

Izračun pokritosti z lokalnim 5G omrežjem – Občina Ilirska Bistrica

Naročnik: VAHTA d.o.o., Gorjansko 32, SI-6223 Komen

Izvajalec: SUBNET d.o.o., Sorška cesta 39, 4220 Škofja Loka

Datum: 15. 07. 2025

Kazalo

1. Namen dokumenta	3
2. Tehnični podatki o omrežju.....	3
3. Vhodni podatki in orodja	3
4. Izračun pokritosti	3
5. Zemljevid pokritosti in statistika	5
6. Zaključek in priporočila	9
7. Priloge.....	10

Seznam slik

Slika 1: Prikaz lokacij BTS	6
Slika 2: Prikaz optične vidljivosti z lokacij BTS.....	7
Slika 3:Prikaz pokritosti s signalom 5G NR IB N40	8
Slika 4: Prikaz centroidov mreže prebivalstva.....	9

1. Namen dokumenta

Namen dokumenta je prikazati rezultate preliminarnega izračuna pokritosti s 5G signalom na frekvenčnem pasu N40 (2,3GHz) na območju občine Ilirska Bistrica. Ta dokument predstavlja osnovo za nadaljnje korake pri implementaciji 5G baznih postaj.

2. Tehnični podatki o omrežju

- Standard: 5G NR (SA - standalone)
- Frekvenčni pas: N40(2300–2300 MHz)
- Predvidena oprema: bazne postaje z zunanjimi antenami
- Višina antene: tipično 10 m
- Moč oddajnika: 20 W =43 dBm
- Tip antene: sektorske antene (npr. 65° horizontalno)

3. Vhodni podatki in orodja

- Programska oprema: Atoll / iBwave (zagotovljena v ponudbi)
- Digitalni model višin (DTM): ločljivost 25x25 m
- Podatki o rabi tal (Clutter): ločljivost 25x25 m
- Model propagacije: COST 231 Hata, Aster
- Mejna vrednost sprejemnega signala (RSRP): -108 dBm*

*mejna vrednost po metodologiji AKOSa s katero se poroča statistiko pokritosti prebivalstva na rastrski mreži 100x100m – vir AKOS.

4. Izračun pokritosti

Izračun pokritosti za 14 lokacij, ki jih je določil naročnik je izdelan s pomočjo ustrezne programske opreme. Pri pozicioniranju lokacij na zemljevid je izvedena translacija v koordinatni sistem WGS84 cona 33N.

- Število analiziranih lokacij: 14 trajnih in 8 začasnih
- Kriteriji pokritosti:
 - RSRP > -105: uporabna pokritost
 - RSRP = -108 dBm: pokritost za poročanje

Kriteriji pokritosti temeljijo na podanem izračunu uravnotežene zveze - link budget za frekvenčno področje N40 in pasovno širino kanala 20 MHz ter zahtevi AKOSa za preverjanje izpolnjevanja obveznosti po ODRF. Pri izračunu je upoštevan COST231- HATA modela za ruralno področje.

Vhodni parametri za izračun:

Frekvenca (f) 2300 MHz

Višina anten bazne postaje (Hbs) 10 m

Višina uporabniške postaje (Hms) 1.5 m

Dobitek antene (TX) 16 dBi

Izgube kabla 0.42 dB

Oddajna moč 20 W = 43 dBm

EIRP $43 + 16 - 0.42 = 58.58$ dBm

Sprejemni dobiček antene 0 dBi (telefoni)

Meja sprejema -108 dBm

C (rural) 0 dB

Formula za izračun je:

$$L(d) = 46.3 + 33.9 \log_{10}(f) - 13.82 \log_{10}(hBS) - a(Hms) + (44.9 - 6.55 \log_{10}(Hbs)) * \log_{10}(d) + C$$

$$L(d) = 46.3 + 33.9 * 3.3617 - 13.82 * 1 - 2.999 + (44.9 - 6.55 * 1) * \log_{10}(d) + 0$$

Iz česar sledi:

$$L(d) = 143.44 + 38.35 \cdot \log_{10}(d)$$

Tabelarično so podani nivoji sprejemnega signala za posamezne razdalje (d)

$$Prx = EIRP - L(d) = 58.58 - L(d)$$

Razdalja (km)	$\log_{10}(d)$	Path Loss L(d)	Prx(dBm)
0.5	-0.301	131.90 dB	-73.32 dBm
1	0	143.44 dB	-84.86 dBm
2	0.301	154.99 dB	-96.41 dBm
3	0.477	162.72 dB	-104.14 dBm
3.5	0.544	165.44 dB	-106.86 dBm
3.9	0.591	167.11 dB	-108.53 dBm

V nadaljevanju je podan se izračun občutljivosti sprejemnika za frekvenčno področje N40.

