

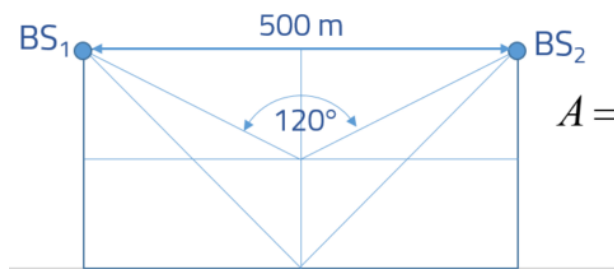
Spreminjanje površine negotovosti v odvisnosti od vidnega kota in razdalje uporabnika do zveznice med baznima postajama

Kazalo

Opis problema:.....	1
Formula za izračun	2
Obe formuli:	2
Šolska formula:.....	2
Moja formula:	2
Programska koda:	3
Primerjava formul:	3
Rezultati	4
Graf napake v odvisnosti od vidnega kota	4
Graf napake v odvisnosti od oddaljenosti uporabnika do zveznice med baznima postajama	4

Opis problema:

Uporabnik v 5G določa svoj položaj s pomočjo meritve kotov do dveh baznih postaj (BS1 in BS2) razmaknjenih za $x=500$ m. Kot do posamezne bazne postaje izmeri s pogreškom ± 10 miliradianov. Kako se spreminja površina negotovosti (A) v odvisnosti od vidnega kota in razdalje od uporabnika do zveznice med baznima postajama?



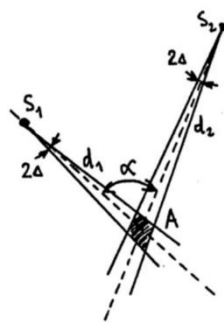
Formula za izračun

Ker sem dvomil v natančnost formule iz prosojnic, sem jo še sam izpeljal. Nato sem izračun za dane podatke naredi z obema formulama, z »mojo« in s »šolsko«, ter primerjal dobljene rezultate. Ugotovil sem, da obe formuli privedeta do rezultatov, ki se v večini ujemajo v vseh decimalnih mestih, ki jih terminal pri računanju v Python-u pokaže. Razlikovali so se le v ekstremnih primerih, ko je bila površina negotovosti zaradi velike oddaljenosti od baznih postaj (in posledično zelo majhnega vidnega kota in velike oddaljenosti do zveznice) zelo velika – v takšnih primerih je bila površina po »moji« formuli veliko večja kot po »šolski«.

Obe formuli:

Šolska formula:

$$A = \frac{2 \cdot \Delta \cdot d_1}{\sin \alpha} \cdot \frac{2 \cdot \Delta \cdot d_2}{\sin \alpha} \cdot \sin \alpha$$



Moja formula:

Velja samo za primer, ko je uporabnik enak oddaljen od obeh postaj (se nahaja na simetrali daljice, katere krajišči predstavljata bazni postajo).

