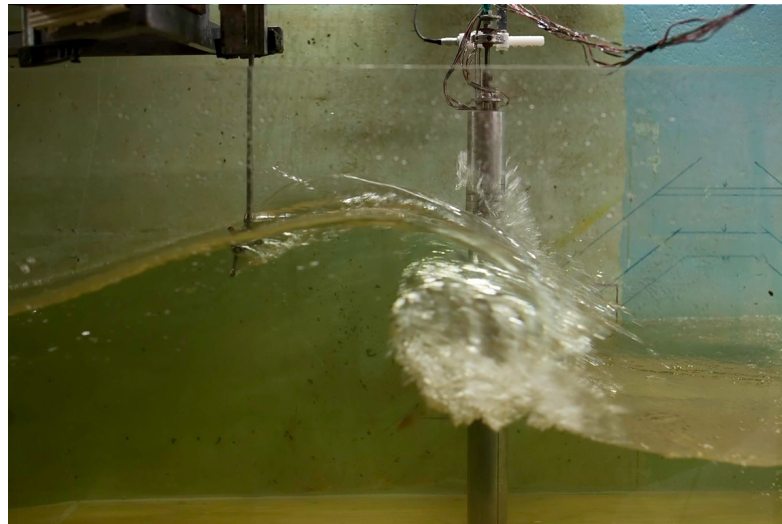
Fleit Gábor

2019.05.30.

Komplex szabadfelszínű áramlások

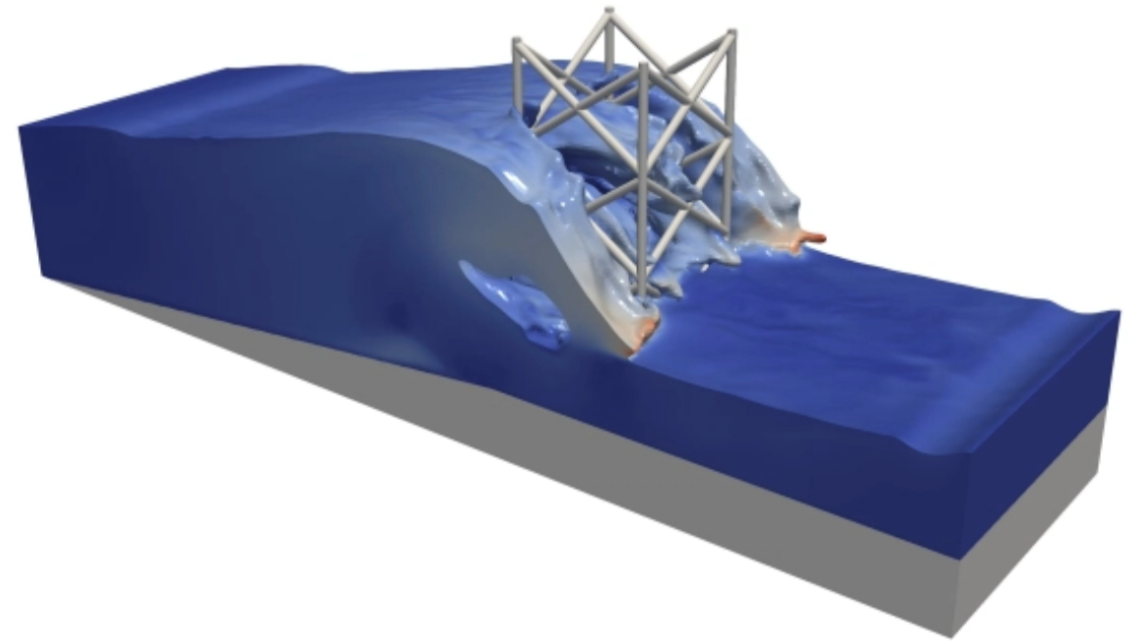
Megtörő hullámok, vízugrás...