Formula za občutljivost sprejemnika:

$$Prx(\min)=SNR_{required}+NF+10\log_{10}(kTB)$$

poenostavljeno:

$$Prx(\min)=SNR_{req}+NF+10\log_{10}(B)+N_0$$

Kjer je:

- SNR_{req} = zahtevani signal-noise-ratio (**-10 dB**)
- NF = noise figure sprejemnika (tipično **5-7 dB** za telefone)
- B = pasovna širina (**20 MHz** za 5G n40)
- N_0 = **-174 dBm/Hz**, termični šum pri 290 K

$$Prx(\min)=-10+6+10\log_{10}(20\cdot 10^6)-174$$

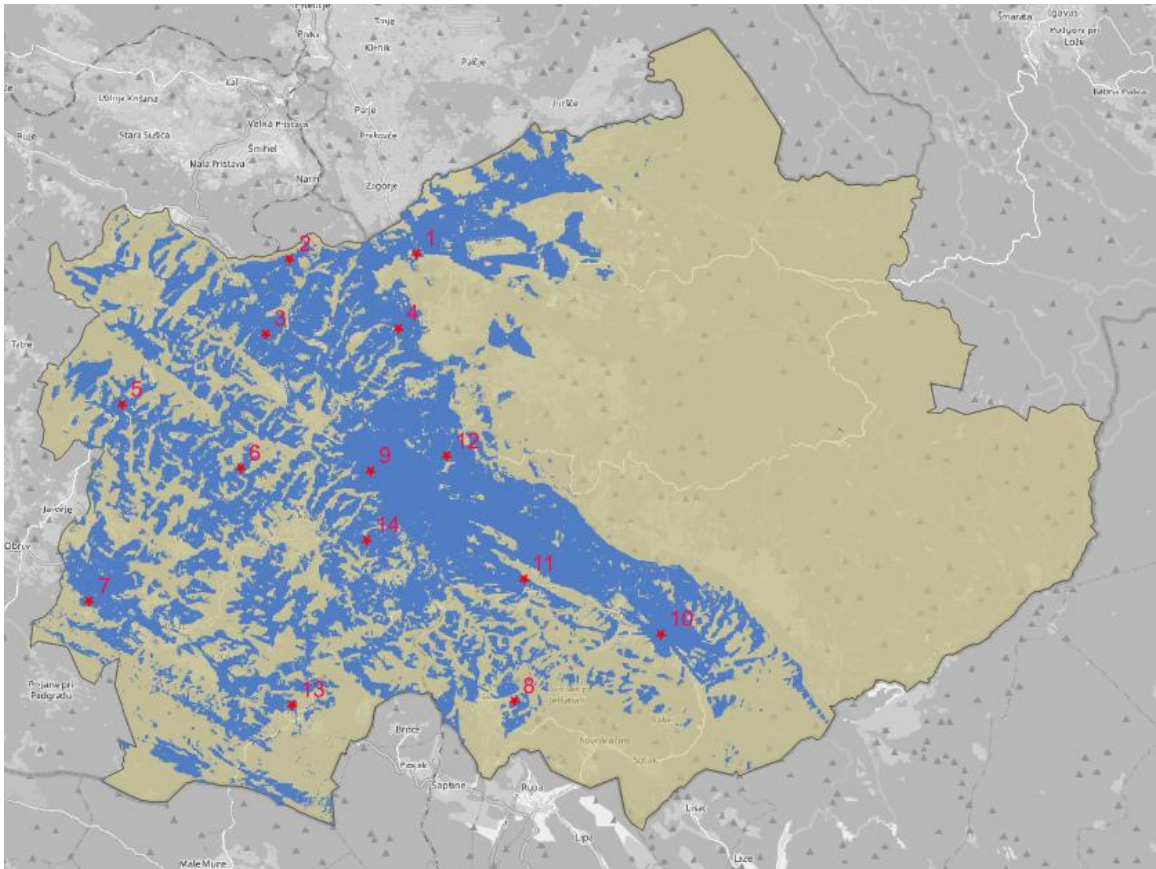
$$10\log_{10}(20\cdot 10^6)=10\cdot(\log_{10}(2)+\log_{10}(10^7))=10\cdot(0.3010+7)=73.01$$

