



Številka: 430-29/2025-2560-1

Datum:

## PROJEKTNA NALOGA

### Rekonstrukcija obstoječih 2D kart fluvialnih dosegov poplavnih območij v 3D obliko

#### 1. Izhodišča

Projekt izhaja iz potrebe po transformaciji obstoječih 2D geoprostorskih podatkov o poplavnih območjih, ki so zbrani v podatkovni zbirki DRSV\_OPKP\_OBM\_POPL, v uporabne 3D modele. Trenutni podatki prikazujejo horizontalni obseg poplav (2D poligone), manjkajo pa jim ključni podatki o višini vodne gladine (Z-koordinata), ki so nujni za poglobljeno analizo poplav, izračun globin vode, umeščanje objektov v prostor, izračune poplavnih škod in drugo modeliranje.

#### 2. Namen projekta

- a) je razviti in implementirati robusten postopek, ki bo s pomočjo avtomatiziranih orodij in specializiranega programa točkovno rekonstruiral 3D površino poplavne gladine iz podatkovne zbirke kart fluvialnih poplav, ki so pridobljene na osnovi poenostavljenih hidroloških modelov »rain-on-cell« in so na razpolago v zbirki DRSV\_OPKP\_OBM\_POPL
- b) Izdelati vektorske podatkovni sloje (shapefile) v 3D vseh obstoječih kart v podatkovni zbirki DRSV\_OPKP\_OBM\_POPL (Na razpolago:  
[http://www.statika.evode.gov.si/fileadmin/vodkat/DRSV\\_OPKP\\_OBM\\_POPL.zip](http://www.statika.evode.gov.si/fileadmin/vodkat/DRSV_OPKP_OBM_POPL.zip))

Postopek vključuje obsežno pripravo podatkov, ekstrakcijo robnih polilinijskih, pripis interpoliranih višinskih podatkov iz digitalnega modela reliefa (DMR) ter reševanje robnih pogojev z napredno geometrijsko tehniko zrcaljenja. Poseben poudarek je na obravnavi robnih poplavnih poligonov, kjer so meje prekinjene zaradi roba karte ali območja obravnave, kar predstavlja oviro za pravilno izvedbo triangulacije.

Za reševanje tega problema se uporabi visoko zmogljiv program, ki s pomočjo tehnologije **CUDA (GPU)** masovno paralelizira izračune. CUDA (Compute Unified Device Architecture) je programski model, ki omogoča pisanje kode v jezikih kot so C++, Fortran in Julia, ki se izvaja neposredno na GPU-ju. CUDA se še posebej uporablja v **HPC (High Performance Computing)** pomeni uporabo zmogljivih računalniških sistemov za reševanje kompleksnih znanstvenih, tehničnih ali industrijskih problemov. NVIDIA CUDA je tehnologija, ki je pravzaprav temelj sodobnega računalništva z grafičnimi procesorji (GPU).

Program z uporabo CUDA funkcij zrcali množico 3D točk preko robnih polilinij in tako generira dodatne točke izven poplavnega območja. Te zrcaljene točke (skupaj z obstoječimi) omogočajo zanesljivo interpolacijo in triangulacijo celotne poplavne ravnine, saj ustvarijo "virtualno" razmejitev, ki preprečuje deformacije vodne površine ob mejah.

### 3. Cilji

Glavni cilj projekta je točkovna rekonstrukcija 3D površine poplavne gladine na podlagi 2D poligonov fluvialnih (F) poplavnih območij.