- Nagy felszíngradiensek és térbeli/időbeli változékonyság
- Vízfelszín többszörös függőleges értékkel
- Kétfázisú áramlás (víz + levegő)



Numerikus modell – REEF3D::CFD

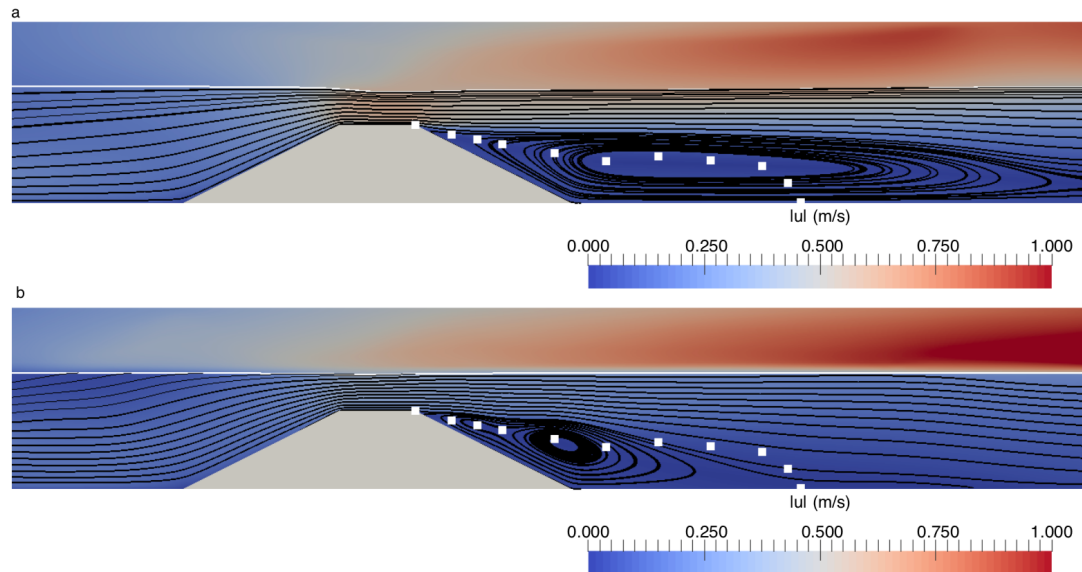
- Nyílt forráskódú (C++)
- Alapegyenletek: Navier–Stokes
- Véges differencia módszer
- **Szabadszín: level set method**
- Magas rendű diszkretizáció
 - Térben: 5-öd rendű WENO
 - Időben: 3-ad rendű Runge–Kutta
- **Turbulencia: $k-\omega$, $k-\epsilon$, LES**
- Párhuzamosított (MPI)
- Hordalék transzport modul