$$Prx(\min)=-10+6+73.01-174=-105 \text{ dBm}$$

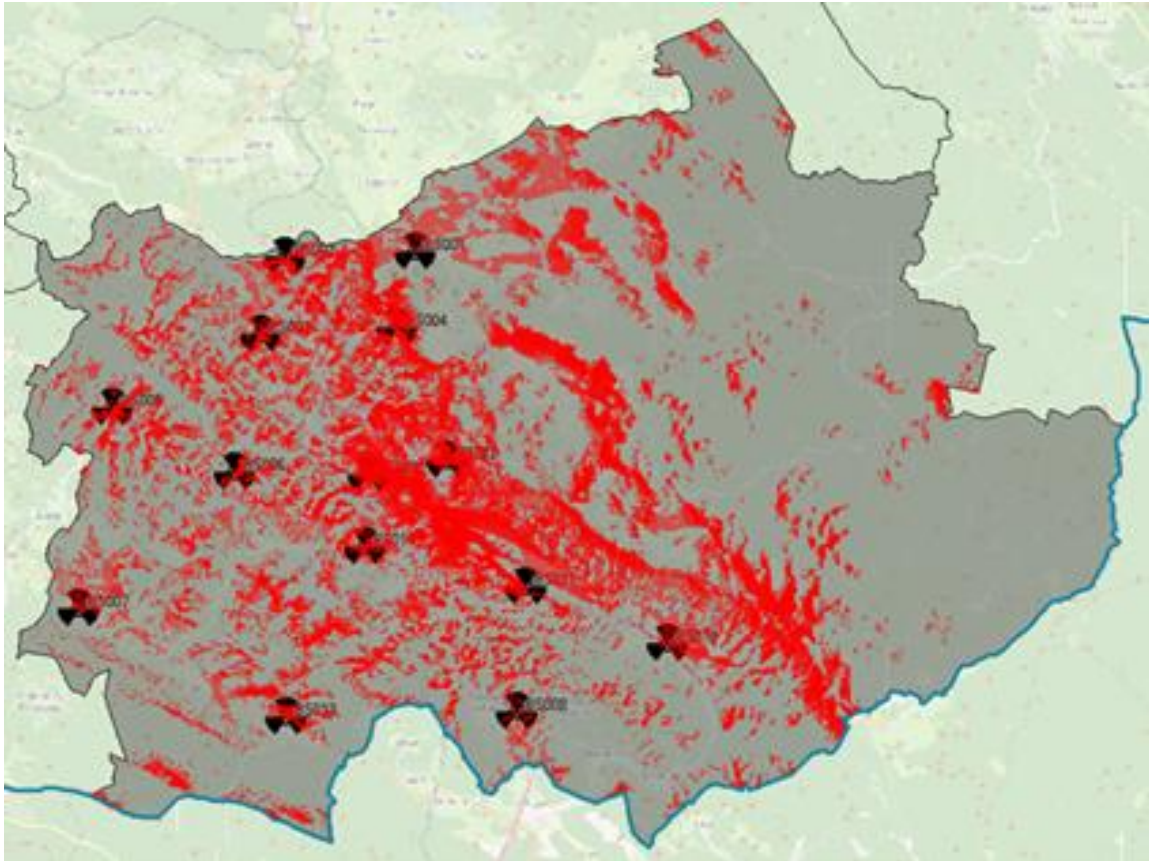
5. Zemljevid pokritosti in statistika

Za potrebe analize pokritosti ter izdelavo statističnega poročila o pokritosti prebivalstva občine Ilirska Bistrica smo izdelali karto pokritosti za frekvenčno področje N40. V nadaljevanju so na slikah prikazane posamezne lokacije baznih postaj s prikazom optične vidljivosti z višine 10 m.