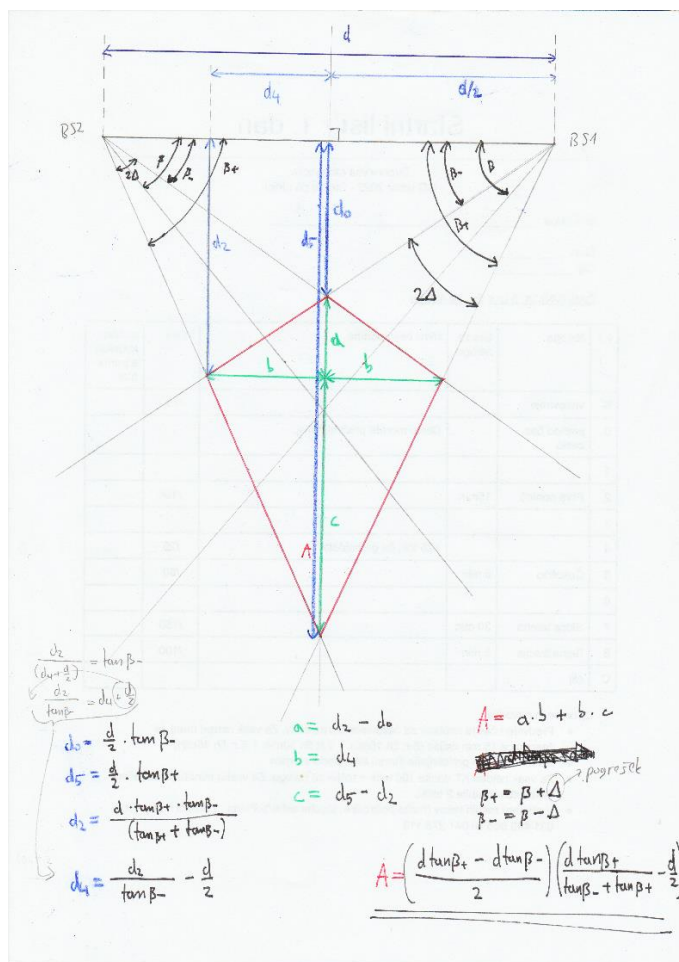
$$A = \left(\frac{d \cdot \tan \beta_{\pm d} \cdot \tan \beta_{\pm}}{2} \right) \cdot \left(\frac{d \cdot \tan \beta_{+}}{\tan \beta_{+} + \tan \beta_{-}} - \frac{d}{2} \right)$$

Pri čemer je:

$$\beta = 90^\circ - \frac{\alpha}{2}$$

$$\beta_{-} = \beta - \Delta$$

$$\beta_{+} = \beta + \Delta$$

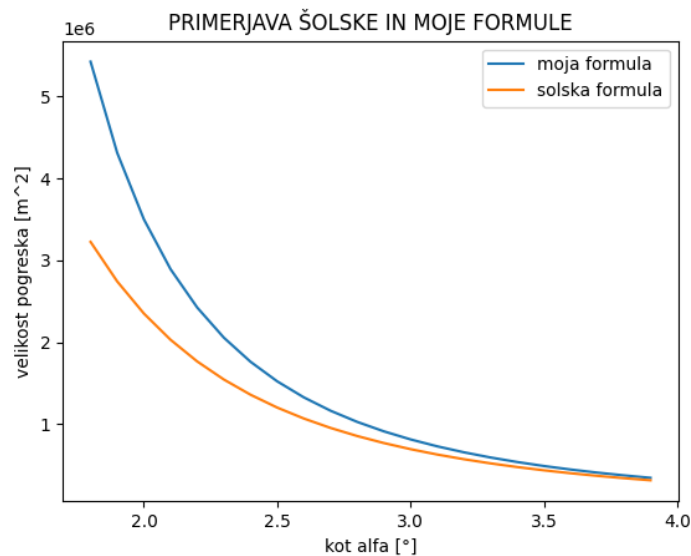


Programska koda:

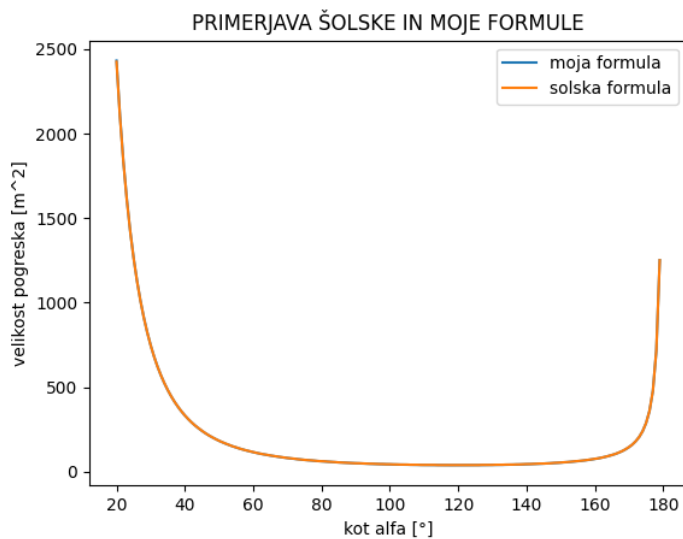
Grafe sem izdelal v Python-u, kodo si lahko pogledate na: https://github.com/zigadebe/satelitske-komunikacije-povrsina-negotovosti/blob/master/velikost_povrsine.py