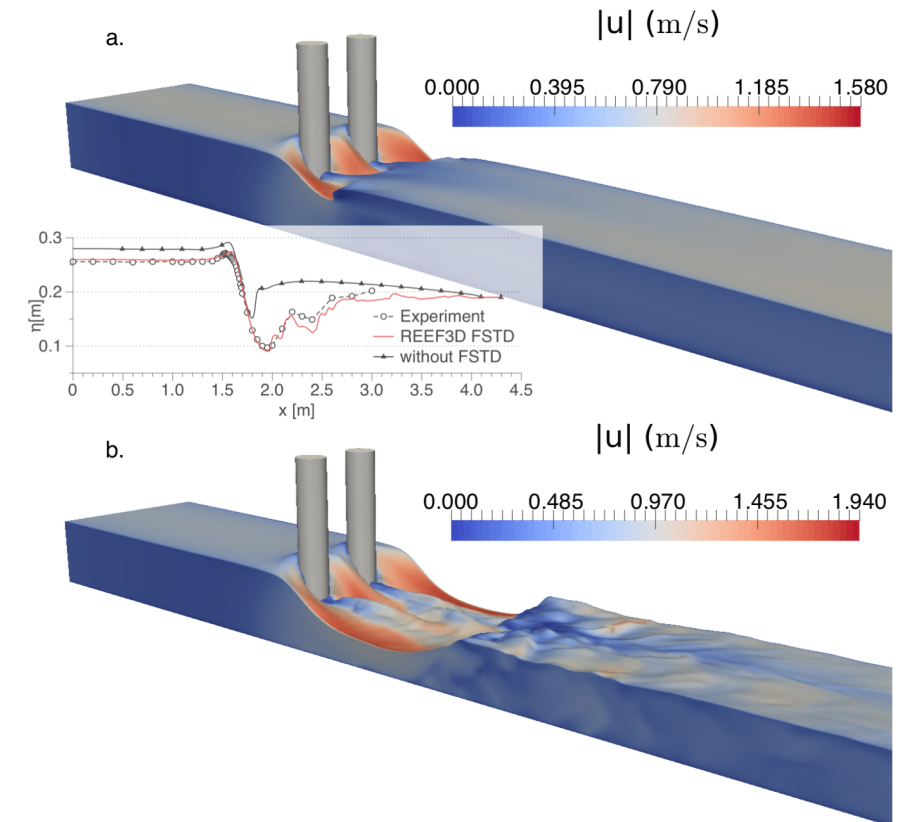
Felszíneközei turbulencia

Felszín közelében a turbulens fluktuációk felszínre merőleges komponense csökken

- Figyelembe kell venni a turbulencia modellben → +1 peremfeltétel a szabad felszínen