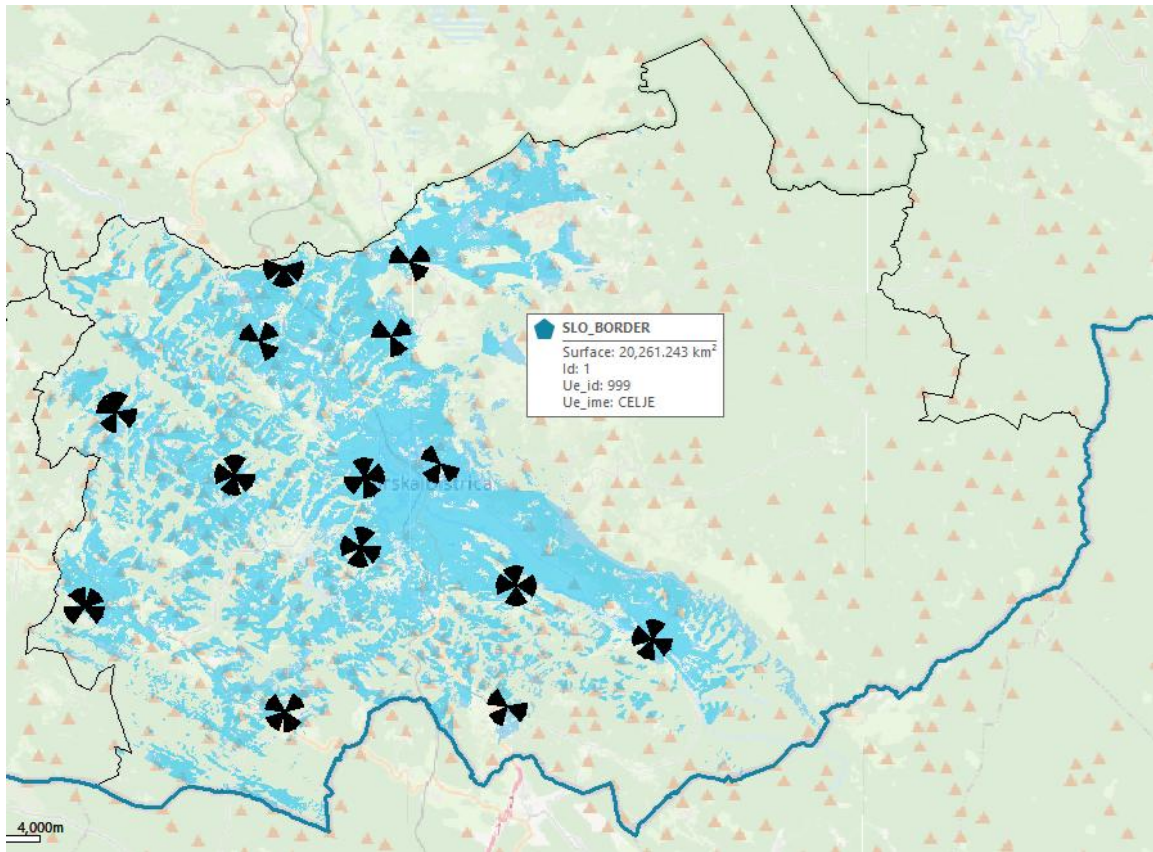
Vse karte pokritosti so izdelane v formatu .shp v koordinatnem sistemu WGS84 cona 33N. Za potrebe nadaljnje obdelave v GIS orodju je bila izvedena tudi translacija v koordinatni sistem EPSG4258.



