

VAJA 3: PRIMERJAVA GLOBALNIH IN LOKALNIH MODELOV GEOIDA NA OBMOČJU SLOVENIJE

2022/2023

1 UVOD

Globalni modeli geoida (npr. EGM96 in EGM2008 ter drugi) se uporabljajo kot osnova za izračun lokalnih modelov geoida. Njihova ločljivost je, glede na lokalne geoide, slabša, prednost lokalnih modelov je tudi v dejstvu, da temeljijo na:

- dodatno terensko pridobljenih gravimetričnih podatkih ter
- normalnih in elipsoidnih višinah, s čimer jih *vpnemo* v državni višinski sistem.

Iz globalnih modelov lahko s prevzorčenjem izdelamo celično mrežo, ki sovпада s celično mrežo lokalnih modelov geoida. Za prevzorčenje lahko uporabimo:

- metodo najbližjega sosedu,
- bilinearno interpolacijo,
- bikvadratično interpolacijo ali
- druge metode.

Prevzorčenje naredimo zato, da lažje analiziramo razlike med lokalnim in globalnim modelom geoida.

V Sloveniji se trenutno kot uradna višinska referenčna ploskev v državnem višinskem sistemu SVS2010¹ uporablja model kvazigeoida SLO_VRP2016/Koper². V starem državnem višinskem sistemu SVS2000 se je kot višinska referenčna ploskev uporabljal model geoida SLO_AMG2000/Trst³. Za izvedbo vaje s portala eProstor Geodetske uprave Republike Slovenije pridobite oba zgoraj omenjena državna modela (kvazi)geoida in osnovne informacije za posamezen model (meje območja, ločljivost (velikost celice), največja in najmanjša vrednost geoidne višine). Več o SVS2010 lahko preberete v Medved in sod. (2020).⁴

2 NALOGE

2.1 Naloga 1: Interpolacija lokalnega modela geoida

Model geoida je podan v celični mreži, kar pomeni, da so geoidne višine znane samo v ogliščih celic. Če želimo poznati geoidno višino v katerikoli drugi točki, jo moramo interpolirati. Geoidno višino lahko

¹<https://www.e-prostor.gov.si/podrocja/drzavni-koordinatni-sistem/vertikalna-sestavina/>

²<https://www.e-prostor.gov.si/podrocja/drzavni-koordinatni-sistem/vertikalna-sestavina/?acitem=1257-1258>

³<https://www.e-prostor.gov.si/podrocja/drzavni-koordinatni-sistem/vertikalna-sestavina/?acitem=1257-1370>

⁴https://www.geodetski-vestnik.com/arhiv/64/1/gv64-1_medved.pdf

določimo z metodo najbližjega soseda, bilinearno interpolacijo, bikubično interpolacijo ali kakšno drugo metodo, ki je lahko v konkretnem primeru boljša od naštetih. Za poljubno točko v Sloveniji izračunajte (kvazi)geoidno višino v SVS2010 in SVS2000 z:

- metodo najbližjega soseda,
- bilinearno interpolacijo,
- bikubično interpolacijo in
- metodo bikubičnih zlepkov.

Postopek bilinearne interpolacije implementirajte sami, pri ostalih metodah pa si lahko pomagate s funkcijami, vgrajenimi v programske pakete MATLAB, Mathematica, Python ... Primerjajte dobljene rezultate in jih komentirajte (kot referenčne vzemite vrednosti, ki jih dobite z interpolacijo po metodi bikubičnih zlepkov).

Pomoč za MATLAB: uporabite funkcije `load`, `reshape`, `interp2` in `find`.

2.2 Naloga 2: Primerjava lokalnih modelov geoidov z globalnimi – točkovno

Za vsaj štiri poljubno izbrane točke na različnih koncih Sloveniji, ki jih izrišete tudi na kartografski podlagi, predstavite razlike med geoidnimi višinami, pridobljenimi iz modelov:

- SLO_AMG2000/Trst (bikubični zleпки),
- SLO_VRP2016/Koper (bikubični zleпки),
- EGM96 in
- EGM2008.

Geoidne višine iz globalnih modelov lahko izračunate s [spletno aplikacijo](#)⁵. Komentirajte rezultate.