Primerjava formul:

Formuli sem primerjal na območju majhnega vidnega kota in sicer ko uporabnik vidi bazni postaji med $1,8^\circ$ in $4,0^\circ$. To območje sem izbral, ker se na njem najbolj vidi razlika med obema formulama. Na območju, ko je vidni kot večji od 4° , se rezultati že skoraj povsem ujemajo, ko pa je vidni kot manjši od $1,8^\circ$ pa se že preveč razlikujejo, da bi se pri isti skali dobro videlo obliko obeh grafov.



graf 1: Primerjava formul za majhen vidni kot

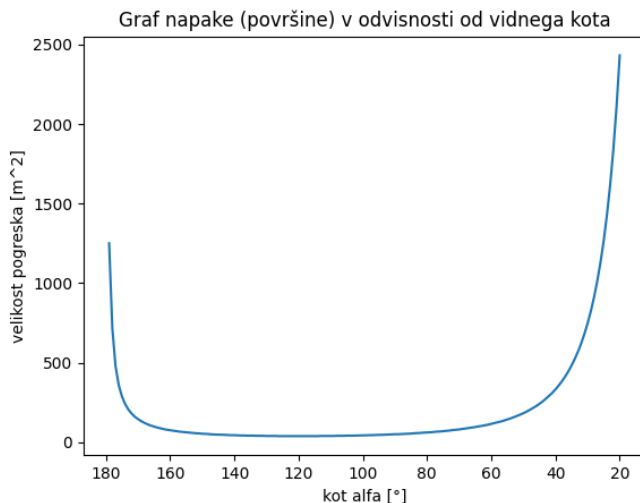


graf 2: primerjava formul na celotnem območju (med 20° in 180°)

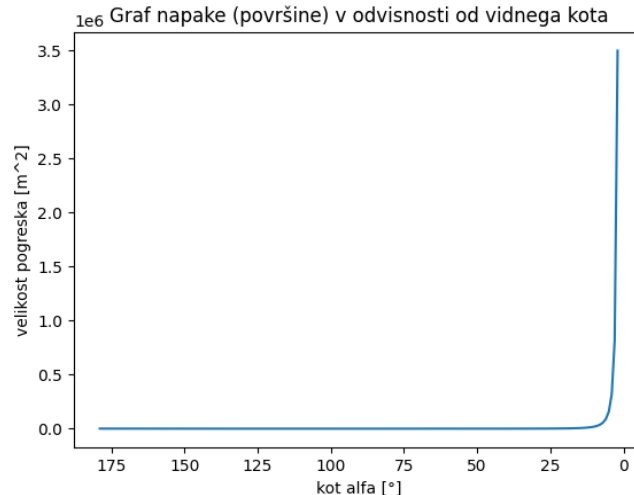
Rezultati

Graf napake v odvisnosti od vidnega kota

Da se oblika grafa vidi, sem izpustil primere, ko je vidni kot manjši od 20° .



graf 3: napaka v odvisnosti od vidnega kota - pregleden



graf 4: napaka v odvisnosti od vidnega kota - nepregleden

Graf napake v odvisnosti od oddaljenosti uporabnika do zveznice med baznima postajama

Pri majhnih oddaljenostih začne napaka pri računanju s formulami rasti v nedogled, kar je posledica konkretne implementacije funkcij za izračun in predstavlja napako. Zato sem izračunal površino negotovosti za primer, da se uporabnik nahaja točno na zveznici med baznima postajama, kar je dober približek maksimalni vrednosti napake na majhni oddaljenosti uporabnika do zveznice in s tem približkom sem omejil graf, da ne more preseči vrednosti približka. Zato je nekaj časa napaka konstanta (maksimalna).