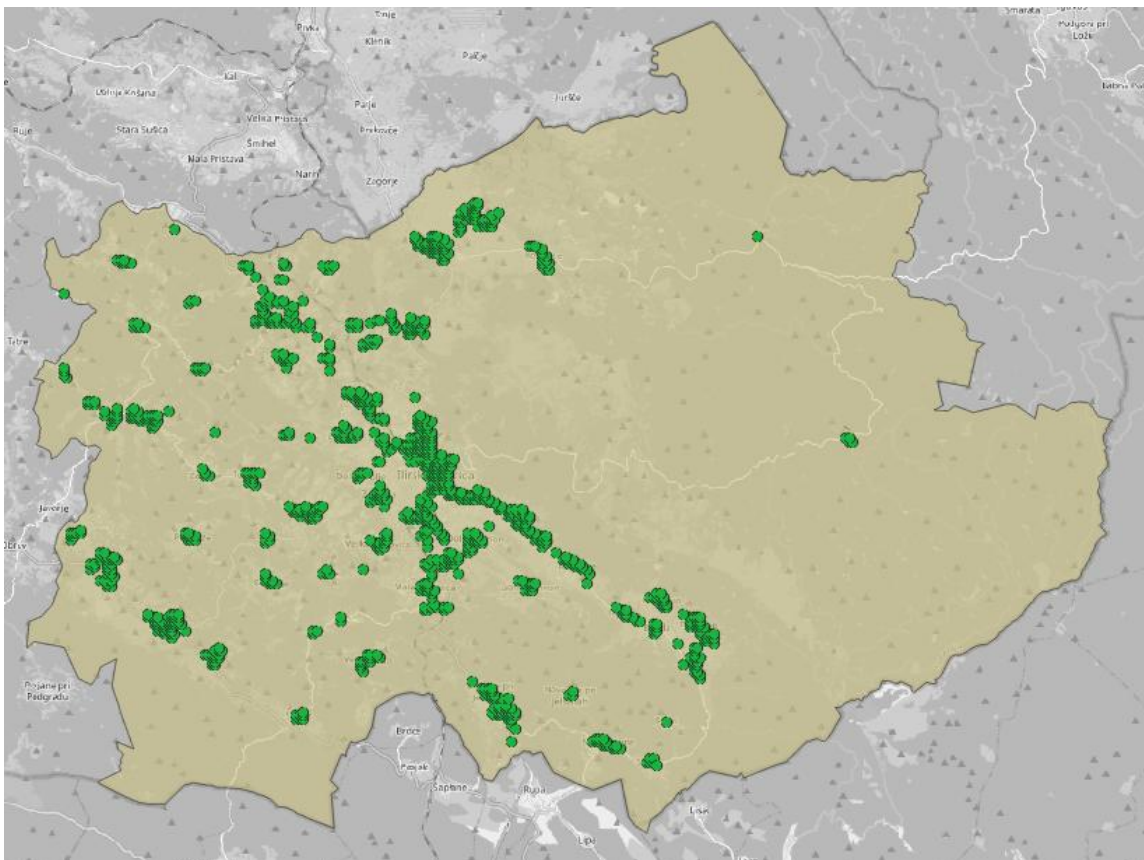
Slika 1: Prikaz lokacij BTS



Slika 2: Prikaz optične vidljivosti z lokacij BTS



Slika 3: Prikaz pokritosti s signalom 5G NR IB N40



Slika 4: Prikaz centroidov mreže prebivalstva

Prikaz prebivalstva občine Ilirska Bistrica. Na podlagi rastrskih podatkov o prebivalstvu na mreži 100x100m je izdelan vektorski podatek o centroidu rastra s podatkom o številu prebivalcev.

Statistično poročilo o pokritosti prebivalstva občine Ilirska Bistrica:

5G NR OBČINA ILIRSKA BITRICA	Število prebivalcev	Število prebivalcev	Odstotek pokritosti
ŠT. PREBIVALCEV SKUPAJ	13806		
ŠT. PREBIVALCEV_POKRITO_10m-108		9911	72%

6. Zaključek in priporočila

Na podlagi izračunov je mogoče sklepati, da predlagane lokacije omogočajo učinkovito pokritost ključnih območij občine Ilirska Bistrica. Za nadaljnje izboljšave priporočamo:

- optimizacijo višine anten baznih postaj
- validacijo rezultatov z meritvami

7. Priloge

- Zemljevidi pokritosti RSRP (-108 dBm) v .shp formatu
- Seznam analiziranih lokacij in predvidene radijske opreme s parametri za izračun pokritosti:
 - 5GNR_IB_SITES_TRANS.csv
 - 5GNR_IB_TRANS_CELLS.csv
 - POKRITO_PREB_IB_10m_ADD_ASTERSUB.csv

Dodatno:

- Zemljevid pokritosti za posamezno celico (RSRP -108 dBm) v .shp formatu (coverage by transmitter)