2.3 Naloga 3: Izris državnega modela (kvazi)geoida

S poljubnim orodjem naredite 3D izris ploskve državnega kvazigeoida SLO_VRP2016/Koper in starega geoida SLO_AMG2000/Trst. Izris naj bo opremljen z oznako koordinatnih osi, naslovom in barvno lestvico prikaza. Po želji lahko dodate tudi plastnice.

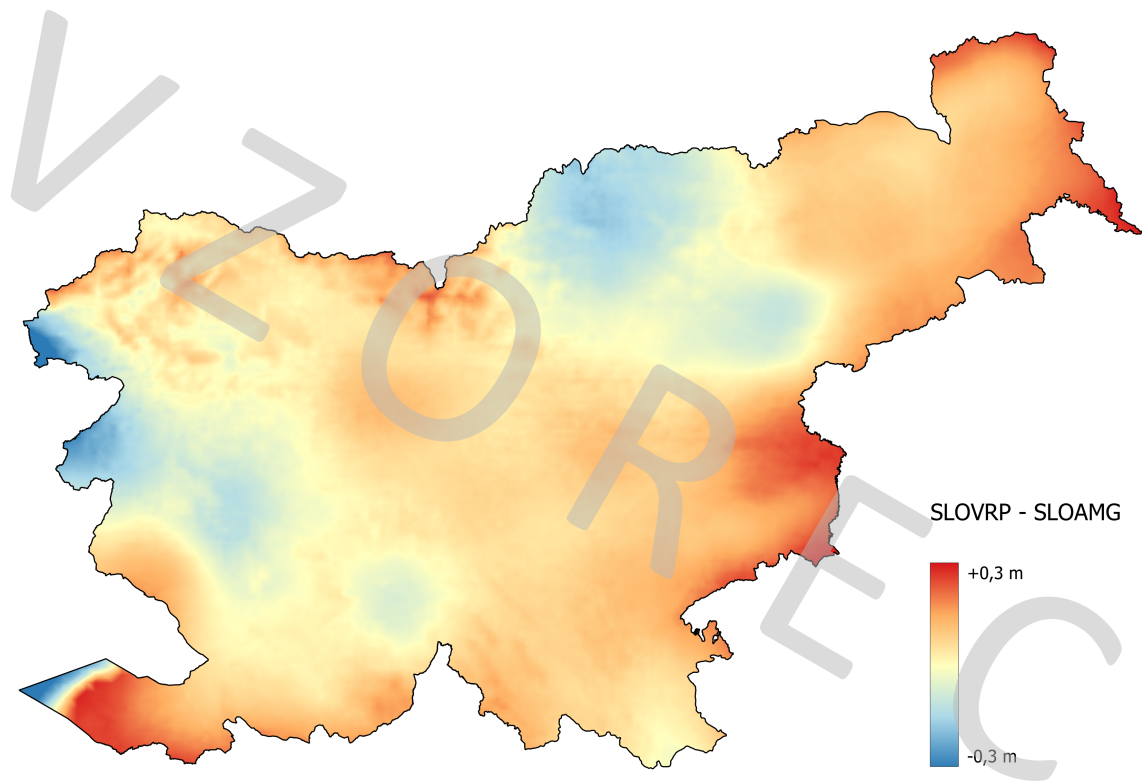
Pomoč za MATLAB: uporabite funkcije `load`, `reshape`, `surf`, `colorbar` in `contour3`.

2.4 Naloga 4: Primerjava SLO_VRP2016/Koper in SLO_AMG2000/Trst – ploskovno (neobvezna naloga)

S poljubnim orodjem naredite izris ploskve razlik (slika 1) med državnima modeloma SLO_VRP2016/Koper in SLO_AMG2000/Trst. Poiščite območja največjih odstopanj.

⁵<http://geographiclib.sourceforge.net/cgi-bin/GeoidEval>

Pomoč: Oba modela uvozite v QGIS. Za vsak model zgenerirajte TIN ločljivosti $0,001^\circ \times 0,001^\circ$. Dobljeni ploskvi med seboj odštejte, da dobite ploskev razlik. Ploskev razlik obrežite na območje Slovenije in ji nastavite primerno simbologijo (npr. barvna lestvica RdYlBu, najmanjša vrednost $-0,3$ m, največja vrednost $0,3$ m), tako, da ekstremne vrednosti ne pokvarijo prikaza. Končni prikaz naj bo opremljen z legendo (barvno lestvico). Pazite na koordinatne sisteme.