#### Specifični cilji:

- **Priprava in standardizacija podatkov:** Razdeliti in očistiti vhodne poligone glede na tip poplave (F/P). Odstraniti geomterijske nepravilnosti, kot so majhni poligoni (manjši od 2 m<sup>2</sup>), in zagotoviti povezanost poligonov.
- **Ekstrakcija 2D polilinij:** Iz obdelanih 2D poligonov ustvariti polilinije, ki predstavljajo robove poplavnih območij. Te polilinije morajo predstavljati samo stike s terenom in ne medsebojne stike poligonov in druge točke, ki ne predstavljajo poplavnih kot.
- **Dodajanje višinskih podatkov:** Polilinijam dodeliti višinsko (Z) koordinato s pomočjo digitalnega modela reliefa (DMR 1x1 m), kar zagotavlja, da poplavna linija dejansko leži na terenu.  
Izdelati interpolacijski program, ki izračuna v točki X,Y interpolirano Z vrednost med točkami terena. Program naj podpira bilinearno in bikubično metodo z uporabo CUDA jeder za pospeševanje izračuna na veliki več milijardni množici točk.
- **Reševanje robnih pogojev:** S pomočjo programa Mirror\_CUDA zrcaliti točke obstoječih 3D polilinij preko njihovih robov. S tem se ustvarijo dodatne točke, ki omogočajo pravilno triangulacijo površine tudi na mejah obravnavanega območja.
- **Triangulacija in generiranje 3D modela:** Na podlagi vseh 3D točk (originalnih in zrcaljenih) izvesti triangulacijo. Iz dobljene triangulacije (TIN) bo mogoče ustvariti 3D model poplavne gladine ali rastrsko površino (grid).
- **Analiza korelacije globin poplavne vode z obstoječimi razredi kart poplavne nevarnosti (iKRPN).** Na podlagi vseh 3D točk (originalnih in zrcaljenih) se izvede korelacija z obstoječimi kartami poplavne nevarnosti in določi najboljši približek kategorij globin, ki se jih uporabi za določitev razredov poplavne nevarnosti ki se v največji meri ujema z sedaj veljavnimi IKRPN.
- **Dokumentacija postopka:** Podrobno dokumentirati celoten potek dela, vključno z uporabljenimi orodji in parametri, za zagotovitev ponovljivosti in sledljivosti.

### 4. Rezultat

Končni rezultat projekta bo 3D geoprostorski model, ki natančno predstavlja površino poplavne vode za fluvialne in pluvialne dogodke.

#### Ključni izločki projekta bodo:

- **Pripravljeni 3D poligoni in polilinije:** Vektorski podatkovni sloji (shapefile), ki vsebujejo urejene, očiščene in 3D-opremljene poplavne meje obstoječih kart fluvialnih poplav v Sloveniji.

- **Digitalni model poplavne gladine:** Glavni izdelek projekta v obliki 3D točk LAZ (kot LiDAR) ki vizualno in numerično prikazuje 3D površino poplavne vode.
- **Plastnice kot poplavnih gladin:** Plastnice – izolinije poplavnih gladin na 20 cm, je eden ključnih rezultatov projekta, ki bo nudil osnovo določanja kot pri postopkih umeščanja objektov v prostor.
- **Poročilo o metodologiji:** Podrobno tehnično poročilo, ki opisuje celoten postopek, od priprave podatkov do končne triangulacije, vključno z uporabljenimi programsko opremo in parametri.

**Uporabnost rezultata:** Rekonstruirani 3D model bo imel široko uporabo v praksi:

- Omogočil bo natančen vpogled v globine vode na poplavnih območjih, kar je ključno za oceno tveganja in škode.
- Omogočil bo enostaven vpogled v koto dosega poplavne gladine pri Q100.
- Služil bo kot osnova za 3D vizualizacijo poplavnih dogodkov.
- Predstavljal bo vhodne podatke za nadaljnje hidravlične in hidrološke analize.
- Prispeval bo k boljšemu razumevanju poplavnih procesov in bo dragoceno orodje za načrtovanje in upravljanje poplavnega tveganja.
- Omogočal bo analizo in primerjavo z drugimi uveljavljenimi H-H metodami, kot je IKPN, ter podlago za izdelavo kart poplavne nevarnosti glede na izbrane kriterije.

Končni izdelek oz. naloga se pripravi v digitalni obliki.

#### **Faze in oddani rezultati v okviru treh mejnikov:**

Nalogo je potrebno izdelati v treh fazah:

##### **Faza 1 – mejnik 1:**

- Razvoj metode in opis postopka - Poročilo

##### **Faza 2 – mejnik 2:**

- Pripravljeni 3D poligoni in polilinije obstoječih podatkov (Mura, Savinja, Spodnja Sava, Sava do Ljubljane Bela Krajina, Kras)- Poročilo 2 faza z ustreznimi digitalnimi podatki

##### **Faza 3 – mejnik 3:**

- Digitalni model poplavne gladine v obliki 3D točk LAZ Plastnice kot poplavnih gladin in poročilo o metodologiji

## **5. Način dela**

Izvajalec se o morebitnih problemih pri izvedbi naloge posvetuje z naročnikom. Predstavniki izvajalca in naročnika se srečujejo na rednih sestankih, ki jih predlaga naročnik.

## **6. Oddajanje gradiva in predvideno trajanje naloge**

Roki za izvedbo posameznih vmesnih mejnikov:

- **Mejnik 1 za Fazo 1: 2 mesec po podpisu pogodbe**
- **Mejnik 2 za Fazo 2: 4 meseca po podpisu pogodb**
- **Mejnik 3 za Fazo 3: 6 meseca po podpisu pogodb**

Pripravil:

Boštjan Savšek  
višji svetovalec I