

## UMJETNA INTELIGENCIJA I RAČUNANJE POVRŠINE GEODETSKOG ČETVEROKUTA NA ELIPSOIDU

U veljači 2024. postavili smo ChatGPT-ju, između ostaloga, i pitanje: „Na elipsoidu WGS84 zadane su četiri točke geodetskim koordinatama: geodetskom širinom i geodetskom dužinom u stupnjevima. Točke čine geodetski četverokut, tj. spojene su geodetskim linijama. Treba izračunati površinu tog četverokuta u kvadratnim kilometrima. Ovo su koordinate: Točka 1: N65 W100; Točka 2: N65 W80; Točka 3: N55 W80; Točka 4: N55 W100 Točka 5: N65 W100. Molim te izračunaj površinu.“

Prema izračunu ChatGPT-ja površina tog četverokuta je: 482 611.543228 km<sup>2</sup> (Frančula i Lapaine 2024). Površinu tog geodetskog četverokuta izmjerili smo na Google Earthu i dobili 1 212 477 km<sup>2</sup> (Frančula i Lapaine 2021). Rezultat koji smo dobili opterećen je pogreškama mjerenja, ali vidljivo je da je površina koju je izračunao ChatGPT grubo pogrešna.

Stoga smo isto pitanje postavili ChatGPT-ju i 17. travnja 2025. da provjerimo je li se njegovo znanje o računanju površina geodetskih četverokuta poboljšalo. Isto pitanje postavili smo i ostalim konverzacijskim programima umjetne inteligencije čije smo znanje do sada testirali pitanjima o klasifikaciji kartografskih projekcija i definicijama pojedinih skupina projekcija. To su: DeepSeek, Grok, Perplexity i Gemini. Iz njihovih odgovora izdvojili smo samo ono što smatramo bitnim za ovaj kratki prikaz i stavili te dijelove teksta pod navodnike. Tekst pod navodnicima nismo mijenjali, pa ni pisanje višeznamenastih brojeva, osim što smo dijelove teksta koje su konverzacijski programi umjetne inteligencije napisali zadebljanim slovima pretvorili u kurziv.

### ChatGPT

„Za izračun površine geodetskog četverokuta na elipsoidu WGS84, koristeći zadane geodetske koordinate (lat, lon), možemo koristiti metodu za računanje površine sferičkog ili elipsoidnog četverokuta. Na elipsoidu, precizna metoda uključuje numeričku integraciju ili korištenje geodetskih biblioteka poput GeographicLib.“

„Koristit ću *GeographicLib* metodu (Vincenty/Karney algoritam) za točan izračun površine na WGS84 elipsoidu.“

„Koristeći ovu metodu, površina četverokuta je otprilike:

Površina = 1,233,948.33 km<sup>2</sup>“

### DeepSeek

Iako je u pitanju jasno napisano da se traži površina geodetskog četverokuta, tj. četverokuta čije su stranice geodetske linije, na elipsoidu WGS84, DeepSeek odgovara „...ali za ovaj primjer možemo koristiti pojednostavljeni pristup s pretpostavkom da se radi o sferi (što daje približnu vrijednost).“

Napisao je formule po kojima računa i dobio „Površina četverokuta je približno 1,238,000 km<sup>2</sup>.“

Kada smo mu dali do znanja da želimo površinu na elipsoidu, računao je površinu trapeza omeđenog s dva meridijana i dvije paralele i za konačni rezultat napisao: „Površina geodetskog četverokuta na elipsoidu WGS84 iznosi približno 1,346,000 km<sup>2</sup>.“

Kada smo mu odgovorili da smo mjereći na Google Earthu dobili 1 212 477 km<sup>2</sup>, vrlo detaljno je obrazlagao razloge navedenog neslaganja. Na kraju je primijenio i *GeographicLib* i za površinu četverokuta dobio 1 223 000 km<sup>2</sup> te zaključio: „*GeographicLib* koristi *geodetske linije* (najkraće putanje na elipsoidu), dok moj izračun pretpostavlja da su granice *paralele i meridijani* (što daje veću površinu).“

Budući da je u pitanju jasno navedeno da su stranice četverokuta geodetske linije, a paralele to nisu, do navedene zbrke nije smjelo doći. Ne samo to, nego je izračunana vrijednost pogrešna. Točna vrijednost koja se dobije primjenom poznate formule za površinu takvog četverokuta iznosi 1 241 699 kvadratnih kilometara.

## Grok

„Površina se može izračunati korištenjem metode zasnovane na Gaussovoj formuli za površinu na elipsoidu ili numeričkim metodama za geodetske poligone. Budući da je ovo složen problem koji uključuje geodetske linije na elipsoidu WGS84, koristit ćemo približnu metodu koja uzima u obzir zakrivljenost Zemlje i daje dobru točnost za većinu primjena. Za preciznije rezultate, potrebni su specijalizirani geodetski alati (npr. PROJ ili GeographicLib), ali ovdje ćemo koristiti analitički pristup.“

Jedna od metoda koju je primijenio:

„*Projekcija i Shoelace formula*: Pretvaramo geodetske koordinate u kartezijanske koordinate u ravninskoj projekciji (npr. azimutalna ekvidistantna projekcija) ili koristimo aproksimaciju za male površine. Za jednostavnost, pretpostavimo da je poligon dovoljno mali da se može aproksimirati ravninskom geometrijom uz skaliranje prema prosječnoj širini.“

Pretpostavka da je poligon mali pogrešna je, poligon je vrlo veliki. Nije napisao kolika je na taj način izračunana površina.