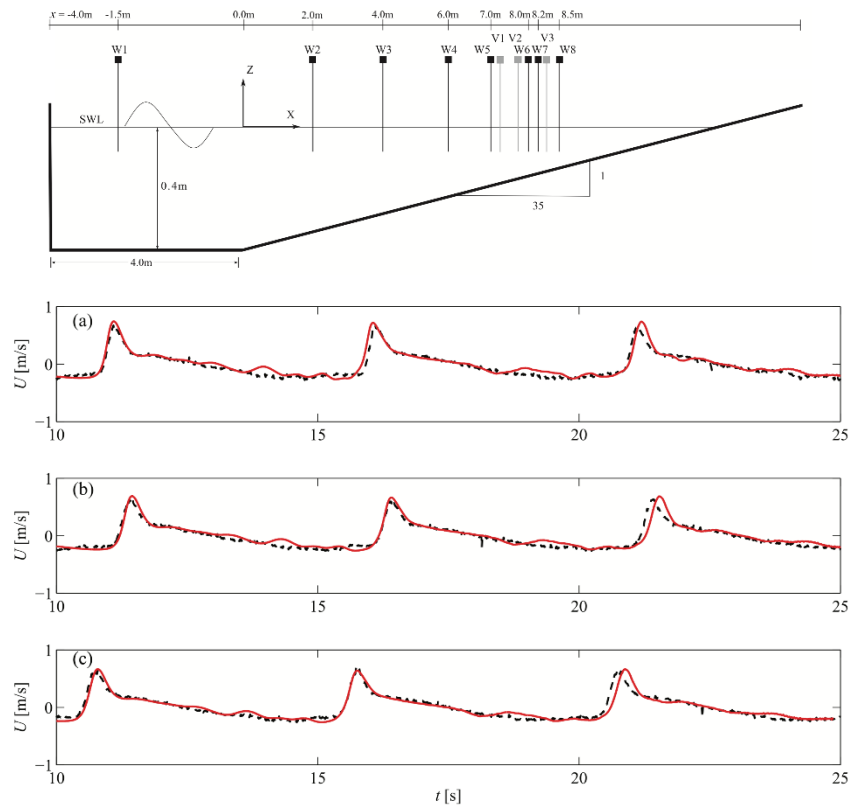


Kamath et al., 2019



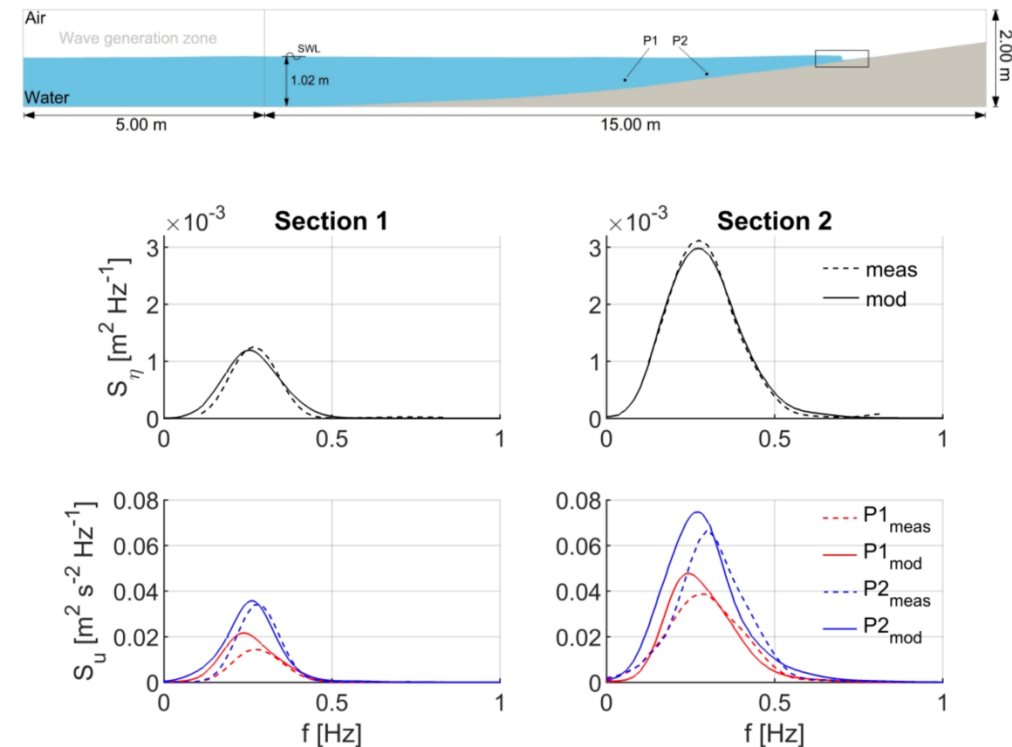
Hullámfelfutás hidrodinamikája – igazolások

- Laborban (monokromatikus)



Bihns et al., 2016

- Terepen (irreguláris)



Fleit et al., [under rev.]

Fenék-csúsztatófeszültség (τ_{bed})

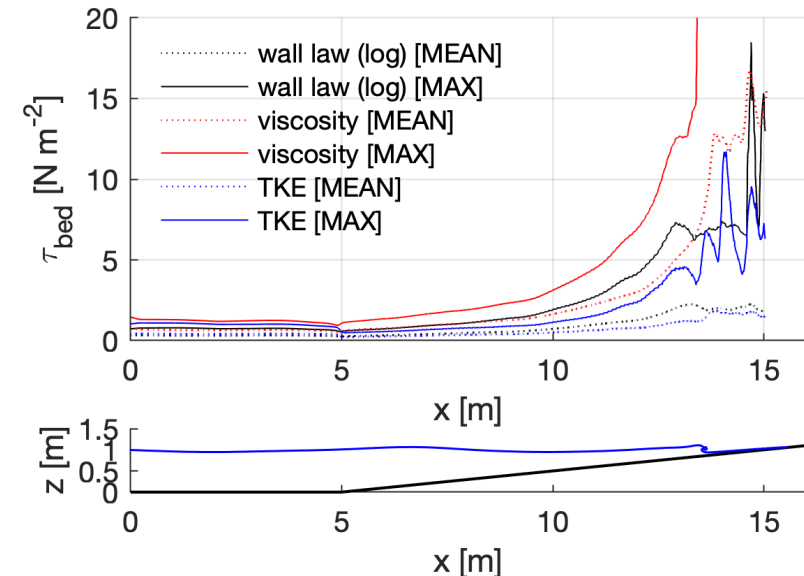
Érzékenység vizsgálatok...