Slika 1: Ploskev razlik [SLO_VRP2016/Koper – SLO_AMG2000/Trst]

2.5 Naloga 5: Primerjava lokalnih modelov geoidov z globalnimi – ploskovno (neobvezna naloga)

S poljubnim orodjem naredite izris ploskve razlik med globalnim modelom geoida EGM2008 in državnim modelom kvazigeoida SLO_VRP2016/Koper. Za območje Slovenije lahko za model EGM2008 zgenerirate celično mrežo poljubne ločljivosti z aplikacijo [AllTrans EGM2008 Calculator](https://alltrans-egm2008-calculator.soft112.com/)⁶. Komentirajte ujemanje med obravnavanima modeloma.

3 REZULTATI

V spletno učilnico oddajte zip-datoteko, ki naj vsebuje kratko poročilo z rezultati nalog 1–3(5) v formatu PDF in programsko kodo lastne implementacije bilinearne interpolacije. Oddana zip-datoteka naj bo poimenovana FG-V03-Priimek_Ime.zip.

Rok za oddajo: 11. 4. 2023

⁶<https://alltrans-egm2008-calculator.soft112.com/>

4 POMOČ

4.1 Bilinearna interpolacija

(Kvazi)geoidno višino $N(\varphi, \lambda)$ v poljubni točko $P(\varphi, \lambda)$ izračunamo z bilinearno interpolacijo po enačbi:

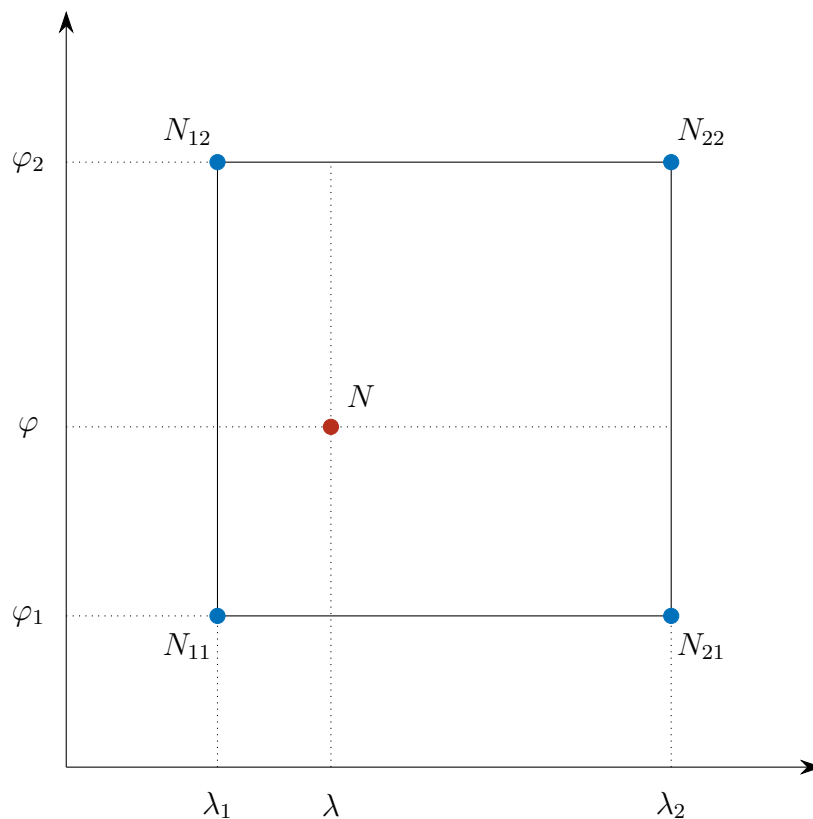
$$N(\varphi, \lambda) = a_0 + a_1X + a_2Y + a_3XY \quad (1)$$

Členi enačbe (1) predstavljajo:

$$\begin{aligned} a_0 &= N_{11} \\ a_1 &= N_{21} - N_{11} \\ a_2 &= N_{12} - N_{11} \\ a_3 &= N_{11} + N_2 - N_{21} - N_{12} \end{aligned} \quad \begin{aligned} X &= \frac{\lambda - \lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} \\ Y &= \frac{\varphi - \varphi_1}{\varphi_2 - \varphi_1} \end{aligned}$$

kjer so (slika 2):