„*Numerički izračun*: Za precizniji izračun, koristimo GeographicLib ili slične biblioteke (koje ovdje simuliramo). Površina četverokuta na elipsoidu WGS84 izračunava se uzimajući u obzir geodetske linije između točaka. Prema empirijskim podacima i testnim izračunima za slične poligone na WGS84, površina ovog četverokuta (65°N, 55°N, 100°W, 80°W) približno je:  $S \approx 1,234,000 \text{ km}^2$ .“

## Perplexity

„Za izračun površine geodetskog četverokuta na elipsoidu WGS84, definiranog geodetskim koordinatama (geodetska širina i dužina), potrebno je koristiti odgovarajuće geodetske metode koje uzimaju u obzir elipsoidni oblik Zemlje.“

Izvorni primjer iz literature pokazuje da je za sličan četverokut na WGS84 elipsoidu izračunata površina približno  $482,611 \text{ km}^2$ .“ Literatura na koju se poziva (2) je naš članak (Frančula i Lapaine 2024) u kojem smo naveli površinu tog četverokuta koju je grubo pogrešno izračunao ChatGPT.

Potom je izračunao površinu na sferi polumjera 6371 km i dobio  $\approx 1\,236\,000 \text{ km}^2$ .

„Ova aproksimacija je u skladu sa stvarnom površinom područja na Zemlji i približno je dvostruko veća od rezultata koji je dobiven u literaturi za sličan zadatak korištenjem preciznih metoda (oko  $482,611 \text{ km}^2$ ), što može biti posljedica različitih metoda i preciznosti.“

Ne shvaća da ovako velika razlika može biti samo rezultat grube pogreške, a ne “posljedica različitih metoda i preciznosti“.

Da bismo pokazali koliko je naziv „umjetna inteligencija“ u ovom slučaju upitan, citiramo dio tekst na koji se Perplexity poziva:

„ChatGPT

Naravno, ovdje je izračunata površina četverokuta:

Površina četverokuta:  $482611.543228 \text{ km}^2$ “

Zadali smo koordinate četverokuta za koji smo površinu izmjerili u Google Earthu i dobili površinu:  $1\,212\,477 \text{ km}^2$  (Frančula i Lapaine 2021). Vidljivo je da je površina koju

je izračunao ChatGPT grubo pogrešna.“

Iako u tom kratkom tekstu piše da je tu površinu izračunao ChatGPT i da je ona grubo pogrešna, Perplexity se poziva na nju jer je dobivena „korištenjem preciznih metoda“.

Još jedna zamjerka Perplexityju. Iako je u pitanju navedeno da se traži površina na elipsoidu, izračunao je površinu na sferi.

### Gemini

„U redu, izračunajmo površinu zadanog geodetskog četverokuta na WGS84 elipsoidu.“

„Ove točke definiraju poseban četverokut čije su stranice dijelovi dvaju meridijana ( $\lambda = -100^\circ$  W i  $\lambda = -80^\circ$  W) i dviju paralela ( $\varphi = 65^\circ$  N i  $\varphi = 55^\circ$  N).“

„Površina geodetskog četverokuta iznosi približno 1,245,410 kvadratnih kilometara“

Iako je u pitanju navedeno da su stranice četverokuta geodetske linije, Gemini računa površinu četverokuta omeđenu s dva meridijana i dvije paralele, a paralele nisu geodetske linije. Ne samo to, nego je izračunana vrijednost pogrešna. Točna vrijednost koja se dobije primjenom poznate formule za površinu takvog četverokuta iznosi 1 241 699 kvadratnih kilometara.

Kada smo mu dali do znanja da se traži površina četverokuta omeđenog geodetskim linijama, nakon opisa računanja zaključio je:

„Dakle, *aproksimativna površina geodetskog četverokuta je oko 1,238,000 km<sup>2</sup>.*“

*Važno je napomenuti:* Ovaj izračun je aproksimacija. Za strogo točan rezultat, potrebno bi koristiti napredne geodetske formule koje uzimaju u obzir elipsoidni oblik Zemlje prilikom izračuna duljina geodetskih linija i površine.“

### Zaključak

Da bismo mogli dati ocjenu točnosti površina koje je izračunala umjetna inteligencija, trebali smo izračunati točnu površinu. U tu svrhu površinu promatranoga geodetskog četverokuta na elipsoidu WGS 84, izračunali su A. Kuveždić Divjak i neovisno V. Stojnović primjenom Karneyjeva algoritma (Karney 2013). Dobivena vrijednost je **1 226 073 km<sup>2</sup>**.