- τ_{bed} számítása
 - Logaritmusos sebességprofil feltételezése a fenék közelében
 - Fenékközeli sebesség gradiens és viszkozitás alapján
 - Turbulens kinetikai energia alapján
- Mederfenék érdességének (k_s) jellemzése

$k_s = d_{90}$	$k_s = 2.0 d_{65}$
$k_s = 3.5 d_{84}$	$k_s = 2.0 d_{50}$
$k_s = 3.0 d_{90}$	$k_s = 2.5 d_{50}$
$k_s = 3.0 d_m$	$k_s = 3.0 d_{50}$

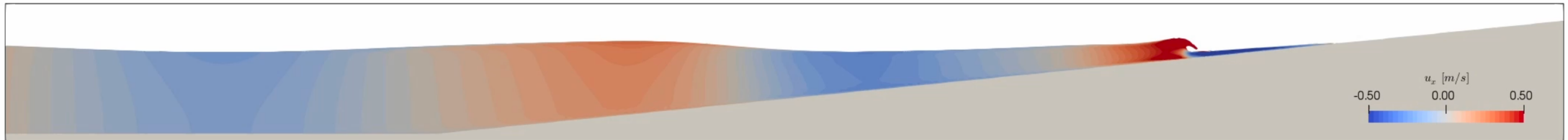
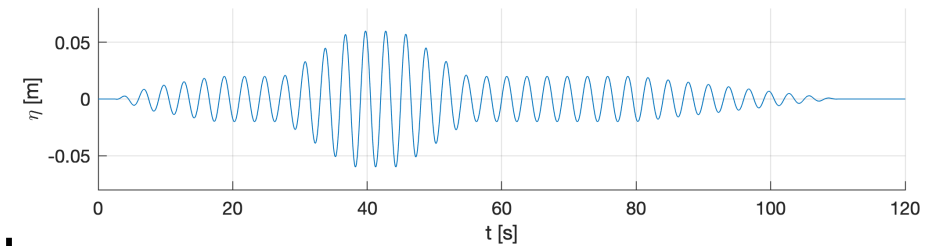
- Turbulencia modell
 - $k-\varepsilon$ (TKE és disszipációja)
 - $k-\omega$ (TKE és fajlagos disszipációja)

$$|\tau_{bed}| = \rho u_*^2 \quad |\tau_{bed}| = -\rho(v_t + \nu) \frac{\partial u}{\partial z}$$
$$\frac{u}{u_*} = \frac{1}{\kappa} \ln\left(\frac{30z}{k_s}\right) \quad |\tau_{bed}| = C_1 \rho k \approx 0.3k$$



Hajóhullámok hordalékfelkeverő hatása

- Sematikus hajó keltette hullámszás idősor
- Hidrodinamikai megoldás összekapcsolása hordaléktranszporttal
- Mintázatok megegyeznek a terepen tapasztaltakkal!



Összegzés

Felszínközeli turbulencia csillapítás

- Figyelembe vétele egy új peremfeltételként a szabadfelszínen
- Implementálás numerikus modellbe (REEF3D::CFD)
- Igazolások különböző áramlásokra (áramló, rohanó, különböző átmenetek (pl. vízugrás))

Kamath A., Fleit G., Bihs H. (2019) **Water** 11(3):456, 26 p. (Q2)

Partközeli hullámzások hidro- és morfodinamikai hatásának vizsgálata

- Modelligazolás terepi mérések alapján
- Részletes érzékenységvizsgálat a releváns paraméterekre (hordaléktranszport)
- Eredmények jó minőségi egyezést mutatnak → további vizsgálatok

