

## Skrajšanje računskega časa simulacij po metodi SPH z uporabo povezanega 2D/3D-modela

Elvira Džebo<sup>1,\*</sup> – Dušan Žagar<sup>1</sup> – Matjaž Četina<sup>1</sup> – Gregor Petkovšek<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Slovenija

<sup>2</sup> HR Wallingford, Velika Britanija

Metoda hidrodinamike zglajenih delcev (ang. Smoothed particle hydrodynamics, SPH) je brez mrežna Lagrangeova metoda, ki se uporablja za simulacije toka s prosto gladino. Metoda je uporabna predvsem za simulacije hipnih sprememb vodne gladine, ena izmed večjih slabosti metode pa je zelo dolg računski čas simulacij.

Pri modeliranju pogosto naletimo na primere, ko je tok dlje širinsko povprečen, nato pa se spremeni tlorisna oblika obravnavane domene. Primer tovrstnega toka je npr. tok v kanalu z zožitvijo ali/in razširitvijo. Ker je tok pred zožitvijo/razširitvijo kanala širinsko povprečen, je na tem območju smiselno uporabiti hitrejši 2D-model SPH. Gladina in hitrost vode za razširitvijo/zožitvijo kanala pa se naglo spreminjata, zato pride na tem območju v poštev samo zamuden 3D-model SPH. Cilj naše raziskave je med seboj povezati modele SPH različnih dimenzij in s tem skrajšati računski čas simulacij. V študiji smo uporabili model Tis Isat, ki smo ga razvili na Katedri za mehaniko tekočin z laboratorijem, uporabljamo pa ga za simulacije toka vode po metodi SPH.

Delovanje povezanega modela Tis Isat smo preverili na dveh primerih:

1. na primeru toka v kanalu z razširitvijo, ter
2. na primeru toka v kanalu z zožitvijo in razširitvijo. Znanih je več študij, ki predlagajo različne načine krajšanja računskega časa:
  - a) s povezovanjem modela SPH in drugega konvencionalnega mrežnega modela, ter
  - b) z medsebojnim povezovanjem modelov SPH različnih ločljivosti.

V pričujočem delu pa smo javnosti prvič predstavili nov način, pri katerem računski čas simulacij krajšamo z medsebojnim povezovanjem modelov SPH različnih dimenzij.

Rezultate simulacij, ki smo jih dobili s povezanim 2D/3D-modelom Tis Isat, smo primerjali z različnimi vrednostmi:

1. z meritvami, izvedenimi na fizičnem modelu,
2. z rezultati simulacij, ki smo jih dobili s 3D-modelom Tis Isat, in
3. z rezultati simulacij, izvedenih s konvencionalnim modelom.

Pokazali smo, da lahko z uporabo povezanega 2D/3D-modela SPH bistveno skrajšamo računski čas simulacij, s tem pa ne vplivamo na točnost rezultatov. Zaradi pozitivnih ugotovitev bi bilo v nadaljevanju smiselno razviti še pristop, ki bi omogočal povezovanje zamudnega SPH-modela Tis Isat z drugimi hitrejšimi mrežnimi modeli, ki jih imamo na razpolago v naši raziskovalni skupini. V tem primeru bi model SPH uporabili samo na območjih, kjer se gladina vode izrazito spreminja.

Krajšanje računskega časa, potrebna za simulacije SPH, predstavlja izziv mnogim raziskovalcem omenjene metode, zato menimo, da bomo s tem delom pripomogli k nadaljnjim raziskavam in k razvoju tovrstnih pristopov.

**Ključne besede:** hidrodinamika zglajenih delcev, metoda SPH, skrajšanje računskega časa simulacij, povezani 2D/3D-model SPH, tok s prosto gladino, porušitev pregrade