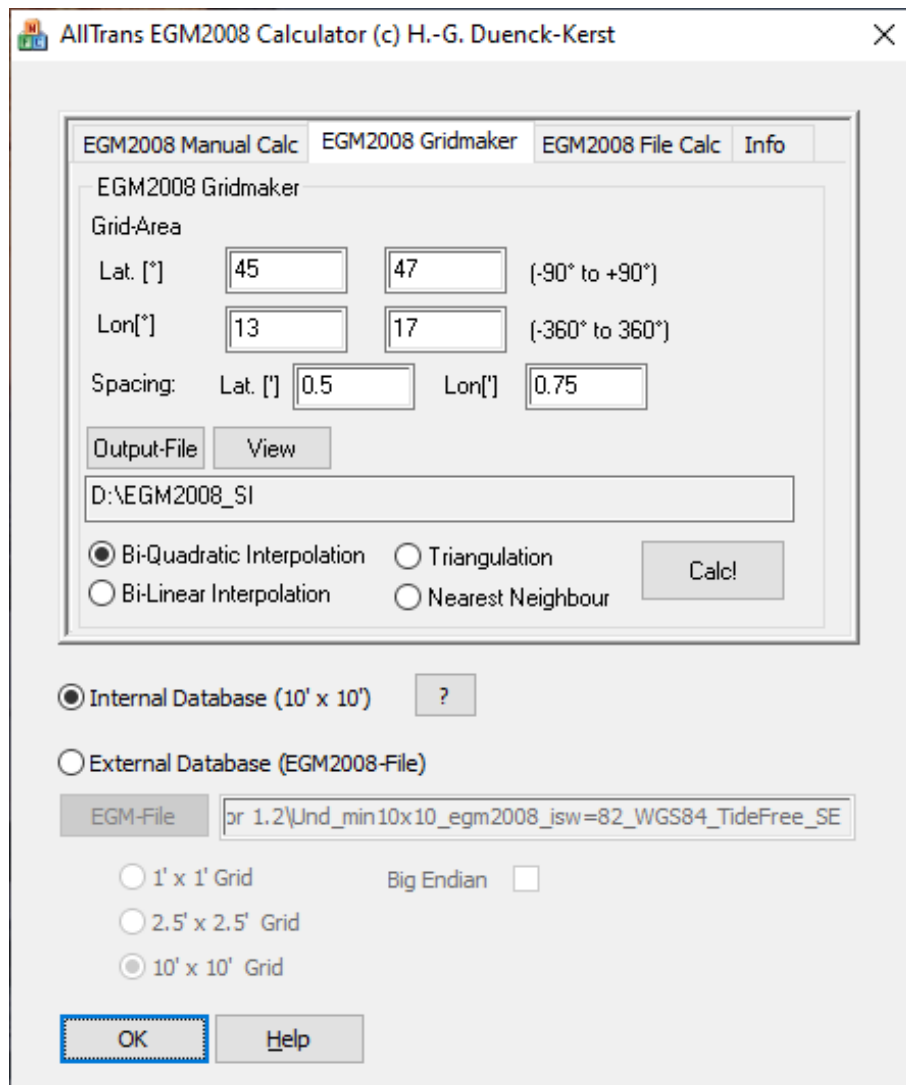
$\varphi_1, \varphi_2, \lambda_1, \lambda_2$... geodetske koordinate vogalov celice, v kateri leži točka P,
 $N_{11}, N_{12}, N_{21}, N_{22}$... geoidne višine vogalov celice, v kateri leži točka P.



Slika 2: Bilinearna interpolacija

4.2 AllTrans EGM2008 Calculator

Celično mrežo globalnega modela geoida lahko zgenerirate s programom AllTrans EGM2008 Calculator. V zavihku EGM2008 Gridmaker nastavite območje in velikost celice, ki ustrezajo podatkom lokalnega modela geoida, katerega želite primerjati z EGM2008, ter izhodno datoteko (slika 3).



Slika 3: Nastavitve v programu AllTrans EGM2008 Calculator