Fleit G., Baranya S., Krámer T., Bihs H., Józsa J. (under rev.) **River Research & Applications** (Q2)

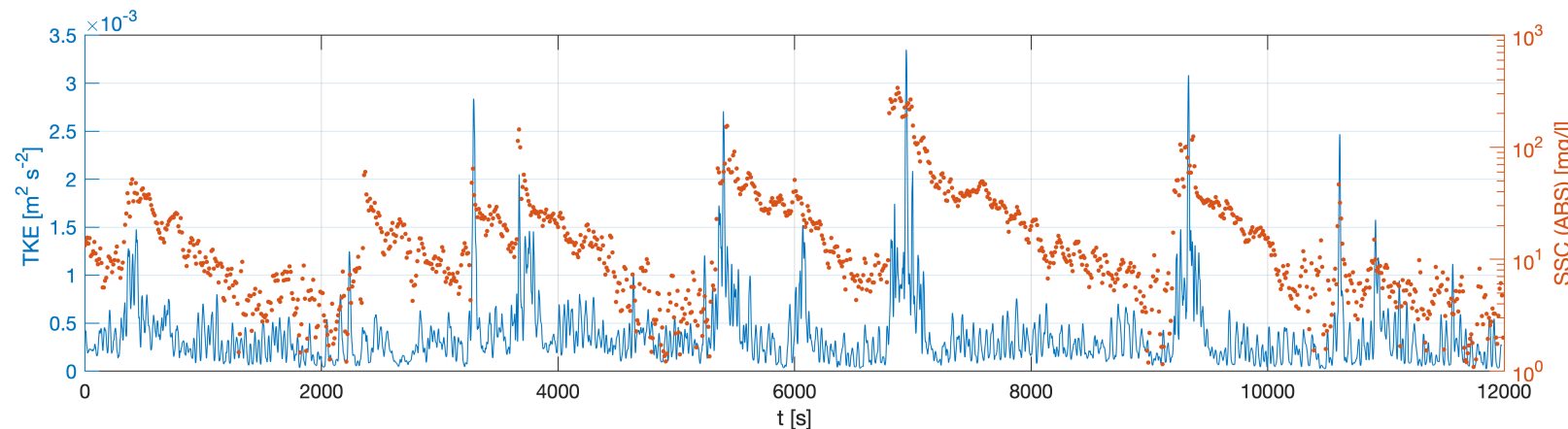
Fleit G. & Baranya S. (2019) EGU General Assembly 2019

Jelenleg folyó vizsgálatok, jövőbeli lehetőségek

Képfeldolgozáson alapuló hullámzásmérési eljárások fejlesztése...

(Hajó)hullámok hordalékfelkeverő hatásának terepi vizsgálata

- Új, akusztikus elven működő zavarosságmérő (ABS) első terepi alkalmazásai
 - Pontbeli zavarosságidősor
 - A jelenség időléptékéhez képest nagy időbeli felbontás (1 Hz)
 - Kombinálás a doktori kutatás megelőző szakaszaiban kidolgozott módszertannal



Köszönöm a figyelmet

Készült az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-18-I
kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával.



Hivatkozások

- [1] Kamath A., Fleit G., Bihs H. (2019) Investigation of Free Surface Turbulence Damping in RANS Simulations for Complex Free Surface Flows. Water 11(3):456, 26p.
- [2] Bihs H., Kamath A., Chella M.A., Aggarwal A., Arnsten Ø.A. (2016) A new level set numerical wave tank with improved density interpolation for complex wave hydrodynamics. Computers and Fluids 140:191-208.
- [3] Fleit G., Baranya S., Krámer T., Bihs H., Józsa J. (2019) A practical framework to assess the hydrodynamic impact of ship waves on river banks. River Research and Applications [under review].