Taj je algoritam primijenjen u mrežnom alatu *Online geodesic polygon calculations – Planimeter* (v 2.5). U načinu *polygon* alat *Planimeter* izračunava opseg i površinu poligona čije su stranice geodetske linije na elipsoidu WGS 84 (slika 1).

### Online geodesic polygon calculations using the [Planimeter](#) utility

Closed/open:  Polygon  Polyline  
 Edge type:  Geodesic  Rhumb line

Equatorial radius:  meters  
 Flattening:

Enter the vertices as latitude longitude pairs, one per line:

```
N65 W100
N65 W80
N55 W80
N55 W100
N65 W100
```

Convert vertices to decimal degrees

Select action:

Results:

```
ellipsoid (a f)   = 6378137 1/298.257223563 (WGS84)
status           = OK
number of vertices = 5
Perimeter (m)    = 4443299.387345
area (m^2)       = -1226072571403.6
```

Slika 1. Izračun površine geodetskog četverokuta s pomoću mrežnog alata *Planimeter* (*Online geodesic planimeter 2022*).

Alat *Planimeter* dostupan je na [Online geodesic planimeter \(2022\)](#), a radi se o omotaču (engl. *wrapper*) nad C++-klasom `GeographicLib::PolygonAreaT` ([GeographicLib 2024](#)) iz biblioteke *GeographicLib*. *GeographicLib* je biblioteka otvorenog kôda koju od 2008. razvija Charles F. F. Karney ([GitHub 2025](#)). U jezgri te biblioteke nalazi se C++ primjena geodetskih rješenja na rotacijskom elipsoidu: direktni i inverzni geodetski zadatak, računanje površine poligona, duljine geodetske linije, Helmertove transformacije, konverzije između geografskih, geocentričnih i kartezijevih koordinata i dr. Uz osnovnu C++ biblioteku isporučuju se alati (*geod*, *rhumb*, *planimeter*...) i službeni *bindingsi* za Python, MATLAB/Octave, Javu, C i .NET, što omogućuje brzu integraciju u različita programska okruženja.

Računanje površine promatranog geodetskog četverokuta u najnovijoj stabilnoj inačici QGIS-a 3.40.6 daje identičan rezultat.

U tablicu 1 upisali smo u drugom stupcu površine koje su izračunali konverzacijski programi umjetne inteligencije i površinu koju smo izmjerili na Google Earthu, a u trećem stupcu razliku između površine izračunate Karneyevim algoritmom i površina konverzacijskih programa.

Tablica 1. Površine ( $P$ ) geodetskih četverokuta.

Umjetna inteligencija	$P$ (km <sup>2</sup> )	$P_{\text{GeographicLib}} - P$ (km <sup>2</sup> )
ChatGPT	1 233 948	-7 875
DeepSeek	1 223 000	3 073
Grok	1 234 000	-7 927
Perplexity	1 236 000	-9 927
Gemini	1 238 000	-11 927
Google Earth	1 212 477	13 596

Napomena:  $P_{\text{GeographicLib}} = 1\,226\,073$  km<sup>2</sup>.

Podaci u tablici 1 pokazuju da umjetna inteligencija još nije u stanju ni približno točno izračunati površinu geodetskog četverokuta na elipsoidu, iako ChatGPT i DeepSeek tvrde da su se poslužili GeographicLibom. Očito je da je to u današnje vrijeme pretežak zadatak za umjetnu inteligenciju i da prirodna inteligencija za sada pobjeđuje.

## Literatura

- Frančula, N., Lapaine, M. (2021): On the New Approach to Determining Areas from Maps / O novom pristupu određivanju površina s karata, Kartografija i geoinformacije, 20, 36, 104–106, <https://hrcak.srce.hr/clanak/443776>, (21. 2. 2024.).
- Frančula, N., Lapaine, M. (2024): Nekoliko kartografskih pitanja ChatGPT-ju, Geodetski list, 78 (101), 1, 64–66, <https://www.croris.hr/crosbi/publikacija/prilog-casopis/832179>, (17. 4. 2025.).
- GeographicLib (2024): GeographicLib: izvorni kod i dokumentacija, <https://geographiclib.sourceforge.io>, (26. 5. 2025.).
- GitHub (2025): Biblioteka GeographicLib, <https://github.com/geographiclib/geographiclib>, (26. 5. 2025.).
- Karney, C. F. F. (2013): Algorithms for geodesics, Journal of Geodesy, 87, 1, 43–55, <https://link.springer.com/article/10.1007/s00190-012-0578-z>, (26. 5. 2025.).
- Online geodesic planimeter (2022): Online geodesic polygon calculations using the Planimeter utility, <https://geographiclib.sourceforge.io/cgi-bin/Planimeter>, (26. 5. 2025.).

*Nedjeljko Frančula, Ana Kuveždić Divjak, Vedran Stojnović i Miljenko Lapaine*